

Análise de variações dimensionais e anisotropia em *Khaya grandifoliola* C. DC

Clarice Verissimo da Silva Rocha¹; Anna Julia Lindolfo de Sant' Anna²; Alexandre Monteiro de Carvalho³

¹ Laboratório de Processamento de Madeira (LPM), Departamento de Produtos Florestais (DPF), Instituto de Florestas (IF), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) Seropédica/RJ, Brasil; ^{2,3} (LPM),(DPF),(IF),(UFRRJ) Seropédica/RJ, Brasil– clariceverissimo@ufrj.br

Resumo: A madeira, desde os primórdios da humanidade, desempenhou um papel crucial na construção de abrigos e na evolução das sociedades. Sua versatilidade e propriedades únicas a tornaram indispensável em várias aplicações, desde o fornecimento de energia até a fabricação de produtos de alta tecnologia. O gênero *Khaya*, conhecido como mogno-africano, é especialmente relevante na indústria madeireira, apresentando potencial para diversas aplicações. Este estudo investigou as variações dimensionais e a anisotropia em *Khaya grandifoliola* C.DC. A pesquisa envolveu a coleta de amostras dessa espécie, seguida por análises em laboratório para avaliar suas propriedades físicas. *Khaya grandifoliola* foi classificada como de média estabilidade dimensional, sugerindo que é adequada para aplicações que toleram pequenas deformações. Esses resultados destacam a importância de considerar múltiplos parâmetros ao avaliar a adequação da madeira para diferentes aplicações.

Palavras-chave: Deformações; média estabilidade; mogno africano.

Analysis of Dimensional Variations and Anisotropy in *Khaya grandifoliola* C. DC.

Abstract: Wood has played a crucial role in the construction of shelters and the evolution of societies since the dawn of humanity. Its versatility and unique properties have made it indispensable in various applications, from energy supply to the manufacturing of high-tech products. The *Khaya* genus, known as African mahogany, is particularly relevant in the timber industry, showing potential for diverse applications. This study investigated the dimensional variations and anisotropy in *Khaya grandifoliola* C. DC. The research involved the collection of samples from this species, followed by laboratory analyses to evaluate its physical properties. *Khaya grandifoliola* was classified as having medium dimensional stability, suggesting that it is suitable for applications that tolerate slight deformations. These results highlight the importance of considering multiple parameters when assessing the suitability of wood for different applications.

Keywords: Deformations; medium stability; african mahogany.

1. INTRODUÇÃO

A madeira tem desempenhado um papel fundamental na história da humanidade, desde os primórdios da civilização atualidade. Suas propriedades únicas

a tornaram um recurso versátil e indispensável para uma ampla gama de aplicações, desde a construção de abrigos primitivos até a fabricação de produtos de alta tecnologia. (ANDRIONI & ROSA, 2021). Diante da necessidade de proteção, as primeiras civilizações foram compelidas a construir abrigos para garantir sua sobrevivência. Nesse contexto, a madeira emergiu como um recurso primordial devido à sua abundância na natureza, resistência, flexibilidade e facilidade de manejo, possibilitando a criação de ambientes protegidos conforme necessário.

No âmbito energético, a madeira (lenha), contribuiu para o avanço da humanidade, servindo como primeira fonte de energia, inicialmente empregada para o aquecimento e cocção de alimentos. Com o tempo, sua utilização se expandiu para incluir formas sólida, líquida e gasosa como combustível em processos de geração de energia térmica, mecânica e elétrica. (ALBUQUERQUE *et al.*, 2018).

Além disso, a crescente preocupação com a sustentabilidade têm impulsionado o interesse na madeira como um material renovável de baixo impacto ambiental. A biomassa florestal representa uma oportunidade promissora para o desenvolvimento de uma matriz energética mais sustentável no Brasil, ao mesmo tempo em que contribui para o aprimoramento da qualidade de vida das comunidades locais. (BRANDÃO *et al.*, 2021).

Neste contexto, tratando da correta destinação da matéria-prima aos setores acima mencionados, cabe o desenvolvimento de estudos capazes de caracterizar a madeira em suas propriedades mecânicas, elétricas, anisotrópicas, higroscópicas.

A anisotropia consiste na capacidade do material lenhoso de manifestar distintas características físicas, mecânicas e ópticas em direções diversas. Em essência, a madeira não exibe homogeneidade em todas as direções, mas variações em suas propriedades dependendo da orientação da medição nas diferentes direções estruturais: longitudinal, tangencial e radial. Este fenômeno é atribuído à complexa estrutura celular e à organização das fibras na madeira, dependendo da densidade e possuindo variações de espécie para espécie.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as variações dimensionais e a anisotropia da espécie *Khaya grandifoliola* C.DC., pertencente ao gênero *Khaya*, conhecida popularmente como mogno africano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado foi obtido a partir de 3 árvores pertencentes à espécie *Khaya grandifoliola*, originando 6 amostras para cada indivíduo e, portanto, totalizando 18 corpos de prova.

2.1 Local e obtenção do material

O material utilizado neste estudo foi obtido em plantio localizado em Trancoso, Porto Seguro – Bahia. A empresa é voltada para a geração de madeira de alta qualidade para serraria, por meio do reflorestamento e manejo de povoamentos florestais em consórcio com espécies endêmicas da Mata Atlântica.

2.2 Seleção das árvores

As árvores foram selecionadas com fuste retilíneo, boas condições fitossanitárias, altura e diâmetros superiores. O desdobramento primário foi conduzido na serraria da empresa, em serra de fita horizontal à combustão, onde foram produzidas tábuas e pranchas, com 3 e 6 cm de espessura, a partir de toras seccionadas no campo com 2 metros de comprimento.

2.3 Confecção dos corpos de prova

Para a avaliação e continuidade do estudo, foram confeccionados, a partir de subamostras das pranchas centrais de cada tora, corpos de prova com as dimensões de 20 mm x 30 mm x 50 mm. A produção dos corpos de prova ocorreu após o transporte das subamostras para o município de Seropédica/RJ, Laboratório de Processamento Mecânico de Madeira, do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Na confecção dos corpos de prova, assim como para as avaliações que se sucederam, foi utilizado o protocolo da norma ABNT 7190:1997 – Anexo B, que descreve ensaios e testes para a avaliação e caracterização física da madeira, e que manteve procedimentos similares na atualização de 2022, sendo os resultados gerados confiáveis e comparáveis segundo os dois documentos normativos.

2.4 Numeração, identificação e obtenção das dimensões de corpos de prova

Cada árvore amostrada no campo recebeu um código para identificação única. Cada subamostra foi identificada com o número correspondente da árvore, seguido de um algarismo de 1 a 6. Após a confecção dos corpos de prova, foram aferidas as

dimensões tangenciais, radiais e longitudinais com um paquímetro digital de precisão de 0,01 milímetros. A massa de cada amostra foi medida com uma balança digital de precisão de um centésimo de grama. Inicialmente foram obtidas as dimensões na **condição úmida** ou **condição verde**.

2.5 **Condição saturada**

Após a aferição inicial, os corpos de prova foram imersos em água até a obtenção de massa constante, confirmando a **condição saturada**, alcançada em 30 dias. As dimensões e massas dos corpos de prova foram novamente aferidos e, em seguida, encaminhadas à estufa por 24 horas com temperatura máxima de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até peso constante, indicativo da completa secagem da madeira. A condição saturada representa o maior volume do corpo de prova em função de sua absorção de água no interior da madeira e inchamento de suas estruturas e elementos anatômicos.

2.6 **Condição seca**

Posteriormente ao tratamento de estufa mencionado os corpos de prova foram sujeitos novamente a aferição das dimensões nas diferentes direções para a conclusão do processo inicial de obtenção dos dados, medições na **condição seca**, que indica o menor volume do corpo de prova.

2.7 **Tratamento dos dados, análise e cálculos**

Todos os dados previamente coletados foram registrados em planilhas do software Excel e as fórmulas a seguir foram utilizadas para calcular as variáveis de **inchamento, contração e anisotropia**.

Devido à realização do estudo com 18 amostras. As fórmulas foram aplicadas individualmente a cada um dos corpos de prova. Entretanto, foi calculado um valor médio para as variáveis em análise.

2.7.1 **Inchamento**

Na avaliação do inchamento dos corpos de prova avaliados foi utilizada a Equação 1.

$$I_L = \left(\frac{L_1 - L_2}{L_2} \right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

I_L : inchamento linear (medido na direção longitudinal, radial e tangencial), expresso em percentual (%);

L_1 : dimensão linear (medida na direção longitudinal, radial e tangencial) na condição saturada (mm);

L_2 : dimensão linear (medida na direção longitudinal, radial e tangencial) na condição seca (mm).

2.7.2 Contração

Na avaliação da contração dos corpos de prova avaliados foi utilizada a Equação 2.

$$C_L = \left(\frac{L_1 - L_2}{L_1} \right) \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

C_L : contração linear (medida na direção longitudinal, radial e tangencial), expressa em percentual (%);

L_1 : dimensão linear (medida na direção longitudinal, radial e tangencial) na condição saturada (mm);

L_2 : dimensão linear (medida na direção longitudinal, radial e tangencial) na condição seca (mm).

2.7.3 Anisotropia

Na avaliação da anisotropia dos corpos de prova avaliados foi utilizada a Equação 3.

$$A = \frac{C_t}{C_r} \quad \text{Equação 3}$$

A : coeficiente de anisotropia;

C_t : contração tangencial (%);

C_r : contração radial (%).

2.7.4 Análise gráfica

Para avaliar o comportamento das espécies, bem como a variação entre elas, em relação ao inchamento e à contração ao longo das direções longitudinal, radial e tangencial, foram construídos gráficos de colunas apresentados a diante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Variações dimensionais

A avaliação dos valores de inchamento e contração na espécie *Khaya grandifoliola* foi realizada por meio de dois gráficos, destacando a variação dimensional percentual. A variação dimensional foi analisada nas três dimensões dos corpos de prova: radial, tangencial e longitudinal. O inchamento foi avaliado na transição da condição úmida para a saturada, enquanto a contração foi analisada na transição da condição saturada para a seca. A Figura 1 representa as variações dimensionais no inchamento, enquanto a Figura 2, as variações dimensionais na contração.

Figura 1. Variação dimensional média no inchamento em cada direção dos corpos de prova da espécie *Khaya grandifoliola*.

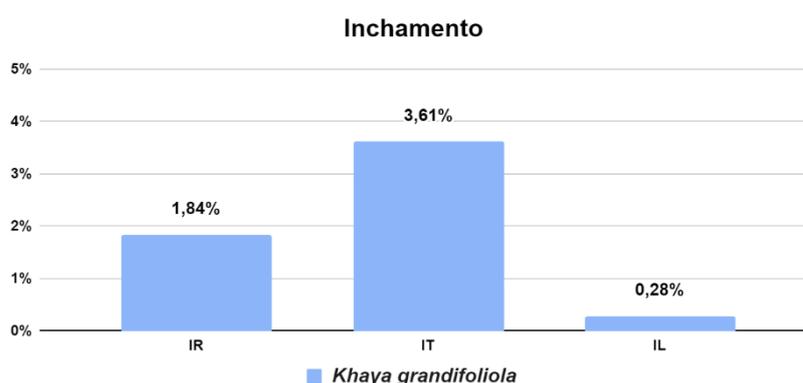
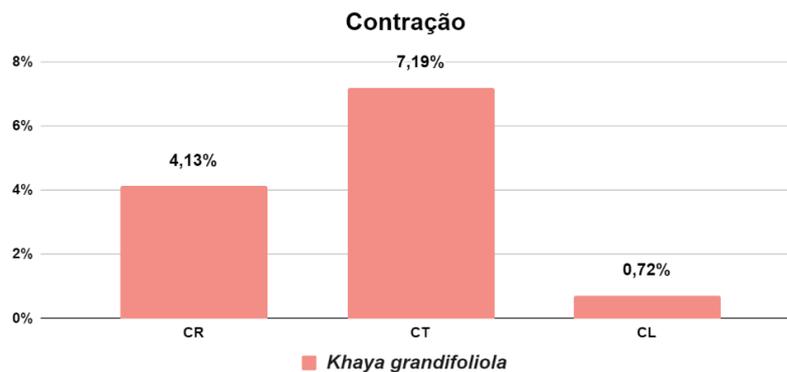


Figura 2. Variação dimensional média na contração em cada direção dos corpos de prova da espécie *Khaya grandifoliola*.



Os valores percentuais de contração radial e tangencial encontrados são condizentes com os resultados obtidos por Carneiro (2024), que trabalhou com madeira jovem de *Khaya grandifoliola*, amostrada em árvores de desbaste do plantio aos 4 anos de idade, em povoamento no estado do Maranhão e encontrou valores de retração que variaram de 0,09% a 0,73% no sentido axial, de 2,44% a 4,05% no sentido radial e de 4,53% a 8,09% no sentido tangencial. O autor encontrou valores de inchamento com variação de 0,09 a 0,73 % para o sentido axial, para seção radial 2,50 a 4,23% e para a seção tangencial de 4,77 a 8,80% (com média de 6,41%).

3.2 Anisotropia

O valor de anisotropia encontrado (Tabela 1) indica que a espécie *Khaya grandifoliola* apresenta um nível de estabilidade específico. É importante ressaltar a necessidade de considerar outros parâmetros para uma compreensão mais completa do nível de estabilidade desta espécie.

Tabela 1. Valor médio de anisotropia:

Espécie	Anisotropia
<i>Khaya grandifoliola</i>	1,741

De acordo com os critérios estabelecidos por Klitzke (2007, *apud* Amorim; Paes; Nicácio, 2021) e em conformidade com a norma ABNT 5891, seguindo a regra de arredondamento, a *Khaya grandifoliola* é classificada como madeira de média estabilidade. Isso se deve ao fato de que, de acordo com os parâmetros adotados, valores de anisotropia entre 1,6 e 2,0 se enquadram nessa categoria.

Quanto ao coeficiente de anisotropia, é relevante correlacioná-lo também ao padrão estabelecidos por Nock, Ritcher e Burger (1975, *apud* Amorim; Paes; Nicácio,

2021), onde *Khaya grandifoliola* se classifica como de qualidade normal. Essa madeira é recomendada para finalidades que tolerem pequenos empenamentos, tais como armários, mesas e estantes.

4. CONCLUSÃO

O estudo de anisotropia revelou que *Khaya grandifoliola* apresenta, de acordo com os critérios estabelecidos na literatura, média estabilidade, o que indica que deve ser utilizada em aplicações que não exijam uma alta estabilidade e que possam tolerar pequenas deformações. O inchamento e a retratibilidade dos corpos de prova avaliados indicaram resultados que remetem a usos como movelaria, instrumentos musicais, decoração de interiores, e escultura e arte, em função de média a baixa classes dessas duas variáveis tecnológicas da madeira.

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U.P. *et. al.* Humans as niche constructors: Revisiting the concept of chronic anthropogenic disturbances in ecology. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.16, n. . 1 — 1.a. <https://doi.org/10.1016/pecon.2017.08.006>.

AMORIM, E. P.; PAES, J. B.; NICACIO, M. A. **Anisotropia da contração e inchamento da madeira: uma abordagem tecnológica.** In: EVANGELISTA, W. V. *Madeiras nativas e plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades.* Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 81-100.

ANDRIONI, E. R. & ROSA, D.DE J. Q. DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA. •Revista Paramétrica •Vol. 13, Nº 15, Ano 2021• p.1 – 13.

BRANDÃO, P. C.; SOUZA, A. L.; ROUSSET, P.; SIMAS, F. N. B.; MENDONÇA, B. A. F. **Forest biomass as a viable pathway for sustainable energy supply in isolated villages of Amazonia.** *Environmental Development*, online version, 2021.

CARNEIRO, P. P. B. **Características físicas da madeira de *Khaya Grandifoliola* C. DC. cultivada na Região Tocantina do Maranhão.** Imperatriz, MA, 2024. 42 f.; Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2024.