REVISTA AGROAMBIENTAL

**Lista de Periódicos Disponível em Periódicos**

**ARTIGO ORIGINAL**

**Página inicial do periódico: REVAGRO**

PELAGRA MOÇAMBIQUE

# Variação das propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus camadulensis* e *Eucalyptus urophylla*

## *Variation of the physical properties of Eucalyptus camadulensis and Eucalyptus urophylla wood*

[1a] Fanuel Garai Albino Muiambo ,[b] Alfredo Henrique Cumbane ,[c] Anunciado João Pedro Marquebo ,[d] Pracheid Francisca Manhoca ,[d] Igor Orlando Custódio

[a] *Lipilichi Wilderness Investments, Limitada., Moçambique;* [b] *Parque Nacional da Gorongosa, Moçambique.* [c] *Instituto Médio Agrário de Chidzolomondo , Moçambique;* [d]*Agência Nacional de Controlo de Qualidade do Meio Ambiente (AQUA), Moçambique.*

**Informações do Artigo**

***Palavras-Chaves:***
Qualidade de Madeira
Propriedades de Madeira;
Estabilidade Dimensional;

**RESUMO | ABSTRACT**

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar as variações das propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus camadulensis* e *Eucalyptus urophylla*. O estudo foi realizado no plantio comercial de 15 anos de idade da Indústria Florestal de Manica (IFLOMA), no posto administrativo de Messica. Foram selecionadas de forma aleatória 5 árvores para cada espécie, após o abate fez-se a retirada de discos com espessura de 12cm e diâmetro variando de 28 a 40cm. Em cada disco foi retirado 4 corpos de prova com dimensões definidas de 2.5 x 2.5 x 10cm, perfazendo um total de 40 corpos de provas, sendo 20 para cada espécie. Nestes corpos de prova foram mensurados a densidade básica, densidade anidra, retração radial, retração tangencial, coeficiente de retração e humidade. Após a coleta de dados, fez-se uma análise de variância no pacote estatístico denominado Statistix versão 8.1 e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Dos resultados obtidos, constatou-se que a madeira de *Eucalyptus camaldulensis* é menos densa, tendo resultado em uma densidade básica média de 0.53g/cm$^{-3}$ e 1.18 de coeficiente de anisotropia em relação a madeira de *Eucalyptus urophylla* com densidade básica média de 0.57 g/cm$^{-3}$ e 1.29 de coeficiente de anisotropia, com base nos valores de coeficiente de anisotropia, percebe-se que a madeira de ambas espécies são dimensionalmente estáveis, podendo ser indicadas para indústria de movelaria e construção civil.

***Keywords*:**
Wood Quality;
Wood Properties;
Dimensional Stability

The present work had the objective of evaluating the variations of the physical properties of the wood of *Eucalyptus camadulensis* and *Eucalyptus urophylla*. The study was carried out on the 15-year-old commercial plantation of the Manica Forestry Industry (IFLOMA) at the Messica administrative post. Five trees were randomly selected for each species. After felling, disks with a thickness of 12cm and diameter varying from 28 to 40cm were removed. Four specimens with defined dimensions of 2.5 x 2.5 x 10cm were removed from each disc, making a total of 40 specimens, 20 for each species. In these specimens, the basic density, anhydrous density, radial shrinkage, tangential shrinkage, shrinkage coefficient and moisture were measured. After data collection, an analysis of variance was performed using the statistical package called Statistix version 8.1. The averages obtained were compared using the Tukey test at 5% significance. From the results obtained, it was found that Eucalyptus camaldulensis wood is less dense, resulting in an average basic density of 0.53 g/cm$^{-3}$ and 1.18 of anisotropy coefficient in relation to *Eucalyptus urophylla* wood with an average basic density of 0.57 g/cm$^{-3}$ and 1.29 of anisotropy coefficient, based on the values of anisotropy coefficient, it can be seen that the wood of both species are dimensionally stable, and can be indicated for the furniture industry and civil construction.

[1] Para correspondência: fanuel@yambone.com
**DOI:** https://doi.org/10.5281/zenodo.17176560

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas de Eucalyptus, por sua rápida implantação e produtividade, vêm sendo destacadas como alternativa às espécies nativas (Almeida et al., 2023). Botanicamente, são angiospermas dicotiledôneas que apresentam madeira de alta qualidade e durabilidade, relacionada às suas propriedades físicas, como densidade e estabilidade dimensional (ABNT, 2003). Cabe destacar que a qualidade dessas madeiras também está relacionada à combinação de suas características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas, as quais possibilitam uma melhor aplicação da madeira conforme a finalidade desejada (Melo Jr. et al., 2022).

Diversos estudos demonstram seu uso na indústria de móveis, construção, energia e papel (Latorraca & Albuquerque, 2000), embora a variabilidade entre espécies limite sua aplicação em setores específicos, principalmente externos, sujeitos a variações ambientais.

A estabilidade da madeira, avaliada pela densidade e pelo coeficiente de anisotropia, é fundamental para evitar rachaduras e empenamentos (Alves et al., 2017). Além disso, a retractilidade, que mede a variação dimensional devido à umidade, é essencial para processos de secagem aquando da redução do teor da umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF) e uso final (Braz et al., 2015).

Apesar de sua versatilidade, a variabilidade entre espécies e as tensões de crescimento e secagem limitam a eficiência na utilização, além de ocasionar perdas na madeira serrada (Batista et al., 2015). No contexto de aumento do consumo e de programas de reflorestamento, o conhecimento detalhado dessas características é fundamental para ampliar seu uso, reduzir a pressão sobre espécies nativas e promover melhorias tecnológicas, além do melhoramento genético (Golle et al., 2009).

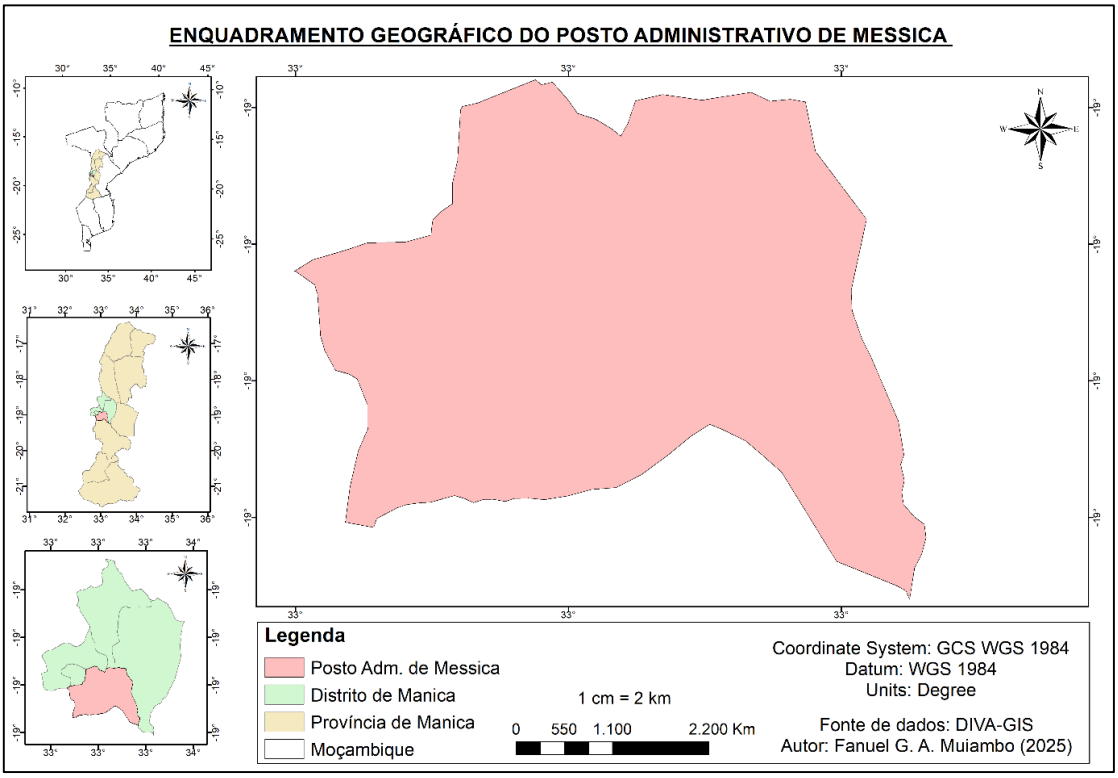
Este estudo busca contribuir para esse entendimento, visando aumentar a aplicação e a substituição de madeiras nativas por espécies de rápido crescimento, por meio da avaliação das variações das propriedades físicas de madeira de *Eucalyptus camadulensis* e *Eucalyptus urophylla.*

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi conduzido em um povoamento de Eucalyptus de 15 anos, na Posto Administrativo de Messica, distrito de Manica, na Província homônima, região centro de Moçambique (Figura 1). Localizada na parte central a oeste da Província de Manica, a área possui formato alongado e estreito, com limites ao norte pelo distrito de Bárue, ao sul pelo distrito de Sussundenga, ao leste pela cidade de Chimoio e ao oeste, em toda a sua extensão, pela República do Zimbabwe (Instituto Nacional de Estatística – INE, 2024).

**Figura 1.** Localização geográfica do Posto Administrativo de Messica




**Fonte:** Autores (2025)

O clima na região de Manica, segundo a classificação de Köppen, é temperado húmido (Cw), com uma média anual de precipitação entre 1000 e 1020 mm, distribuída de forma desigual ao longo do ano, evidenciando duas estações distintas: chuvosa e seca (Ministério da Administração Estatal, 2014). A temperatura média anual é de 21,2°C, com extremos mensais de 18,5°C em fevereiro e 7,3°C em julho. A região é drenada pelo rio Revuè, que deságua no rio Búzi, principal bacia hidrográfica local (INE, 2024).

Quanto ao solo, predominam os argilosos, vermelhos, profundos e bem drenados, com topografia suavemente ondulada. Nos declives superiores, cume das montanhas e áreas rochosas, encontram-se solos líticos, franco-arenosos, pouco profundos e com drenagem excessiva. Apesar da baixa fertilidade, esses solos são propícios para a produção florestal, devido à sua profundidade e erosão limitadas (Ministério da Administração Estatal – MAE, 2012).

## 2.2 Coleta de dados

Os dados foram obtidos em um povoamento de género de *Eucalyptus* da Industria Florestal de Manica (IFLOMA) aos 15 anos de idade espaçada em 3 x 3m. Deste povoamento, trabalhou-se com duas espécies, designadamente, *Eucalyputos camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*. Foram de forma arbitrária selecionadas 5 árvores para cada espécie, observando o aspecto fitossanitário dos indivíduos, as árvores foram

serradas para retirar discos com 12cm de espessura e 28 a 40cm de diâmetro, tendo resultado em 4 discos por indivíduo.

**Figura 2.** Retirada dos discos em árvores selecionadas



**Fonte:** Autores (2025).

**2.3 Preparação dos corpos de prova**

Todos os corpos de prova foram submetidos a uma análise laboratorial no Laboratório de Solos do Instituto Superior Politécnico de Manica, onde foram mensuradas as variáveis de umidade, densidade, retração, massa seca e volume verde. Para isso, foram retirados quatro corpos de prova de cada disco, com dimensões de 2.5 x 2.5 x 10 cm (largura x espessura x comprimento), totalizando 40 corpos de provas, 20 de cada espécie. A seleção e orientação dos corpos de prova foram realizadas de acordo com as dimensões recomendadas pela NBR 7190 - ABNT (1997).

As amostras foram codificadas conforme a recomendação da NBR 7190 - ABNT (1997), identificando a árvore e a região do tronco de onde os discos foram extraídos, facilitando a posterior identificação de cada corpo de prova. Para determinar a umidade, as amostras foram secas em estufa a 105°C, e foi registrada a massa de cada corpo de prova em uma balança com precisão de 0,01 g (Figura 3).

**Figura 3.** Corpos de prova amostrais retiradas nos discos



**Fonte:** Autores (2025)

**2.4 Determinação da densidade básica**

A determinação da densidade básica (relação entre a massa seca em estufa e o volume no estado completamente saturado) foi realizada utilizando corpos de prova de madeira com dimensões de 2.5 x 2.5 x 10 cm, seguindo o método proposto por Keylwerth (1954). Posteriormente, esse procedimento foi utilizado com sucesso por diversos autores, incluindo Smith (1954), Scaramuzzi (1966), e Cruz; Pio; Iwakiri (2019).

$$\rho_{bas} = \frac{m_{seca}}{V_{verde}} \quad (1)$$

Onde: $\rho_{bas}$ – Densidade básica (g.cm$^{-3}$); m – massa seca (g); V – volume verde (cm$^3$).

**2.5 Determinação da densidade Anidra**

A determinação da densidade anidra (relação entre o peso seco em estufa e volume no estado completamente seco) é dado pelo peso de cada corpo de prova e entre os volumes da madeira no estado seco, conforme recomendações da NBR 7190 - ABNT (1997), como apresentado pela equação 2.

$$\rho_{anidra} = \frac{P_{seca}}{V_{seco}} \quad (2)$$

Onde: $\rho_{anidra}$ – densidade Anidra; Pseco – Peso seco (g); Vseco – Volume seco (cm$^3$)

**2.6 Determinação de teor de humidade**

As amostras foram identificadas e armazenadas em embalagem plásticas fechadas, para posterior pesagem em uma balança analítica para a determinação da massa inicial com a precisão de 0,01g na condição verde e encaminhadas para secagem a uma temperatura máxima 105°C, sendo submetidas a pesagem periódica até obtenção de massa constante para cálculo do teor de humidade segundo o método gravimétrico, apresentado na equação 3.

$$U_{(\%)} = \frac{(M_u - M_s)}{M_s} * 100 \quad (3)$$

Onde: U – Teor de umidade, em %; Ms – Massa seca ao ar (peso inicial da amostra) em g; Ms – Massa em estufa em g.

**2.7 Determinação da retratibilidade tangencial e radial**

Para a determinação da retração (tangencial e radial) dos corpos de prova foi realizado o somatório da variação dimensional em cada direção anatómica (tangencial e radial). Assim, a retração (tangencial e radial) foi calculado em relação às suas dimensões saturadas, conforme recomendações da NBR 7190 - ABNT (1997), Equação 4.

$$R = \frac{D_{úmida} - D_{seca}}{D_{úmida}} \quad (4)$$

Onde: R – Retração linear em cada direção em cm; D – Dimensão, em cm.

**2.8 Determinação de coeficiente de anisotropia**

De acordo com a Comisión Panamerica na de Normas Técnicas – COPANT 462 (1972), os corpos de prova foram produzidos a partir de duas posições distintas (tangencial e radial), o coeficiente de anisotropia foi determinado por meio da razão da retração tangencial e retração radial, conforme apresentado na equação 5.

$$CA = \frac{R_t}{R_r} \quad (5)$$

Onde: CA – Coeficiente de anisotropia; Rt – Retração tangencial em cm; Rr – Retração radial em cm.

**2.9 Determinação de retração volumétrica**

O coeficiente volumétrico de uma madeira é dado pela diferença entre os volumes da madeira no estado saturado de humidade (≥PSF) e no estado absolutamente seco relacionada ao volume seco, como apresentado pela equação 6.

$$CV = \frac{V_{umido} - V_{seco}}{V_{umido}} \quad (6)$$

Onde: CA – Coeficiente volumétrica; V – Volume em $cm^3$.

**2.10 Análise estatística dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância usando o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (*E. camaldulensis e E. urophylla*), a análise foi feita para as propriedades físicas, nomeadamente, teor de umidade, densidade básica, densidade anidra, retração tangencial, retração radial, retração volumétrica e coeficiente de anisotropia, tendo as médios comparadas pelo teste de *Tukey* a um nível de significância de 5% com o auxílio do pacote estatística Statistix versão 8.1 gratuito.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

**3.1 Retracção radial, tangencial, volumétrica e no coeficiente de anisotropia**

Os resultados médios obtidos por meio de teste de *Tukey* a 5% de significância para a retratibilidade (radial e tangencial), coeficiente de anisotropia e retracção volumétrica encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores médios de retracção radial, retracção tangencial, coeficiente de anisotropia e retracção volumétrica

| Espécie | Retracção radial (%) | Retracção Tangencial (%) | Coeficiente De Anisotropia (%) | Retracção Volumétrica (%) |
|---|---|---|---|---|
| *E. urophylla* | 8.79 a | 8 a | 1.29 a | 18 a |
| *E. camaldulensis* | 9.16 a | 9.90 a | 1.18 a | 20.02 a |

**Observação:** Medias seguidas de mesma letra na vertical não difere entre si ($p>0.05$).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as espécies nas variáveis de retracção radial, tangencial, volumétrica e no coeficiente de anisotropia, conforme o teste de Tukey a 5%. A madeira de *Eucalyptus urophylla* apresentou valores médios de 8.79% para retracção radial e 8.00% para retracção tangencial. Por sua vez, *Eucalyptus camaldulensis* mostrou retracções de 9.16% radial e 9.90% tangencial.

Esses resultados estão dentro do intervalo observado por Muller et al. (2014), que estudaram *Eucalyptus benthamii* e encontraram valores de 5.91% e 13.87% para retracções radial e tangencial, respectivamente. Medeiros et al. (2016) determinaram as contracções nas direcções radial e tangencial, reportando um resultado de 2.03% para o factor anisotrópico. Comparando com outros estudos, Oliveira, Tomazello Filho e Fiedler (2010) relataram retracção radial de 6.70% para *Eucalyptus benthamii* e 9.40% para *Eucalyptus paniculata*, enquanto a retracção tangencial foi de 15.20% para *E. benthamii* e 15.50% para *E. paniculata*.

A maior variação foi observada no sentido tangencial, atribuída às características anatómicas, como o volume de raios e a restrição imposta pelas células (Galvão; Jankowsky, 1985). De acordo com os resultados, a relação entre retracção tangencial e radial para *Eucalyptus camaldulensis* e *urophylla* foi inferior a 1.50. Oliveira (2023) encontrou um valor de 1.26 para o coeficiente de anisotropia em *Eucalyptus grandis* x *camaldulensis*, o que se encontra dentro do intervalo dos achados deste estudo, excepto para o clone 1010, que apresentou um valor de 0.74. Muller et al. (2014) relataram um valor médio de 2.36, superior aos resultados actuais.

Almeida et al. (2023) afirmam que valores mais altos de CA indicam maior susceptibilidade a defeitos na secagem, enquanto Durlo e Marchiori (1992) classificam os valores de 1.20 a 1.50 como excelentes, de 1.50 a 2.00 como normais e acima de 2.00 como ruins. Assim, as madeiras de *Eucalyptus camaldulensis* e *urophylla*, com um CA inferior a 1.50, apresentam excelente estabilidade dimensional e menor propensão a defeitos na secagem, sendo recomendadas para a construção civil e a indústria moveleira, embora ainda sejam necessários cuidados.

Na retracção volumétrica, os valores variaram entre 18.00% e 20.02%, considerados de média retracção segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1985). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2010), que estudaram sete espécies de Eucalyptus aos 16 anos, com retracções entre 15.90% e 27.20%, indicando uma alta retracção volumétrica dessas espécies.

### 3.2 Densidade básica, densidade anidra e umidade

Os resultados dos rendimentos médios de densidade básica, densidade anidra e humidade encontram-se na Tabela 2. Com base nos resultados obtidos, observa-se que em geral, a madeira de *Eucalyptus urophylla* teve melhor desempenho pelos seus valores de densidade básica e anidra serem maiores que da madeira de *Eucalyptus comaldulensis*, tendo ambas espécies apresentado valores estatisticamente não significativos para o teor de humidade na madeira.

**Tabela 2.** Valores médios de densidade básica, densidade anidra e humidade

| **Espécie** | **Densidade Básica** ($g/cm^{-3}$) | **Densidade Anidra** ($g/cm^{-3}$) | **Umidade** (%) |
|---|---|---|---|
| *E. urophylla* | 0.59 a | 0.73 a | 43.60 a |
| *E. camaldulensis* | 0.53 b | 0.67 b | 43.41 a |

**Observação:** Medias seguidas de mesma letra na vertical não difere entre si (p>0.05).

Com base no teste de Tukey a 5%, houve diferenças significativas entre as espécies para densidade básica e densidade anidra. A densidade básica de *Eucalyptus camaldulensis* foi de 0.53 g/cm³ e a de *Eucalyptus urophylla* foi de 0.59 g/cm³, dentro do intervalo de 0.40 a 0.65 g/cm³ (Batista et al., 2010), semelhante ao avaliado por Muller et al. (2014) para *E. benthamii* (0.52 g/cm³).

Quanto à densidade anidra, *E. urophylla* apresentou média de 0.74 g/cm³, maior que os 0.67 g/cm³ de *E. camaldulensis*, sendo ambos classificados como madeiras de densidade média. Comparativamente, Carvalho et al. (2015) determinaram a densidade anidra da madeira de *Eucalyptus grandis* e *E. cloeziana*, obtendo valores de 0.56 g/cm³ e 0.80 g/cm³, respectivamente, ambas provenientes de plantios com 16 anos de idade. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (2012), as madeiras são classificadas como leves (densidade básica < 0.50 g/cm³), médias (densidade básica de 0.51 a 0.72 g/cm³) e pesadas (densidade básica > 0.73 g/cm³).

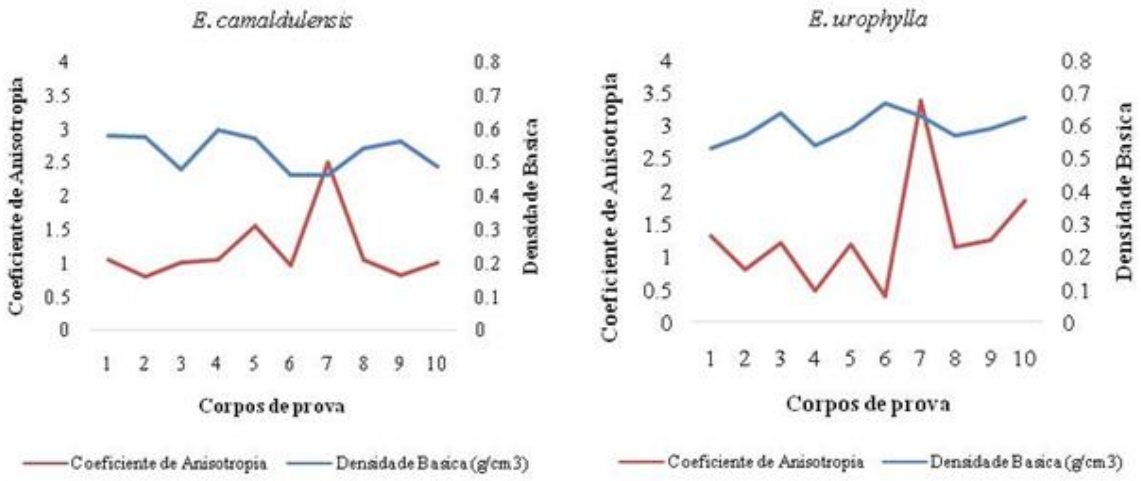
Segundo Kollmann e Cotê (1968) e Poubel et al. (2011), quanto maior a densidade, maior a retracção da madeira, influenciada pela espessura das paredes e pelo ângulo das

microfibrilas. Quanto ao teor de umidade, ambos apresentaram valores acima de 30%, sem diferença estatística, o que influencia na resistência e no comportamento na secagem, sendo a variação mais pronunciada abaixo de 30%, próximo ao ponto de saturação das fibras (Rodrigues, 2008).

### 3.3 Estabilidade dimensional de madeira

De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, observa-se que os valores de densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* demonstraram menor variação entre os corpos de prova em comparação com a densidade da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*.

**Figura 4.** Relação entre densidade básica e coeficiente de anisotropia




**Fonte:** Autores (2025)

Segundo Almeida et al. (2023), as variações dimensionais não ocorrem de modo uniforme em todas as peças de madeira, o que resulta em comportamentos distintos quanto à retracção dessas peças durante o seu processamento. Conforme Júnior (2022), o coeficiente de anisotropia isoladamente não caracteriza a estabilidade dimensional da madeira, sendo necessário considerar factores como formação, processamento, secagem e armazenamento. Batista et al. (2010) destacam que a estrutura anatómica influencia directamente a densidade, que, por sua vez, afecta a anisotropia.

Avaliações de espécies de Eucalyptus revelaram uma relação directa entre densidade básica e anisotropia, embora essa variação possa ser explicada por factores ambientais e anatómicos, como comprimento das fibras, ângulo microfibrilar e presença de lenho juvenil, conforme Alzate, Tomazello Filho e Piedade (2005).

Juizo et al. (2015) observam que valores de anisotropia mais próximos de 1.0 indicam maior estabilidade dimensional. Segundo Durlo e Marchiori (1992), o lenho adulto

apresenta coeficientes superiores a 2.0, dificultando sua estabilidade, enquanto o lenho juvenil, com valores entre 1.2 e 1.5, apresenta maior estabilidade, relacionada à massa específica.

## 4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que as madeiras de ambas as espécies apresentam estabilidade dimensional, considerando seus valores de densidade básica e coeficiente de anisotropia. Apesar da baixa densidade, a madeira de *Eucalyptus camaldulensis* demonstrou alta retracção radial, tangencial e volumétrica, sem diferenças estatísticas significativas em relação à madeira de *Eucalyptus urophylla*.

O coeficiente de anisotropia foi excelente para ambas as espécies, com valores de 1.18% para *E. camaldulensis* e 1.29% para *E. urophylla*. Ademais, a madeira de *E. camaldulensis* é menos densa que a de *E. urophylla*, sendo que ambas apresentaram diferenças não significativas no teor de umidade.

## 4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Tiago; ALMEIDA, Diego; AQUINO, Vinicius; CHRISTOFORO, André; LAHR, Francisco. Estudo analítico da estabilidade dimensional longitudinal das espécies de madeira tropicais brasileiras. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 1, e65389, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509865389. Acesso em: 27 maio 2025.

ALVES, Rejane Costa; OLIVEIRA, Ana Lucia; CARRASCO, Edgar Vladmiro. Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte/MG, Brasil. Artigo Original. Floresta Ambient., v. 24, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2179-8087.015312. Acesso em: 21 maio 2025.

ALZATE, Sandra Bibiana; TOMAZELLO, Mário Filho; PIEDADE, Sónia Maria. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *grandis x urophylla*. 2005. Scientia Forestalis, n. 68, p. 87-95. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr68/cap08.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941. Madeira: Determinação da Densidade Básica. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/2789/abnt-nbr11941-madeira-determinacao-da-densidade-basica. Acesso em: 20 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. 1997. Disponível em: https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5220/abnt-nbr7190-projeto-de-estruturas-de-madeira. Acesso em: 21 maio 2025.

BATISTA, Djeison; KLITZKE, Ricardo; DA ROCHA, Marcio. Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus sp*. 2015. Ciênc. Florest., v. 25, n. 3, p. 445-456. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509819621. Acesso em: 15 maio 2025.

BATISTA, Djeison; KLITZKE, Ricardo; SANTOS, Carlos. Densidade básica e retrabilidade da madeira de clones de três espécies de Eucalyptus. 2010. Ciência Florestal, v. 20, n. 4, p. 665–674. Disponível em: https://doi.org/10.5902/198050982425. Acesso em: 19 maio 2025.

BRAZ, Rafael Leite et al. Curva Característica de Secagem da Madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao Ar Livre. Floresta Ambient., v. 22, n. 1, p. 1-12, jan.-mar. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2179-8087.037913. Acesso em: 20 maio 2025.

CARVALHO, Douglas Edson et al. Variação dimensional da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*. Scientia Agraria Paranaensis, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 178–182, 2015. DOI: 10.18188/sap.v14i3.9439. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/9439. Acesso em: 27 maio 2025.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT). Catálogo de normas COPANT. Disponível em: https://copant.org/. Acesso em: 10 maio 2025.

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

GALVÃO, Antonio Paulo; JANKOWSKY, Ivaldo. Secagem racional da madeira. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1985.

GOLLE, Diego Pascoal et al. Melhoramento florestal: ênfase na aplicação da biotecnologia. Ciência Florestal, v. 39, n. 5, p. 1-10, ago. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500050. Acesso em: 20 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Banco de dados de madeiras brasileiras. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br. Acesso em: 20 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). Estatísticas do Distrito de Manica, 2019-2023. Instituto Nacional de Estatística – Moçambique, 2024. Disponível em: https://ine.gov.mz/documents/20119/270713/Manica_Junho2024.pdf/a5f541ec-d8ec-28f3-19b0-d084d42160c5?version=1.0&t=1722938879382&download=true. Acesso em: 20 maio 2025.

JÚNIOR, Osmar de Freitas Neves. Usinagem da madeira de *Tectona grandis* Linn F. Jovem proveniente de diferentes materiais genéticos e espaçamentos de plantio. Seropédica – RJ, 2022. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/20215/1/OSMAR%20DE%20FREITAS%20NEVES%20JUNIOR.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

KEYWERTH, R. A Contribution to Qualitative Growth Analysis. Holz Roh-u Werkstoff, v. 12, n. 3, p. 77-83, 1954.

KOLLMANN, Franz Paul; CÔTÉ, Junior Wilfred. Principles of Wood Science and Technology. Berlin: Springer-Verlag, 1968.

LATORRACA, Joao Vicente; ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. Floresta e Ambiente, FLORAM, v. 7, n. único, p. 279-291, 2000. Disponível em: https://www.floram.org/journal/floram/article/588e21f4e710ab87018b45b5. Acesso

em: 21 maio 2025.

MEDEIROS, B. L. M. A. et al. Avaliação das propriedades físicas e químicas da madeira de Corymbia citriodora e *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis* cultivadas no Piauí. Nativa, v. 4, n. 6, p. 403-407, 2016.

MELO JR., João Carlos; SELLIN, Noeli; BOLGENHAGEN, Adriano. Avaliação comparada dos parâmetros físico anatómicos que influenciam na colagem lateral de painéis de madeira de *Pinus Elliottii* e *Pinus Taeda*. Revista Brasileira de Contabilidade e Gestão, v. 10, n. 19, p. 031-048, 2022. DOI: 10.5965/2316419010172021031. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361786796_AVALIACAO_COMPARADA_DOS_PARAMETROS_FISICO_ANATOMICOS_QUE_INFLUENCIAM_NA_COLAGEM_LATERAL_DE_PAINEIS_DE_MADEIRA_DE_PINUS_ELLIOTTII_E_PINUS_TAEDA. Acesso em: 19 maio 2025.

OLIVEIRA, José; TOMAZELLO, Mário Filho; FIEDLER, Nilton Cesar. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. 2010. Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929 - 936. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500018. Acesso em: 19 maio 2025.

OLIVEIRA, Lorrainy de Jesus. Caracterização das madeiras mogno africano (Khaya A. Chev.) e de dois clones de *Eucalyptus* para pisos. 2023. Disponível em: https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_lorrainy_de_jesus_oliveira.pdf. Acesso em: 19 maio 2025.

POUBEL, Dallyene; GARCIA, Rosilei; LATORRACA, Joao; CARVALHO, Alexandre. Estrutura Anatômica e Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 2, p. 117–126, 2011. DOI: 10.4322/floram.2011.029. Disponível em: https://www.scielo.br/j/floram/a/7JRF9vPc6PKdxP6LjVFYrZC/?lang=pt. Acesso em: 27 maio 2025.

REMADE. Importância da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. n. 59, Revista da madeira, 2018. Disponível em: https://www.remade.com.br/revistadamadeira/edicoes/ed_158/004.html. Acesso em: 15 maio 2025.

RODRIGUES, Érica de Alvarenga et al. Seleção de clones de Eucalyptus para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvores no campo. CERNE, v. 14, n. 2, p. 121-130, abr.-jun. 2008. Disponível em: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74414207. Acesso em: 27 maio 2025.

RODRIGUES, Rodrigo Augusto Dias. Variabilidade de propriedades físico – mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para construção civil. Estado de São Paulo – Brasil, 2002. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11149/tde-07022003-074715/publico/rodrigo.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

SANGUMBE, Lino Vicente; PIRES, Luisa Epalanga; DE ASCENÇÃO, João Agostinho. Densidad básica y características anatómicas de la madera de nueve especies del bosque del Maiombe, provincia de Cabinda, Angola. Ojeando la Agenda, ISSN 1989-6794, n. 57, 2019. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6810508. Acesso em: 23 maio 2025.

SCARAMUZZI, G. A Comparison of Some Methods for Determining the Basic Density of Increment Cores of Euramerican Poplar Hybrids. Proceedings of Sixth World Forestry Congress, v. III, p. 3454-3459, 1966.

SMITH, Diana. Maximum Moisture Content Method for Determining Specific Gravity of Small Wood Samples. U.S. Forest Products Laboratory in cooperation with the University of Wisconsin, 1954. Disponível em: https://archive.org/details/CAT11137690. Acesso em: 10 maio 2025.