



VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Acacia mangium* Willd. AO LONGO DO FUSTE EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ

Camilly Alho da Silva¹, Joyce Batista Costa Azevedo¹, Ramom Lima Ferreira¹, Bruna Duque Guirardi², Jackson Rodrigo de Lima Barbosa³

¹Discentes do curso superior de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal do Amapá, *Campus* Laranjal do Jari. E-mail: joycejbca@gmail.com; camillyalho07@gmail.com; ramom91740120@gmail.com; ²Engenheira Florestal, docente do Colegiado de Engenharia Florestal, Instituto Federal do Amapá *Campus* Laranjal do Jari; E-mail: bruna.guirardi@ifap.edu.br; ³Engenheiro Florestal, Técnico em Laboratório no Instituto Federal do Amapá *Campus* Laranjal do Jari. E-mail: jackson.barbosa@ifap.edu.br.

Tecnologia da Madeira: Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira

RESUMO

A *Acacia mangium* é uma espécie exótica que tem sido bastante utilizada em programas de reflorestamento devido ao fato do seu rápido crescimento, além de ter aplicabilidade em outros setores madeireiros. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a variação da densidade básica da madeira de *Acacia mangium* Willd. ao longo do fuste, no sentido base-topo. O local de estudo foi em um povoamento localizado na Trilha Wajãpi, *Campus* Laranjal do Jari, do Instituto Federal do Amapá. Onde selecionou-se aleatoriamente árvores representativas da população, seccionando o fuste para retirada de discos nas posições de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. A densidade básica foi determinada, a partir da razão entre a massa seca e o volume verde das amostras. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições. Os resultados revelaram variação numérica entre 0,44 e 0,53 g/cm⁻³, porém sem diferença estatística significativa entre as posições avaliadas ($p > 0,05$). A maior densidade foi observada na base do fuste. Esses resultados indicam uma distribuição relativamente homogênea da densidade básica ao longo do tronco, característica desejável para o aproveitamento tecnológico da madeira. Sendo assim, a *A. mangium* apresenta potencial para uso industrial e reflorestamento sustentável nas condições edafoclimáticas do município de Laranjal do Jari.

Palavras-chave: Homogeneidade estrutural, Propriedades físicas da madeira, Reflorestamento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material natural de grande importância econômica e ecológica, sendo utilizadas para diversos usos, como na construção civil, produção de papel, móveis, entre outros. Dentre suas propriedades físicas, a densidade básica é uma das mais relevantes, pois influencia diretamente na resistência mecânica, na trabalhabilidade e no rendimento industrial. Em termos práticos, ela representa a

relação entre a massa seca e o volume verde da madeira, servindo como um dos principais parâmetros da qualidade do material (GONÇALVES, 2012).

A variação da densidade básica dentro de uma mesma árvore é um fenômeno natural, condicionado por fatores fisiológicos e ambientais. Essa variação pode ocorrer tanto no sentido radial, do centro para a periferia, quanto no sentido longitudinal, ou seja, ao longo do fuste. No sentido vertical, mudanças na densidade estão relacionadas à proporção entre madeira juvenil e adulta, além das diferenças anatômicas e estruturais formadas durante o crescimento (VALE; BRASIL; MARTINS, 1999). No caso de espécies de rápido crescimento, como a *Acacia mangium Willd.*, essas variações se tornam ainda mais expressivas. Essa espécie foi introduzida no Brasil para fins comerciais e de recuperação ambiental, e vem se destacando pelo alto potencial produtivo e pela boa adaptação a diferentes condições de solo e clima (KRISNAWATI; KALLIO; KANNINEN, 2011).

No entanto, a heterogeneidade da madeira ao longo do fuste pode impactar a sua utilização industrial, tornando-se primordial entender o comportamento da densidade básica da madeira em diferentes posições da árvore. Diversos estudos apontam que na *A. Mangium* a densidade básica tende a aumentar da base em direção ao meio do fuste e, em seguida, diminuir nas partes superiores, refletindo o equilíbrio entre crescimento e formação de tecidos de sustentação (NUGROHO et al., 2012). Essa distribuição influencia diretamente o rendimento da madeira em diferentes usos, como serraria, laminação ou produção de celulose, além de interferir nas propriedades mecânicas e na eficiência de secagem.

A avaliação da densidade básica também tem papel estratégico no melhoramento genético, aspectos ambientais e silviculturais que influenciam significativamente na formação da madeira. Variações na fertilidade do solo, na disponibilidade hídrica, na densidade de plantio e nas condições climáticas alteram o ritmo de crescimento das árvores e, consequentemente, a densidade da madeira produzida (NUGROHO et al., 2012).

Portanto, a análise dessa propriedade deve considerar o contexto ecológico e de manejo no qual o povoamento está inserido. Do ponto de vista técnico, a determinação da densidade básica é realizada por métodos padronizados, como os descritos na ABNT NBR 11941:2003, que estabelece o cálculo a partir da massa seca e do volume saturado da madeira (ABNT, 2003). O uso de metodologias reconhecidas

garante a comparabilidade entre estudos e assegura que os resultados obtidos sejam representativos e aplicáveis em diferentes regiões.

Dessa forma, investigar a variação da densidade básica ao longo do fuste de *Acacia mangium* permite não apenas compreender a estrutura interna da madeira, mas também aprimorar práticas de manejo florestal e orientar seu uso industrial. Sendo assim, o presente estudo busca avaliar a variação da densidade básica da madeira no sentido base-topo, considerando as posições de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a variação da densidade básica ao longo do fuste de *Acacia mangium* Willd. O experimento foi realizado na Trilha Wajãpi, localizada no Campus Laranjal do Jari do Instituto Federal do Amapá.

A amostragem foi composta por 7 árvores selecionadas de forma aleatória, representando a variabilidade diamétrica e de altura do povoamento. Foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total e a altura comercial de cada árvore, com o auxílio de fita diamétrica e hipsômetro. Essas informações permitiram caracterizar o perfil dendrométrico do material estudado e subsidiar análises de correlação com a densidade básica (GONÇALVES, 2012). Após o abate, cada árvore teve seu fuste seccionado em diferentes alturas relativas, correspondentes a 0% (base), 25%, 50%, 75%, e 100% da altura comercial. Em cada ponto foi retirado um disco transversal de aproximadamente 10 cm de espessura, devidamente identificado e acondicionado em sacos plásticos para evitar perda de umidade. Essa metodologia segue o padrão utilizado em estudos de variação longitudinal de densidade em espécies florestais tropicais (NUGROHO et al., 2012).

No laboratório, os discos foram cortados em cunhas, sendo selecionadas cunhas opostas para a determinação da densidade básica. As amostras foram saturadas em água até atingirem massa constante, garantindo que os poros estivessem completamente preenchidos. O volume verde foi determinado pelo método de imersão em água, de acordo com o princípio de Arquimedes, utilizando balança de precisão com sensibilidade de 0,01 g. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a 103 ± 2 °C até atingirem massa seca constante, procedimento necessário

para o cálculo da densidade básica. A densidade básica ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) foi obtida pela razão entre a massa seca e o volume verde das amostras, conforme estabelece a norma brasileira ABNT NBR 11941:2003 (ABNT, 2003). A densidade básica de cada posição foi obtida pela média aritmética das duas cunhas retiradas de cada disco correspondente àquela altura do fuste. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições (discos), duas cunhas de cada disco, totalizando-se 70 amostras. Após a obtenção dos dados procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, com níveis de significância de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a variação da densidade básica da madeira de *Acacia mangium* ao longo do fuste, considerando as posições relativas de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Observa-se que os valores variaram entre 0,44 e 0,53 g/cm^{-3} , sendo o maior valor registrado na base (0,53 g/cm^{-3}) e o menor nas posições intermediárias (25% e 50% da altura, com cerca de 0,44–0,45 g/cm^{-3}). A partir da metade do fuste, nota-se um leve aumento nas regiões de 75% e 100%, cujos valores atingiram aproximadamente 0,47 e 0,48 g/cm^{-3} , respectivamente.

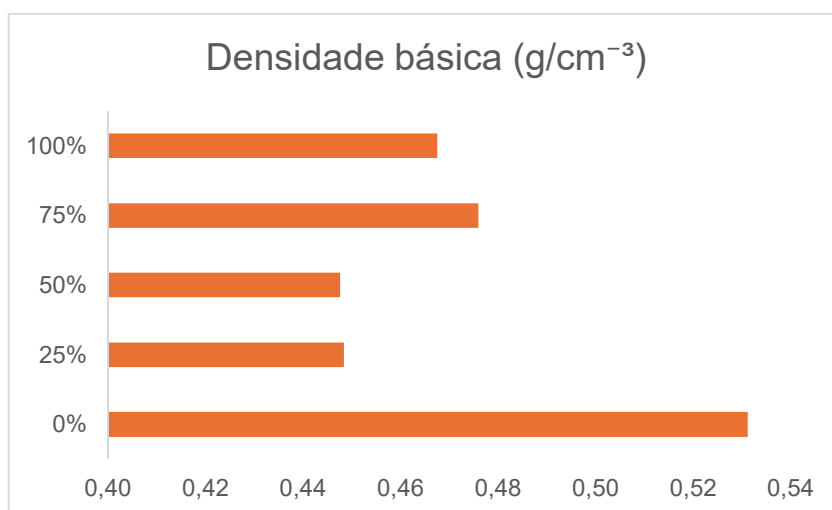


Figura 1. Densidade básica da madeira de *Acacia mangium*. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Apesar das variações numéricas, a análise de variância (ANOVA) não indicou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as posições analisadas. Esse resultado demonstra que, no conjunto das amostras avaliadas, a densidade básica da

madeira de *A. mangium* pode ser considerada relativamente homogênea ao longo do fuste. Segundo Gonçalves (2012), esse comportamento é desejável do ponto de vista tecnológico, pois indica maior previsibilidade das propriedades físicas da madeira e melhor aproveitamento industrial do material. A leve redução da densidade nas porções intermediárias pode estar relacionada à predominância de madeira juvenil, caracterizada por menor espessura de parede celular e maior proporção de lúmen, o que reduz a densidade aparente (VALE; BRASIL; MARTINS, 1999).

Já o discreto aumento nas seções superiores (75% e 100%) pode refletir ajustes estruturais do xilema para manter a resistência mecânica do fuste e a condução de seiva em diâmetros menores, conforme sugerem Nugroho et al. (2012). Os valores obtidos neste estudo estão dentro da faixa relatada na literatura para *A. mangium*, cujas densidades médias variam de 0,45 a 0,55 g/cm⁻³, dependendo das condições edafoclimáticas e da idade do plantio (KRISNAWATI; KALLIO; KANNINEN, 2011; NUGROHO et al., 2012). Isso indica que o povoamento avaliado apresenta qualidade compatível com outros estudos conduzidos em diferentes regiões tropicais.

Mesmo sem diferenças significativas, o padrão observado sugere que há uma leve tendência de maior densidade na base, o que pode estar associado à maior proporção de madeira adulta e maior deposição de compostos estruturais, como lignina e celulose (NUGROHO et al., 2012). Essa característica contribui para o aumento da resistência mecânica nas regiões inferiores do fuste, fundamentais para a sustentação da árvore.

É importante destacar que fatores ambientais, silviculturais e genéticos exercem influência sobre a densidade da madeira. Variações na fertilidade do solo, na disponibilidade hídrica e no espaçamento de plantio podem alterar o ritmo de crescimento e, conseqüentemente, a estrutura anatômica do lenho (VALE; BRASIL; MARTINS, 1999). Assim, estudos complementares que integrem análises dendrométricas e anatômicas podem contribuir para uma compreensão mais aprofundada da variabilidade da densidade básica em povoamentos de *A. mangium* sob diferentes condições de manejo.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar a variação da densidade básica da madeira de *Acacia mangium* ao longo do fuste, revelando valores médios entre 0,44 e 0,53

g/cm⁻³. Esse resultado demonstra que a espécie apresenta uma distribuição relativamente homogênea da densidade ao longo do tronco, característica desejável para o aproveitamento industrial da madeira. A homogeneidade da densidade básica sugere que o material proveniente tanto da base quanto das porções superiores do fuste possui potencial semelhante para diferentes aplicações tecnológicas, o que contribui para a otimização do uso da matéria-prima.

Além disso, os valores encontrados estão em consonância com os registrados na literatura para *A. mangium* cultivada em regiões tropicais, reforçando o bom desempenho da espécie nas condições edafoclimáticas do município de Laranjal do Jari. Dessa forma, os resultados obtidos indicam que *A. mangium* se apresenta como uma alternativa promissora para programas de reflorestamento e produção madeireira sustentável na região amazônica.

Recomenda-se, entretanto, a realização de estudos complementares que relacionem a densidade básica com parâmetros anatômicos, genéticos e de manejo silvicultural, a fim de aprofundar o conhecimento sobre a qualidade tecnológica da madeira e subsidiar práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: Madeira — Determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro, 2003.
- GONÇALVES, F. G. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 231–239, 2012.
- KRISNAWATI, H.; KALLIO, M.; KANNINEN, M. **Acacia mangium: ecology, silviculture and productivity**. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2011.
- NUGROHO, W. D.; OHASHI, S.; MATSUURA, T.; HATTORI, N. Radial variations in the anatomical characteristics and density of *Acacia mangium*. **Journal of Wood Science**, v. 58, n. 3, p. 185–193, 2012.
- PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. **Mixed-Effects Models in S and S-PLUS**. New York: Springer, 2000.
- VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; MARTINS, E. G. Variação axial da densidade básica da madeira de espécies tropicais. **Cerne**, v. 5, n. 1, p. 12–21, 1999.