

## Crescimento e densidade da madeira em povoamentos de *Anadenanthera peregrina* por densitometria de raio X

Paulo André Trazzi<sup>1</sup>; Juliano Baldez Silva Minervino<sup>2</sup>; Ana Paula Câmara<sup>3</sup>; Jean Carlos Lopes de Oliveira<sup>4</sup>; Graziela Baptista Vidaurre<sup>5</sup>; Marcos Vinicius Winckler Caldeira<sup>5</sup>; Jonnys Paz Castro<sup>6</sup>; João Vicente de Figueiredo Latorraca<sup>7</sup>

<sup>1</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre. E-mail:

[paulo.trazzi@ufac.br](mailto:paulo.trazzi@ufac.br)

<sup>2</sup>. Engenheiro Florestal, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre. E-mail:

[juliano.minervino@sou.ufac.br](mailto:juliano.minervino@sou.ufac.br)

<sup>3</sup>. Engenheira Florestal, Dra., Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: [apcamara01@gmail.com](mailto:apcamara01@gmail.com)

<sup>4</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. E-mail: [oliveirajcl34@gmail.com](mailto:oliveirajcl34@gmail.com)

<sup>5</sup>. Engenheiro (a) Florestal, Dr (a)., Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: [grazividaurre@gmail.com](mailto:grazividaurre@gmail.com); [mwwcaldeira@gmail.com](mailto:mwwcaldeira@gmail.com).

<sup>6</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: [jonnys\\_33@hotmail.com](mailto:jonnys_33@hotmail.com)

<sup>7</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: [latorraca@hotmail.com](mailto:latorraca@hotmail.com)

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do espaçamento de plantio no crescimento e densidade da madeira de *Anadenanthera peregrina* em povoamentos aos sete anos e meio de idade por meio de análises de densitometria de raios-X. Foram selecionados indivíduos de povoamentos com espaçamento de plantio 3 m x 3 m; 4 m x 4 m; e 5 m x 5 m. Amostras de “Base” (10 cm de altura), “DAP” (1,3 m de altura) e altura comercial (“Hcom”, a 3 m em relação à base da árvore) foram submetidas à densitometria de raios X. A densidade diminuiu com o aumento do espaçamento de plantio; espaçamentos mais amplos produziram maior incremento anual e maior crescimento acumulado.

Palavras-chave: angico; espaçamento; silvicultura, manejo.

### Introdução

Para que se promova a silvicultura com espécies nativas, mais informações são necessárias sobre a qualidade das sementes, produção de mudas, espaçamento de plantio, condições de plantio (sombra ou luz), taxas de crescimento, arranjo de espécies, atividades de manejo (desbaste, poda), pragas e controle de doenças, comprimento do ciclo de corte da madeira, qualidade das espécies plantadas, entre outros assuntos (ROLIM et al., 2019).

Dentre as informações necessárias para a promoção da silvicultura, fatores condicionantes na produção florestal como a idade de corte, a irrigação e o espaçamento de plantio exercem funções fundamentais no estabelecimento e na condução da floresta. Como regra geral, para um determinado tempo de rotação, espaçamento conduz a uma menor produção total de biomassa por unidade de área, mas maior biomassa por árvore (LELES et al., 2001; GONÇALVES et al., 2004).

Ponderando sobre estudos acerca de espécies nativas do Brasil, a *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., conhecida popularmente como angico-vermelho, é uma árvore da subfamília Mimosoideae e destaca-se por seu elevado potencial para produtos florestais madeireiros e não-madeireiros. Possui madeira de boa durabilidade e aceitação a vernizes. A espécie apresenta positivos resultados de regeneração natural e rápido crescimento, com produtividade de até 25,0 m<sup>3</sup>/ha.ano (CARVALHO, 2003).

No tocante ao acesso a mais informações sobre a formação da madeira, processos fisiológicos, quantidade ou proporção de diferentes tipos de células e arranjos espaciais, a densitometria por raios-x vem ganhando destaque (KOGA e ZANG, 2004). A técnica, além de configurar método não destrutivo, é uma tecnologia em pleno avanço, sobretudo por permitir a avaliação de características não eram possíveis por métodos aplicados anteriormente. Neste contexto, a densitometria por raios-x tem se tornado técnica cada vez mais relevante em estudos silviculturais (TOMAZELLO FILHO et al., 2008).

Considerando a importância de estudos relacionados ao crescimento, qualidade da madeira e importância de levantamentos silviculturais acerca de espécies nativas do Brasil, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do espaçamento de plantio no crescimento e densidade da madeira de *Anadenanthera peregrina* em povoamentos aos sete anos e meio de idade por meio de análises de densitometria de raios-X.

## Material e Métodos

A área de estudo selecionada está inserida em um espaço cedido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES (campus de Alegre), localizado na cidade de Alegre, no estado do Espírito Santo, Brasil (Figura 1), com acesso pela rodovia ES-482 (Cachoeira-Alegre) na altura do km 47.

A área experimental do campus do IFES, distrito de Rive, integra o Projeto de Pesquisa Floresta Piloto, uma iniciativa do Governo do Estado do Espírito Santo em parceria com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca – SEAG, EMBRAPA e outras instituições científicas e a iniciativa privada.

Para o experimento, foram alocados três blocos com 1.500 m<sup>2</sup> (30 m x 50 m) com espaçamentos de plantio de 3 m x 3 m (1111 árvores ha<sup>-1</sup>), 4 m x 4 m (625 árvores ha<sup>-1</sup>) e 5 m x 5 m (400 árvores ha<sup>-1</sup>). Foram selecionados indivíduos resultantes de um desbaste seletivo aplicado com a finalidade de reduzir a competição entre as árvores com 7,5 anos de idade. As árvores amostradas foram selecionadas em função das classes diamétricas, sendo colhidas 12 árvores por espaçamento, quatro árvores por bloco. Foram coletados discos com aproximadamente 4 cm de espessura em três alturas: “Base” (10 cm), “DAP” (1,3 m de altura) e altura comercial (“Hcom”, imediatamente antes da primeira bifurcação, a 3 m em relação à base da árvore). Todo o material foi devidamente identificado e armazenado em um galpão fechado e sem aquecimento.

Após secos em estufa, os discos foram lixados com o objetivo de tornar os anéis de crescimento mais visíveis. Uma amostra de aproximadamente 2 cm de largura do disco foi retirada, no sentido casca-medula-casca, posicionada a 45° do maior raio, representando a porção de crescimento médio da árvore.

A determinação das densidades aparentes anuais da madeira foi realizada pela técnica de densitometria de raios X, em amostras de madeira retiradas dos discos. As análises foram realizadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Os valores da largura dos anéis foram plotados de forma gráfica para a análise de datação cruzada. Esse procedimento permitiu identificar e eliminar falsos anéis de crescimento, gerando maior confiabilidade na análise. Assim, foi possível avaliar as densidades aparentes anuais, o incremento diamétrico médio anual e o crescimento acumulado em diâmetro por posição no tronco (Base, DAP e Hcom).

## Resultados e Discussão

Os espaçamentos de plantio e a posição no tronco proporcionaram diferenças significativas nas variáveis estudadas (densidade aparente, incremento diamétrico anual e crescimento acumulado em diâmetro). Não foi constatada interação significativa entre espaçamento de plantio e posição no tronco. A densidade, o incremento anual e o crescimento acumulado não foram afetados pela ação conjunta do espaçamento e posição no tronco.

De maneira geral, foi observado que a densidade diminuiu com o aumento do espaçamento de plantio e que espaçamentos mais amplos produziram maior incremento anual e maior crescimento acumulado (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de densidade (g cm<sup>-3</sup>), incremento diamétrico anual (cm) e crescimento acumulado em diâmetro (cm) em função do espaçamento de plantio em povoamentos de *Anadenanthera peregrina* aos 7,5 anos após o plantio, em Rive, Alegre, ES.

Espaçamento	Densidade	Incremento anual	Crescimento acumulado
3 m x 3 m	0,670 a	1,489 c	6,123 c
4 m x 4 m	0,659 a	1,828 b	7,735 b
5 m x 5 m	0,614 b	2,308 a	10,074 a

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Tratamentos silviculturais como espaçamento de plantio e desbastes, que visam promover maior incremento e produção de madeira em menor período de tempo, tendem a formar madeira com densidade menor devido ao efeito de maior diluição no crescimento celular, uma vez que o aumento da densidade da madeira e das características anatômicas como comprimento, diâmetro do lúmen e

espessura da parede da fibra são proporcionados por espaçamentos mais restritos (VIDAURRE et al., 2011; DOBNER JR et al., 2018).

Geralmente, espaçamentos de plantio mais amplos promovem o rápido crescimento nos primeiros anos, proporcionando árvores com diâmetro e volume individual maiores, enquanto que espaçamentos mais restritos, onde ocorre maior competição por espaço, nutrientes, água e luz, tendem a proporcionar crescimento em diâmetro e volume individual menores (SCOLFORO, 1997; BENIN et al., 2014).

A densidade da madeira, o incremento anual e o crescimento acumulado apresentaram variações significativas em função da posição no tronco (Tabela 2).

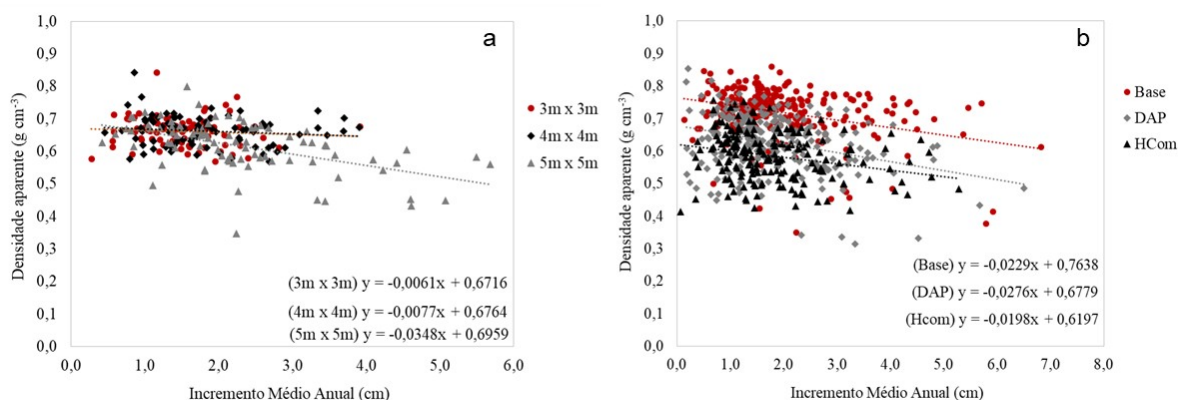
Tabela 2. Médias de densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ), incremento diamétrico anual (cm) e crescimento acumulado em diâmetro (cm) em função da posição do tronco, em povoamentos de *Anadenanthera peregrina* aos 7,5 anos após o plantio, em Rive, Alegre, ES.

Posição	Densidade	Incremento anual	Crescimento acumulado
Base	0,718 a	1,979 a	8,920 a
DAP	0,628 b	1,824 a	7,920 ab
Hcom	0,584 b	1,823 a	6,969 c

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O crescimento acumulado em diâmetro na base foi estatisticamente maior que na Hcom, razão explicada por questões genéticas e de fator de forma das árvores (BALLONI e SIMÕES, 1980). A densidade da madeira foi significativamente maior na base, comparando-se ao DAP e Hcom (Figura 1). A tendência de redução da densidade da madeira no sentido da base ao topo pode estar associada à maior proporção de lenho juvenil próxima ao topo (VIDAURRE et al., 2011).

Figura 1. Densidade da madeira de *Anadenanthera peregrina* em função do espaçamento de plantio (a) e posição no tronco (b).



## Conclusões

A densidade diminuiu com o aumento do espaçamento de plantio; espaçamentos mais amplos produziram maior incremento anual e maior crescimento acumulado; a densidade da madeira foi significativamente superior na base, comparando-se ao DAP e Hcom.

## Referências Bibliográficas

BALLONI, E. A., SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. IPEF, p.1-26, 1980. (Série Técnica, 3).

BENIN, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAWICK, L. F. Initial assessments on the plantation of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage deployed in different spacing. Applied Research & Agrotechnology, v. 7, n. 1, p. 55-61, 2014.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA Florestas, 2003. 1039 p.

DOBNER JR, M.; HUSS, J.; TOMAZELLO FILHO, M. Wood density of loblolly pine trees as affected by crown thinnings and harvest age in southern Brazil. Wood Science and Technology, v. 52, p. 465–485, 2018.

GONÇALVES, J. L. M., STAPE, J. L., LACLAU, J. P., SMETHURST, P., GAVA, J. L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. Forest Ecology and Management, v. 193, p. 45-61, 2004.

KOGA, S; ZHANG, S. Y. Inter-tree and Intratree variations in ring width and wood density components in balsam fir (*Abies balsamea*). Wood Science and Technology, v. 38, p. 149-162, 2004.

LELES, P. S. S., REIS, G. G., REIS, M. G. F., MORAIS, E.J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. Scientia Forestalis, v. 59, p. 77-87, 2001.

ROLIM, S. G., PIÑA-RODRIGUES, F. C., PIOTTO, D., BATISTA, A., FREITAS, M. L. M., JUNIOR, S. B.; CALMON, M. Research gaps and priorities in silviculture of native species in Brazil. WRI Brasil, 2019. 44 p.

SCOLFORO, J. R. S. Manejo Florestal. Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão. Lavras, 1997. 433 p.

TOMAZELLO FILHO, M.; BRAZOLIN, S.; CHAGAS, M.P.; OLIVEIRA, J.T.S.; BALLARIM, A.W.; BENJAMIN, C.A. Application of X-ray technique in nondestructive evaluation of Eucalypt Wood. Maderas: Ciência y Tecnología, v.10, n.2, p.139-149, 2008.

VIDAURRE, G. B.; LOMBARDI, L. R.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. C. Lenho Juvenil e Adulto e as Propriedades da Madeira. Floresta e Ambiente, v. 18, p. 469-480, 2011.