



Aumento da densidade de madeira de espécies oriundas de plantios mistos de restauração florestal

Kamilla Crysllayne Alves da Silva¹
Analder Sant'Anna Neto¹
Fernanda Aparecida Nazário de Carvalho²
Fabiola Martins Delatorre²
Iara Nobre Carmona¹
Ananias Francisco Dias Júnior²

¹Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil (kamialves97@gmail.com, asneto@alumni.usp.br, iaracarmona@usp.br) ²Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, 29550-000, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil (fernandacarvalhonaz@gmail.com, fabiolamdelatorre@gmail.com, ananiasjuniorr@gmail.com)

RESUMO: *O objetivo deste estudo foi avaliar as madeiras de plantios mistos de restauração da Mata Atlântica, analisando a variação da densidade da madeira de quatro espécies florestais em função do seu crescimento diametral. Para isso, foram amostrados discos de madeira de cada árvore na altura de 0,3 m do solo, que forneceram as amostras radiais (2 cm x 1 cm) para avaliação do perfil radial de densidade aparente por densitometria de raios-x. A análise do perfil traçado de densidade aparente da madeira mostrou a presença de picos de densidade, delimitando diferentes regiões da mata, apresentando variações de comprimentos, onde a densidades mínima e máxima para cada espécie foram: 0,346 e 0,517; 0,385 e 0,463; 0,890 e 0,982; 0,899 e 0,998 g cm⁻³ para canafístula (*Peltophorum dubium*), aroeira pimenta (*Schinus terebinthifolius*), jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*) e jatobá (*Hymenae courbaril*), respectivamente. Em geral, as análises ao longo dos perfis radiais indicaram o aumento da densidade da madeira no sentido medula-cambial dos troncos das árvores.*

Palavras-chave: densitometria de raios-X, espécies madeireiras da Mata Atlântica, classes sucessionais de espécies florestais

Introdução

Pesquisas têm sido desenvolvidas para aumentar a produtividade dos plantios florestais para atender à alta demanda por madeira nas próximas décadas, com investimentos em melhoramento genético e clonagem, preparo do solo e adubação mineral das árvores. Segundo Amazonas et al. (2018), as plantações florestais têm valor além de seus fins comerciais, indo além tanto do nível econômico quanto socioambiental. O atual estado de devastação das florestas em regiões tropicais, e grandes áreas degradadas, demonstra a necessidade urgente de intervenções para a reestruturação da biodiversidade e suas funções ecológicas (Rodrigues et al., 2009; Rodrigues et al., 2011).

Tem-se destacado a inclusão de espécies com potencial madeireiro dentro dos atuais modelos mistos de restauração florestal, de forma a atender a necessidade do produtor de recompor uma paisagem e ao mesmo tempo produzir madeira para geração de recursos e consequentemente



manutenção de plantações (Amazonas et al., 2018). A madeira apresenta diversas propriedades que propiciam sua destinação aos mais diversos usos. Pelas características químicas e anatômicas é um material bastante heterogêneo, o que se evidencia nas variações entre os planos que se apresenta: tangencial, radial e longitudinal. A densidade pode ser considerada um índice universal para avaliar a qualidade da madeira devido à sua fácil determinação e excelentes relações com os usos da madeira (Santos & Sansígolo, 2007; Lobão et al., 2010).

Visando conhecer a madeira de espécies provenientes de plantios de restauração da Mata Atlântica, o objetivo deste trabalho foi analisar o incremento da densidade da madeira de quatro espécies florestais em função do seu crescimento diametral.

Material e métodos

Localização e características da área de estudo

As árvores utilizadas neste estudo são provenientes de um plantio experimental misto de restauração da Mata Atlântica, instalado em março de 2004, por meio de convênio entre a ESALQ/IPEF e a Petrobrás, na Estação Experimental Anhembi do Departamento de Ciências Florestais da Universidade de São Paulo, em área destinada à Reserva Legal ao longo da caixa d'água de Barra Bonita.

Este estudo veio de um ensaio maior que testou um total de 20 espécies nativas em várias composições sucessionais. Neste caso a composição abordada foi com 50% de pioneiras e 50% de não pioneiras, cultivadas em espaçamento de 3 m x 2 m. É importante ressaltar que entre os anos de 2014 e 2015 houve uma crise hídrica devido ao baixo índice pluviométrico, o que pode ter influenciado nos mecanismos de crescimento e desenvolvimento dos indivíduos. Selecionamos aleatoriamente árvores das espécies mais comuns em plantações de restauração florestal da Mata Atlântica no Estado de São Paulo. A Tabela 1 apresenta as espécies utilizadas neste estudo e a respectiva indicação dos grupos sucessionais.

Tabela 1. Relação das espécies nativas avaliadas com nome popular, científico e família botânica.

Nome comum	Nome científico	Família	Grupo sucessional
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae (Caesalpinoideae)	Secundária Inicial
Aroeira Pimenta	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardinaceae	Pioneira
Jequitibá-Branco	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	Secundária Tardia
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae (Caesalpinoideae)	Climácica



A Figura 1 mostra o balanço hídrico da região calculado para o período de crise hídrica mencionado. Sua elaboração foi feita a partir dos dados meteorológicos, aplicando-se o valor de 300 mm da capacidade de água disponível no solo, de acordo com a classe de solo.

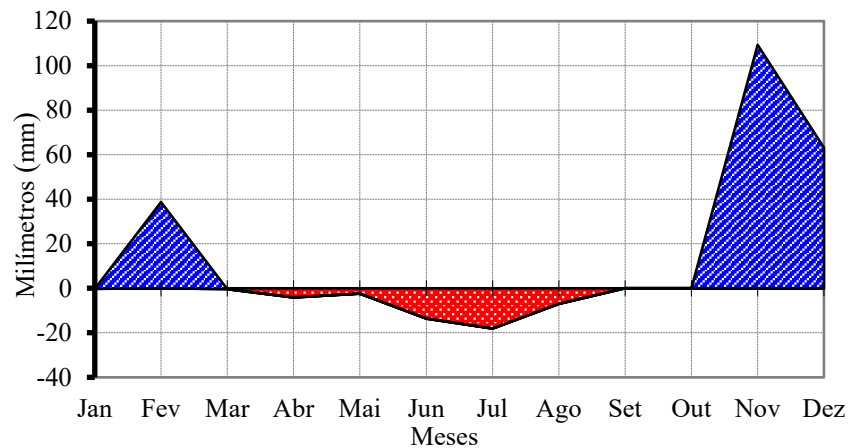


Figura 1: Balanço hídrico mensal, com base nos dados de janeiro de 2014 a dezembro de 2015.

Preparação da amostra e determinação da densidade por densitometria de raios-X

Uma vez colhidas as árvores selecionadas, foram retirados três discos de 2 cm de espessura, a aproximadamente 30 cm do solo. Dos discos foram feitas amostras ao longo do plano transversal, no sentido radial, com as dimensões de 2 cm x 1 cm. Em seguida, as amostras foram retiradas para estabilizar a umidade na câmara climática em até 12% (21 °C e 65% UR). Os valores de raios X (leitura de 80 μ m) atravessando a amostra de madeira foram transformados em densidade aparente. Além do perfil radial de densidade aparente, foram determinadas as densidades aparentes máxima, mínima e média da madeira.

Os dados foram analisados pela construção do perfil radial (casca-casca) para cada espécie estudada. Para identificar aquelas espécies com maior massa por unidade de volume, realizou-se previamente o teste de normalidade e em seguida realizou-se a análise de variância (ANAVA). As comparações múltiplas das médias foram realizadas pelo teste Scott-Knott a 95% de probabilidade. As análises foram realizadas no software Minitab 16.0®.

Resultado e discussão

A Tabela 2 apresenta as densidades, com valores que mostram a presença de regiões distintas na madeira, pois as densidades aparentes mínima e máxima variaram consideravelmente.

Tabela 2: Densidades básica e aparente obtidas por densitometria de raios X em amostras de madeira.

Espécies	Densidade da madeira por densitometria de raios-X (g cm^{-3})			
	Básica	Aparente	Aparente* (média)	(Min. – Máx.)
Canafistula	0,451	0,502	0,576 ^c	0,346 – 0,982
Aroeira Pimenta	0,442	0,634	0,655 ^b	0,517 – 0,890
Jequitibá-Branco	0,391	0,786	0,706 ^a	0,385 – 0,899
Jatobá	0,502	0,961	0,775 ^a	0,463 – 0,998

Onde: Min = mínimo; Máx = máximo. *Valores seguidos da mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott a 95% de probabilidade.

Os perfis radiais da densidade aparente, dados pelas imagens de raios X das amostras de madeira, podem ser vistos na Figura 2.

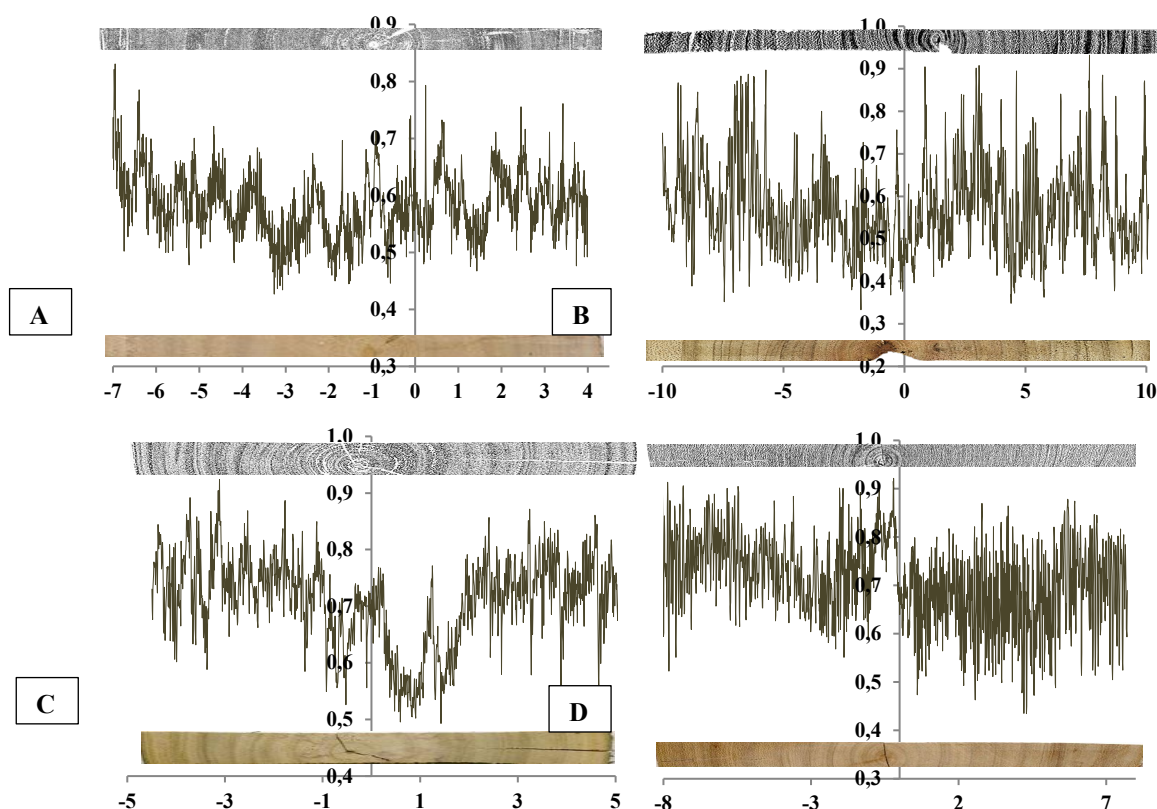
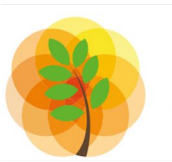


Figura 2. (A) Variação radial da densidade aparente da madeira de *Schinus terebinthifolius* (aroeira pimenta); (B) *Peltophorum dubium* (Canafistula); (C) *Cariniana estrellensis* (Jequitibá-branco); (D) *Hymenaea courbaril* (Jatobá). Em que o eixo X = distância diâmetrak (cm) e eixo Y = densidade aparente (g cm^{-3}).

Observou-se que houve aumento da densidade aparente no sentido caroço-casca para todas as espécies. Já na espécie jatobá, houve uma tendência a maiores valores de densidade próximo à cova, o que provavelmente está associado à presença de nós. Os perfis radiais de densidade aparente da



madeira assemelham-se aos encontrados na literatura, caracterizados pela menor densidade na madeira próxima à medula, aumentada em direção à casca (Tomazello Filho et al., 2008; Sette et al., 2009).

As amostras que apresentaram as menores variações de densidade aparente ao longo do plano foram as espécies de aroeira pimenta e canafistula, em contraste com as amostras de jequitibá-branco e jatobá que foram mais instáveis, principalmente na região ao redor da cova. As árvores apresentam reações a variáveis ambientais que afetam seus processos fisiológicos inatos, como respiração, fluxo de seiva, transpiração, taxa de divisão celular entre outros fatores, que se refletem na atividade do câmbio e na anatomia da madeira.

As regiões do perfil de densidade caracterizadas por maiores valores de densidade aparente estão relacionadas à formação de zonas fibrosas da madeira. A formação de faixas de crescimento de madeira de maior e menor densidade é provavelmente resultado da sazonalidade da atividade do tronco das árvores, devido às variações climáticas, principalmente relacionadas às estações com maior e menor disponibilidade de água, temperatura e fotoperíodo. A maior alternância de valores ao longo do trecho, independente da espécie estudada, foi verificada nas variações sazonais ocorridas nos anos de 2014 e 2015, quando foi registrado déficit hídrico (Figura 1) na região de estudo.

Conclusão

Os perfis radiais indicaram aumento da densidade da madeira no sentido caroço-casca nos troncos das árvores, exceto por algumas variações devido a defeitos na madeira e seu crescimento.

Referências bibliográficas

- AMAZONAS, N.T.; FORRESTER, D.I.; SILVA, C. C.; ALMEIDA, D. R. A.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S. 2018. High diversity mixed plantations of *Eucalyptus* and native trees: An interface between production and restoration for the tropics. *Forest Ecology and Management* v. 417, n. 2, p. 247–256, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.015>
- LOBÃO, M.S.; CHAGAS, M.P.; COSTA, D.S.P.; FERREIRA, D.T.B.; SETTE JÚNIOR, C.R.; CARVALHO, I.L.; TOMAZELLO FILHO, M. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características físico-anatômicas e usos da madeira. *Cerne*, v. 16, p. 97-105, 2010.
- RODRIGUES, R.R.; SANTIN BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 206p.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ARONSON, J.; BARRETO, T.E.; VIDAL C.Y.; BRANCALION, P.H.S. Large-scale ecological restoration of highdiversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, n. 261, p. 1605-1613, 2011. <http://dx.doi:10.1016/j.foreco.2010.07.005>
- SANTOS, S.R.; SANSÍGOLO, C.A. Influência da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* na qualidade da polpa branqueada. *Ciência Florestal*, v. 17, p. 53-63, 2007.



SETTE JÚNIOR, C.R.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.T.S.; CHAGAS, M.P.; LACLAU, J.P. Efeito da aplicação de potássio e sódio nas características do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* w.hill, aos 24 meses de idade. *Floresta*, v.39, n.3, p.535-546, 2009.

TOMAZELLO FILHO, M.; BRAZOLIN, S.; CHAGAS, M.P.; OLIVEIRA, J.T.S.; BALLARIN, 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. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2008000200006>

