

DESEMPENHO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL CULTIVADAS EM ARBORETO, JAÚ – SP, BRASIL¹

SILVICULTURAL PERFORMANCE OF SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST SPECIES CULTIVATED IN AN ARBORETUM, JAÚ – SP, BRAZIL¹

Marina Pérola Zerbinato José², Jozrael Henriques Rezende^{3,4}

RESUMO - A produção madeireira a partir de espécies nativas do Brasil carece de informações silviculturais sistematizadas. Nesse sentido este estudo objetivou monitorar o crescimento em altura, o diâmetro à altura do peito - DAP e a qualidade do fuste de dez espécies arbóreas com potencial madeireiro, nativas da Mata Atlântica, algumas também com ocorrência no Cerrado, ao longo de seis anos, e correlacionar essas variáveis com a frequência de podas de condução realizadas nos primeiros 30 meses. A metodologia consistiu no monitoramento dendrométrico de 96 indivíduos em um arboreto em Jaú - SP, por 72 meses, obtendo-se o Incremento Periódico Anual (IPA) das variáveis de crescimento. A qualidade do fuste (retidão e bifurcação) foi avaliada por notas (1-5). Os dados foram analisados por Modelos Lineares Generalizados (GLM) e Correlação de Spearman. *Astronium urundeuva* (Aroeira) apresentou o maior IPA em altura, enquanto *Cedrela fissilis* (Cedro-rosa) obteve o maior IPA em DAP, e *Cordia trichotoma* (Louro-pardo) apresentou a melhor qualidade de fuste. Houve correlação negativa significativa entre frequência de podas de condução, crescimento e qualidade do fuste. As espécies *A. urundeuva*, *C. fissilis* e *C. trichotoma* apresentaram bom potencial silvicultural inicial para produção de madeira. O trabalho reforça a importância do melhoramento genético de espécies nativas, através da seleção de indivíduos com boa conformação natural, para reduzir a necessidade de manejos de poda e mitigar os impactos negativos dessas intervenções sobre o crescimento, tornando a produção de madeira nativa mais eficiente e economicamente viável.

Palavras-chave: Espécies Arbóreas da Mata Atlântica, Silvicultura de nativas, Potencial madeireiro.

ABSTRACT - Timber production from native Brazilian species lacks systematized silvicultural information. Therefore, this study aimed to monitor height growth, diameter at breast height - DBH and stem quality of ten tree species with timber potential, native to the Atlantic Forest, some also found in the Brazilian Savanna, over six years and correlate these variables with the frequency of pruning performed up to 30 months after planting. The methodology consisted of dendrometric monitoring of 96 individuals in an arboretum in Jaú, São Paulo, for 72 months, obtaining the Annual Periodic Increment (IPA) of the growth variables. Stem quality (straightness and bifurcation) was assessed using scores (1-5). The data were analyzed using Generalized Linear Models (GLM) and Spearman's Correlation. *Astronium urundeuva* (Aroeira) had the highest IPA in height, while *Cedrela fissilis* (Cedro-rosa) had the highest IPA in DBH, and *Cordia trichotoma* (Louro-pardo) showed the best stem quality. There were significant negative correlations between pruning Frequency, growth, and stem quality. The species *A. urundeuva*, *C. fissilis*, and *C. trichotoma* had good silvicultural potential for timber production. The paper reinforces the importance of genetic improvement of native species. through the selection of individuals with good natural conformation, to reduce the need for pruning management and mitigate the negative impacts of these interventions on growth, making native timber production more efficient and economically viable.

Keywords: Atlantic Forest Tree Species, Native silviculture, Timber potential.

¹ Recebido em 08.04.2026. Aceito para publicação em 19.08.2026. Publicado em 15.09.2026.

² Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis (PPGPUR), Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Rod. João Leme dos Santos km 110, Bairro do Itinga, 13052-780, Sorocaba, SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-3433-416X>.

³ Fatec Jahu, Rua Frei Galvão, s/nº, Jardim Pedro Ometto, 17212-599, Jaú, SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-4686-9775>.

⁴ Autor para correspondência: Jozrael Henriques Rezende - jozrael.rezende@cps.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

A riqueza de espécies arbóreas dos biomas brasileiros indica um elevado potencial de produção madeireira a partir do plantio de espécies nativas. Entretanto, apesar do avanço da ciência brasileira em relação às técnicas de plantios de espécies nativas para restauração ecológica nas últimas décadas, o mesmo não ocorreu para plantios com objetivo de produção de madeira, produtos não madeireiros e geração de renda (Strassburg et al. 2014, Piotto et al. 2019, Rolim et al. 2019).

A ausência de informações sistematizadas sobre a silvicultura de espécies nativas e seu mercado, leva os produtores rurais a optarem pelo plantio de espécies exóticas como eucalipto e pinus, que vêm sendo estudadas há algumas décadas e possuem um pacote tecnológico com risco econômico baixo devido às cadeias produtivas já estabelecidas (Silva 2013). Para alterar este quadro, é fundamental desenvolver pesquisas que avaliem o comportamento de indivíduos de espécies arbóreas nativas no campo, explorando fatores como taxas de crescimento, características do fuste e a necessidade de desramas e podas, para que se possa avaliar o potencial silvicultural de cada espécie, definir as estratégias de melhoramento genético e determinar o manejo para a otimização da produção madeireira (Rolim et al. 2019).

Os primeiros anos de desenvolvimento das árvores são decisivos para a produção madeireira, logo, o monitoramento e o manejo adequado durante essa fase são indispensáveis para a formação de um fuste adequado para a comercialização. Entre os manejos propostos está a desrama, que consiste na retirada de galhos e ramos laterais para impulsionar o crescimento do indivíduo arbóreo e a qualidade de seu fuste, ou seja, a formação de um fuste mais retilíneo e sem

nós, que resultará na produção de madeira para a serraria e laminados (Figueiredo 2001).

Apesar das desramas serem amplamente recomendadas para espécies arbóreas nativas (Carvalho 2003, 2006, 2008, 2010, 2014), existem poucas informações sobre o desempenho dessas espécies quando submetidas a intervenções periódicas nos primeiros anos de vida, e sobre quais são a intensidade e frequência ideais dessas práticas para se obter madeira de alta qualidade. Somado a isso, no caso de espécies exóticas, alguns estudos apontam para efeitos neutros ou negativos após a poda, principalmente no que se refere ao incremento em diâmetro das árvores (Nogueira et al. 2015, Pezzutti et al. 2016).

Diante dessas lacunas, este estudo teve como objetivo monitorar o desempenho silvicultural (crescimento em altura e diâmetro do caule, e qualidade do fuste) de dez espécies arbóreas com potencial madeireiro, nativas da Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual), algumas também com ocorrência no Cerrado. O monitoramento foi realizado ao longo de seis anos após o plantio, e buscou-se, adicionalmente, analisar a correlação entre o desempenho das árvores e a frequência de podas de condução realizadas nos primeiros dois anos e meio de pós-plantio.

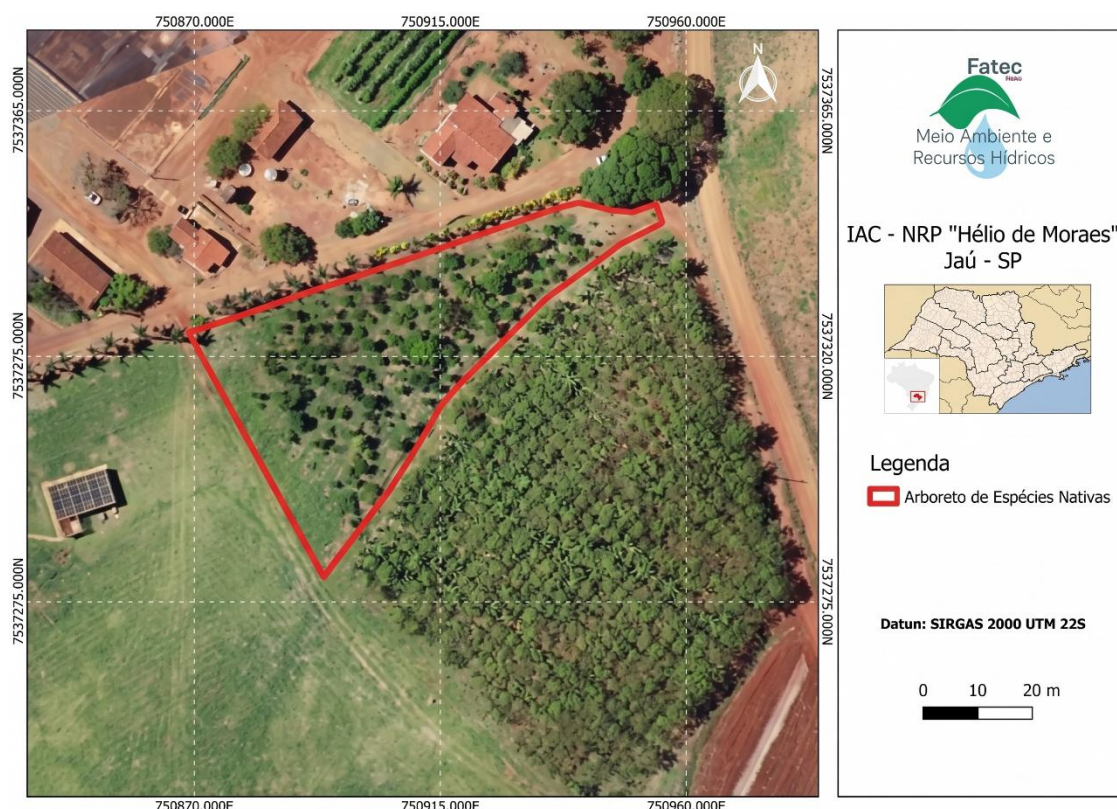
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e implantação do experimento

O estudo foi realizado no Núcleo Regional de Pesquisa de Jaú “Hélio de Moraes” do Instituto Agrônomo (NRP-IAC), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA do Estado de São Paulo (Figura 1).

Figura 1. Localização do arboreto de espécies nativas no Núcleo Regional de Pesquisa “Hélio de Moraes” do Instituto Agrônomo – Jaú/SP (NRP-IAC Jaú).

Figure 1. Location of arboretum of native species in the Regional Research Center “Hélio de Moraes” of the Agronomic Institute – Jaú/SP (NRP-IAC Jaú).



O município de Jaú está localizado em área de ecótono dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado (contato Floresta Estacional Semidecidual/Cerrado), sendo o primeiro mais expressivo (São Paulo 2017). O clima da cidade é tropical chuvoso, com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. A precipitação anual média na região em anos normais fica em torno dos 1.400 mm (Cepagri 2013, Rezende e Tecedor 2017). O relevo é considerado levemente ondulado, com elevação média de 524 m e os solos predominantes no município são Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos-Amarelos e Nitossolos Vermelhos. A maior parte da zona rural da região é ocupada pela cultura da cana-de-açúcar, matriz da paisagem atualmente, em substituição às plantações de café, principal atividade agrícola do passado (Rossi 2017).

O NRP-IAC Jaú possui área total de 126 ha, com diversos experimentos em andamento, principalmente vinculados a cadeia produtiva da cana-de-açúcar. A área de estudo compreende uma parcela de aproximadamente 0,2 ha, na qual foi realizado o plantio de espécies florestais nativas da

Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual), algumas com ocorrência também no bioma Cerrado, em um arboreto.

O plantio, para a formação de um arboreto, foi realizado em 15 de setembro de 2017. Foram introduzidas mais de 20 espécies arbóreas nativas do Brasil em uma área onde já existiam algumas árvores de espécies frutíferas exóticas e nativas. As mudas, oriundas do viveiro “Camará Mudanças Florestais”, localizado em Ibaté-SP, foram distribuídas aleatoriamente no espaçamento de 3 metros entre linhas e 3 metros entre plantas. No primeiro ano após o plantio foi realizado o replantio de mudas após mortalidade observada, a fim de manter a densidade planejada para o arboreto.

O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. A análise de solo na profundidade de 0-20 cm apresentou pH SMP de 6,4, teor de fósforo (Pres) de 29 mg.dm⁻³, soma de bases (S) de 25 mmolc.dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC) de 52 mmolc.dm⁻³ e saturação por bases (V) de 48%. Considerando a recomendação de aplicar calcário para reflorestamentos de espécies nativas para elevar a

saturação por bases a 50% (Gonçalves 1995), a calagem não foi realizada. Foi feita adubação de plantio com 150 g de 04-14-08 por cova, e duas adubações de cobertura aos 60 e 120 dias após o plantio, aplicando-se 50 g de 20-00-20 por muda na primeira e 100 g de 20-05-20 na segunda. Nos anos subsequentes não foram realizadas outras adubações na área.

Durante o plantio foi aplicado 1 L de hidrogel por berço, preparado na diluição de 0,5 kg do produto/200 L de água. Foram realizadas 3 regas das mudas, aplicando-se cerca de 20 L/planta nos primeiros 60 dias pós plantio, tendo em vista um início de primavera com poucas chuvas na região, com as precipitações estabilizando-se apenas a partir do final de novembro. Ao longo dos 72 meses de experimento, as plantas invasoras foram controladas periodicamente por meio de roçadas, mecanizadas nas entrelinhas e semimecanizadas

nas linhas, e capinas no entorno das mudas, e as formigas cortadeiras foram controladas com uso de iscas granuladas formicidas.

2.2 Coleta de dados

Das 152 árvores plantadas em 2017, foram selecionados 96 indivíduos de 10 espécies para compor um delineamento inteiramente casualizado, no qual cada uma das espécies representava um tratamento e, cada árvore por espécie, uma repetição (Tabela 1). As espécies foram selecionadas baseando-se em dois critérios obrigatórios: ter, no mínimo, 6 indivíduos vivos aos 72 meses e apresentar potencial madeireiro conhecido (Ruschel et al. 2003, Roman et al. 2009, Silva 2013, Motta et al. 2014, Recco et al. 2016, Pareyn et al. 2018).

Tabela 1. Número de indivíduos por espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica/Cerrado com potencial madeireiro selecionados para este estudo.

Table 1. Number of individuals per native tree species of the Atlantic Forest/Cerrado biome with timber potential selected for this study.

Nome científico	Nome Comum	Nº de indivíduos
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	Peroba-poca	10
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	20
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Aroeira	11
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	8
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro-rosa	13
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	Araribá	6
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	8
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	7
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	7
<i>Myrcarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	6
Total		96

As avaliações dos indivíduos arbóreos foram realizadas por dendrometria não destrutiva (Batista et al. 2014). As mensurações ocorreram a cada seis meses, sempre no final da estação seca (segunda quinzena de setembro) e no final da estação chuvosa (segunda quinzena de março), por um período de 12 a 48 meses após o plantio. Após uma interrupção nas atividades de campo, uma nova medição foi realizada aos 72 meses.

Foram coletados os dados de altura total (H; m), sendo essa a medida a partir do nível do solo até a inserção da última folha, e diâmetro à altura do peito (DAP; cm), que foi obtido dividindo-se os valores de circunferência à altura do peito (CAP; cm) a 1,30 m do solo, pelo valor de π (Tabela 2). Para essas atividades, foram utilizadas trena, fita métrica, mira topográfica, máquina fotográfica e

clinômetro, de acordo com os princípios e métodos de medição não destrutiva dos atributos das árvores (Husch et al. 2002, Machado e Figueiredo Filho 2003, Batista et al. 2014).

Posteriormente, foi calculado o incremento periódico anual em altura (IPA_H ; m.ano⁻¹) e em DAP (IPA_{DAP} ; cm.ano⁻¹) de cada indivíduo, considerando o intervalo entre 18 e 72 meses, aplicando-se a Equação 1 (Silva Junior et al. 2023). O período inicial de 18 meses foi estabelecido para excluir possíveis efeitos de mortalidade e replantio de mudas ocorridos no primeiro ano, assegurando que a análise do crescimento fosse baseada em indivíduos já consolidados no campo.

$$IPA = \frac{V_f - V_i}{n} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

IPA = Incremento Periódico Anual

Vf = Valor da variável no final do período

Vi = Valor da variável no início do período

n = Período de tempo em anos.

Também foram realizadas e registradas podas de condução em indivíduos que apresentaram bifurcação do fuste aos 12, 18, 24, 27 e 30 meses após o plantio e, foram realizadas desramas para levantar a copa e podas para controle de praga (broca-das-meliáceas), com o uso de tesouras e serrotes de poda.

A existência e quantificação de nós internos não foram avaliadas neste estudo. Tal análise exigiria métodos de amostragem destrutiva (derrubada e desdobro de toras) ou técnicas avançadas de tomografia, procedimentos que extrapolam os objetivos e a abordagem adotada neste trabalho. Ressalta-se, porém, o reconhecimento da desrama na valorização da madeira serrada e laminada, devido à redução de nós (madeira limpa/clearwood), visto que a remoção correta dos

galhos confina as imperfeições ao núcleo central aumentando a estabilidade estrutural, o rendimento do desdobro e as propriedades físico-mecânicas do lenho (Forrester et al. 2010).

Além dos dados dendrométricos, foram coletados de forma empírica, aos 72 meses, dados morfológicos relacionados a qualidade do fuste dos indivíduos arbóreos. Essa avaliação foi realizada através da atribuição de notas de 1 a 5 para os parâmetros retidão (R) e bifurcação (B), considerando apenas árvores com altura total igual ou maior que 2,20 m (Figura 2). A nota final para a qualidade do fuste foi obtida com a Equação 2 (Guerra 2008, Sant'ana et al. 2013).

$$QF = \frac{R-B}{2} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

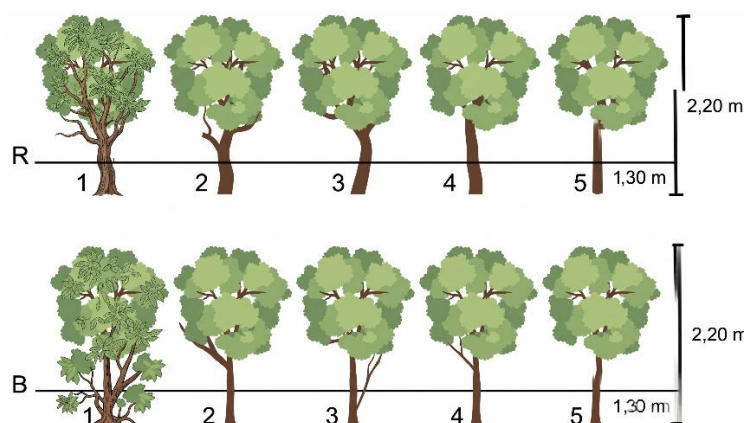
QF = Qualidade do fuste;

R = Nota de 1 a 5 para a retidão do fuste;

B = Nota de 1 a 5 para a bifurcação do fuste.

Figura 2. Características visuais do fuste dos indivíduos arbóreos nativos, correspondentes às notas atribuídas para retidão e bifurcação (Fonte: Guerra 2008).

Figure 2. Visual characteristics of the stems of native tree individuals, illustrating the scoring criteria used for stem form and trunk bifurcation (Source: Guerra 2008).



Legenda:

Nota	Retidão	Bifurcação
(1)	tortuosidade acentuada em toda a extensão	bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro igual ou similar ao fuste principal
(2)	tortuosidade acentuada abaixo de 1,30 m	bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro igual ou similar ao fuste principal
(3)	tortuosidade acentuada acima de 1,30 m	bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal
(4)	leve tortuosidade em toda a extensão	bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal
(5)	sem tortuosidade	sem bifurcação

Caption:

Nota	Straightness	Bifurcation
(1)	pronounced curvature along the entire stem length	trunk bifurcation below 1.30 m with diameter equal/similar to the main stem
(2)	pronounced curvature below 1.30 m	trunk bifurcation above 1.30 m with diameter equal /similar to the main stem
(3)	pronounced curvature above 1.30 m	trunk bifurcation below 1.30 m with diameter smaller than the main stem
(4)	slight curvature along the entire stem length	trunk bifurcation above 1.30 m with diameter smaller than the main stem
(5)	no curvature	no bifurcation

2.3 Análise dos dados

Para analisar o desempenho das espécies (variável independente) em relação ao IPA_H , IPA_{DAP} e a qualidade do fuste (variáveis dependentes), 72 meses após o plantio, foi utilizado o método GLM (Modelo Linear Generalizado), aplicando-se a distribuição normal à variável IPA_{DAP} e distribuição *gamma* às variáveis IPA_H e qualidade do fuste. Adicionalmente, comparações múltiplas foram realizadas por meio da função *emmeans* (Lenth et al. 2019) e as diferenças entre espécies foram testadas com o método de Tukey (Sousa et al. 2012).

As possíveis associações entre os atributos de crescimento (IPA_H e IPA_{DAP}), as características morfológicas (qualidade do fuste) e as intervenções silviculturais (número de podas realizadas), foram investigadas por meio da correlação de Spearman e representadas graficamente em uma matriz de correlação.

Todas as análises estatísticas e a elaboração dos gráficos foram realizadas no software RStudio versão 4.4.2, com o auxílio dos pacotes *emmeans*, *multcompView*, *psych*, *ggplot2* e *ggcorrplot*, considerando valores $p < 0,05$ significativos e valores $0,05 < p < 0,1$, parcialmente significativos (R Core Team 2024).

3 RESULTADOS

3.1 Desempenho de espécies arbóreas nativas plantadas em arboreto

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ou parcialmente significativas entre a maioria das espécies madeireiras avaliadas quanto as variáveis IPA_H , IPA_{DAP} e qualidade do fuste (Tabela 3).

A espécie *Astronium urundeuva* apresentou o maior valor médio em IPA_H no período de 18 a 72 meses após o plantio, enquanto *Aspidosperma cylindrocarpon* exibiu o menor incremento em altura (Tabela 4; Figura 3). As árvores de *Centrolobium tomentosum* demonstraram crescimento em altura intermediário, igualando-se estatisticamente tanto a *A. urundeuva* quanto a *A. cylindrocarpon* (Tabela 4; Figura 3). Sendo assim, as espécies *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Hymenaea courbaril* e *Astronium graveolens* apresentaram médias de IPA_H superiores à média geral, contrastando com *Cordia trichotoma*, *Myrocarpus frondosus* e *Handroanthus heptaphyllus*, que obtiveram valores menores (Tabela 4; Figura 3).

Tabela 2. Atributos dendrométricos (altura e DAP aos 72 meses) e número de podas (até 30 meses) para espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro: valores médios, erro padrão (EP) e amplitude.

Table 2. Dendrometric traits (height and DBH at 72 months) and number of prunings (up to 30 months) for native tree species with timber potential: mean values, standard error (SE), and range.

Espécies	Altura (m)		DAP (cm)		Nº de desramas/podas	
	Média ± EP	Intervalo	Média ± EP	Intervalo	Média	Intervalo
<i>A. cylindrocarpon</i>	4,05 ± 0,31	2-6	5,30 ± 1,06	1-5	3,3	2-4
<i>A. graveolens</i>	5,97 ± 0,27	2-11	9,71 ± 0,77	1-11	2,6	1-4
<i>A. urundeuva</i>	8,51 ± 0,22	7-10	11,88 ± 1,17	10-13	1,6	1-3
<i>C. estrellensis</i>	7,11 ± 0,43	4-9	9,81 ± 1,18	2-9	1,0	0-2
<i>C. fissilis</i>	6,75 ± 0,40	5-12	15,34 ± 0,93	6-15	1,8	0-3
<i>C. tomentosum</i>	7,72 ± 0,65	6-11	9,90 ± 1,47	5-12	1,8	0-3
<i>C. trichotoma</i>	6,56 ± 0,36	4-9	9,26 ± 1,20	3-15	3,1	2-4
<i>H. courbaril</i>	5,79 ± 0,28	4-7	8,12 ± 1,11	4-10	3,0	2-4
<i>H. heptaphyllus</i>	5,53 ± 0,48	3-8	7,77 ± 1,17	1-11	2,1	1-3
<i>M. frondosus</i>	4,68 ± 0,28	1-5	6,55 ± 0,79	2-11	1,2	0-2

Tabela 3. Resultados dos modelos lineares generalizados (GLM) para incrementos anuais em altura (IPA_H) e diâmetro a altura do peito (IPADAP) no período de 18 a 72 meses após o plantio, e para a qualidade do fuste (retidão e bifurcação) aos 72 meses, de espécies arbóreas nativas. Valores em negrito são estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e, em itálico, parcialmente significativos ($0,05 < p < 0,10$).

Table 3. Generalized linear model (GLM) results for periodic annual increments in height (IPA_H) and diameter at breast height (IPADAP) from 18 to 72 months, and for stem quality (straightness and forking) at 72 months, of native tree species. Values in bold are statistically significant ($p < 0.05$), and values in italics are marginally significant ($0.05 < p < 0.10$).

Espécies	IPA _H (m.ano ⁻¹)			
	Estimativa	Erro padrão	t	Valor-p
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,4840	0,0890	5,436	< 0,0001
<i>Astronium graveolens</i>	0,3635	0,1091	3,333	0,0013
<i>Astronium urundeuva</i>	0,8960	0,1454	6,162	< 0,0001
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,5273	0,1336	3,947	0,0001
<i>Cedrela fissilis</i>	0,5045	0,1184	4,259	< 0,0001
<i>Centrolobium tomentosum</i>	0,3143	0,1454	2,162	0,0334
<i>Cordia trichotoma</i>	0,2098	0,1336	1,570	0,1200
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,3860	0,1388	2,782	0,0066
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	0,0960	0,1388	0,692	0,4909
<i>Myrcarpus frondosus</i>	0,1351	0,1230	1,098	0,2753

Espécies	IPADAP (cm.ano ⁻¹)			
	Estimativa	Erro padrão	t	Valor-p
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	-0,1065	0,1330	-0,801	0,4255
<i>Astronium graveolens</i>	0,5849	0,1629	3,591	0,0006
<i>Astronium urundeuva</i>	0,9437	0,2171	4,346	< 0,0001
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,6253	0,1995	3,135	0,0024
<i>Cedrela fissilis</i>	1,0022	0,1769	5,667	< 0,0001
<i>Centrolobium tomentosum</i>	0,4343	0,2303	1,886	0,0627
<i>Cordia trichotoma</i>	0,1706	0,1995	0,855	0,3947
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,5711	0,2072	2,756	0,0072
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	0,3181	0,2072	1,535	0,1284
<i>Myrcarpus frondosus</i>	0,3419	0,1837	1,861	0,0662

Espécies	Qualidade do fuste			
	Estimativa	Erro padrão	t	Valor-p
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,7419	0,0866	8,570	< 0,0001
<i>Astronium graveolens</i>	0,3732	0,1060	3,520	0,0007
<i>Astronium urundeuva</i>	0,4367	0,1414	3,089	0,0027
<i>Cariniana estrellensis</i>	0,5964	0,1299	4,592	< 0,0001
<i>Cedrela fissilis</i>	0,2485	0,1152	2,158	0,0338
<i>Centrolobium tomentosum</i>	0,6018	0,1414	4,257	< 0,0001
<i>Cordia trichotoma</i>	0,7621	0,1299	5,869	< 0,0001
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,3079	0,1349	2,282	0,0250
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	0,2299	0,1349	1,704	0,0920
<i>Myrcarpus frondosus</i>	0,4845	0,1196	4,050	< 0,0001

No intervalo de 18 a 72 meses após o plantio, *C. fissilis* destacou-se com o maior valor de IPA_{DAP}, seguida por *A. urundeuva*, que também obteve desempenho expressivo em relação ao IPA_H

(Tabela 4; Figura 4). De forma semelhante ao observado para o crescimento em altura, *A. cylindrocarpon* apresentou o menor valor em IPA_{DAP} (Tabela 4; Figura 4). A espécie *C.*

estrellensis demonstrou desempenho intermediário, enquanto as demais espécies

exibiram incrementos em DAP inferiores à média geral para a variável (Tabela 4; Figura 4).

Tabela 4. Incremento periódico anual em altura (IPA_H) e diâmetro a altura do peito (IPA_{DAP}), no intervalo de 18 a 72 meses após o plantio, e nota média atribuída, aos 72 meses, à qualidade do fuste de espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro.

Table 4. Periodic annual increment in height (IPA_H) and diameter at breast height (IPA_{DAP}), from 18 to 72 months after planting, and mean score assigned at 72 months to the stem form quality of native tree species with timber production potential.

Espécies	IPA _H (m.ano ⁻¹)	IPA _{DAP} (cm.ano ⁻¹)	Qualidade do fuste
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,48 c	0,90 d	2,10 c
<i>Astronium graveolens</i>	0,85 ab	1,61 cd	3,05 b
<i>Astronium urundeuva</i>	1,38 a	2,31 ab	3,25 abc
<i>Cariniana estrellensis</i>	1,01 ab	1,68 abcd	3,81 ab
<i>Cedrela fissilis</i>	0,99 ab	2,45 a	2,69 bc
<i>Centrolobium tomentosum</i>	0,80 abc	1,06 bcd	3,83 ab
<i>Cordia trichotoma</i>	0,69 bc	1,07 cd	4,50 a
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,87 ab	1,59 bcd	2,86 abc
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	0,58 bc	1,24 cd	2,64 bc
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,62 bc	1,27 cd	3,41 ab

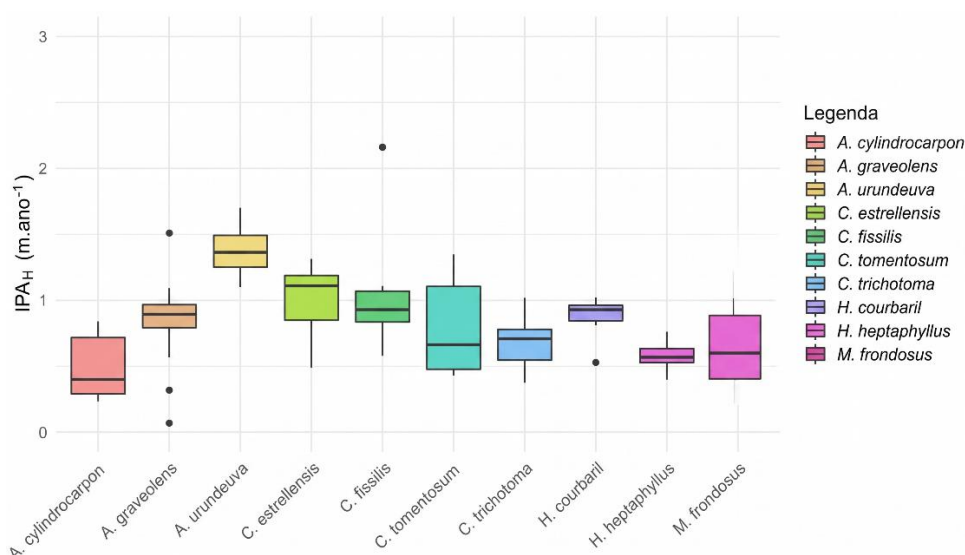


Figura 3. Incremento periódico anual em altura (IPA_H) de espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro, no intervalo de 18 a 72 meses após o plantio.

Figure 3. Periodic annual increment in height (IPA_H) of native tree species with timber production potential, from 18 to 72 months after planting.

As espécies *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Cordia trichotoma* e *Hymenaea courbaril* exigiram maior número médio de podas para a formação de fuste limpo no período inicial. Por outro lado, *Cariniana estrellensis* e *Myrocarpus frondosus* demandaram pouca intervenção (Tabela 2). No que se refere à qualidade do fuste – representada pela média das notas atribuídas às características morfológicas de retidão e bifurcação, observadas

nos indivíduos arbóreos aos 72 meses após o plantio – o desempenho de *C. trichotoma* foi significativamente superior às demais espécies (Tabela 4; Figura 5). Em contrapartida, *A. cylindrocarpon* obteve a menor nota para a qualidade do fuste, padrão também observado para o seu crescimento em altura e DAP (Tabela 4; Figura 5).

Figura 4. Incremento periódico anual em diâmetro a altura do peito (IPA_{DAP}) de espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro, no intervalo de 18 a 72 meses após o plantio.

Figure 4. Periodic annual increment in diameter at breast height (IPA_{DAP}) of native tree species with timber production potential, from 18 to 72 months after planting.

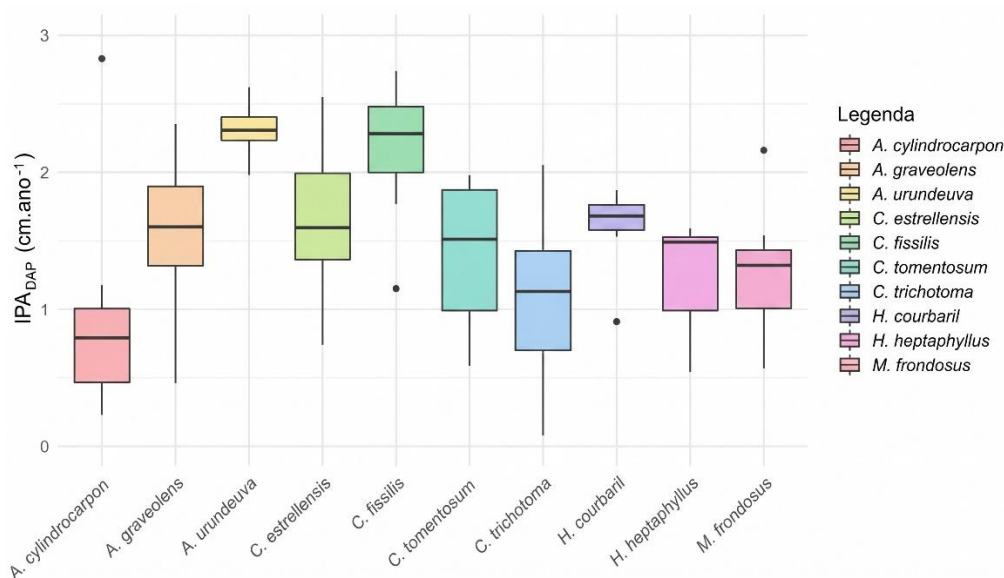
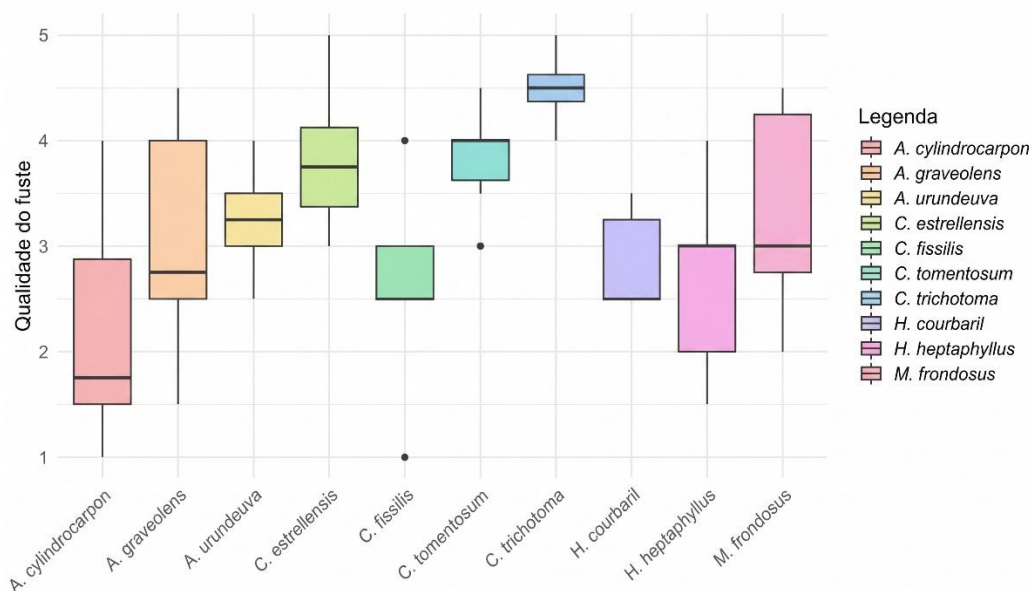


Figura 5. Nota média atribuída, 72 meses pós-plantio, à qualidade do fuste de espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro.

Figure 5. Mean score assigned, 72 months after planting, to the stem form quality of native tree species with timber production potential.



3.2 Relações entre crescimento, qualidade do fuste e podas

Há uma correlação positiva forte e significativa entre o IPA_H e o IPA_{DAP} das espécies arbóreas nativas avaliadas, sugerindo que o incremento em altura acompanha o incremento em diâmetro

(Figura 6; Tabela 5). Além disso, foi identificada uma correlação negativa significativa entre o aumento do número de podas realizadas entre os 12 e 30 meses após o plantio e o IPA_H aos 72 meses, assim como o IPA_{DAP} , que teve relação negativa com o número de podas, porém, apenas parcialmente significativa (Figura 6; Tabela 5).

Não foram observadas correlações significativas entre as variáveis de crescimento e a qualidade do fuste aos 72 meses após o plantio, mas observou-se correlação negativa entre o número de podas realizadas e a variável

morfológica, sugerindo que indivíduos que exigiram maior número de manejos de poda apresentaram, em média, menor qualidade do fuste (Tabela 5, Figura 6).

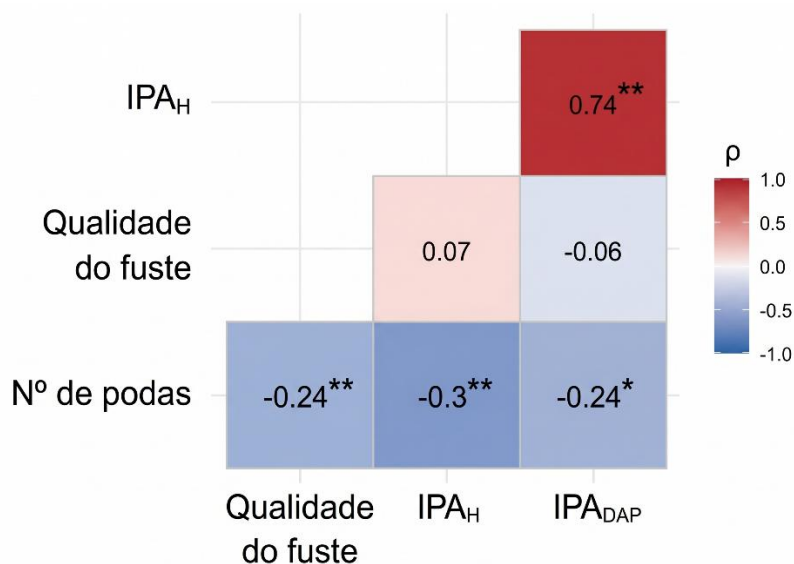
Tabela 5. Análise de correlação de Spearman (ρ) aplicada às variáveis incremento periódico anual em altura (IPA_H) e diâmetro a altura do peito ($IPADAP$), entre 18 a 72 meses após o plantio, qualidade do fuste aos 72 meses, e número de podas aplicadas em árvores bifurcadas no período de 12 a 30 meses após o plantio. Valores em negrito são estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e, em itálico, parcialmente significativos ($0,05 < p < 0,10$).

Table 5. Spearman correlation analysis (ρ) applied to the variables periodic annual increment in height (IPA_H) and diameter at breast height ($IPADAP$), from 18 to 72 months after planting, stem form quality at 72 months, and number of prunings performed on bifurcated trees between 12 and 30 months after planting. Values in bold are statistically significant ($p < 0.05$), and values in italics are marginally significant ($0.05 < p < 0.10$).

Variáveis	ρ	Valor-p
$IPA_H \times IPADAP$	0,7372	< 0,0001
$IPA_H \times$ Qualidade do fuste	0,0727	0,9625
$IPA_H \times$ N° de podas	-0,2971	0,0164
$IPADAP \times$ Qualidade do fuste	-0,0556	0,9625
$IPADAP \times$ N° de podas	-0,2423	<i>0,0694</i>
Qualidade do fuste x N° de podas	-0,2391	0,0189

Figura 6. Matriz de correlação de Spearman (ρ) entre as variáveis incremento periódico anual em altura (IPA_H) e diâmetro a altura do peito ($IPADAP$), no intervalo de 18 a 72 meses, qualidade do fuste aos 72 meses e número de podas aplicadas em árvores bifurcadas no período de 12 a 30 meses após o plantio.

Figure 6. Spearman correlation matrix (ρ) between the variables periodic annual increment in height (IPA_H) and diameter at breast height ($IPADAP$), from 18 to 72 months, stem form quality at 72 months, and number of prunings performed on bifurcated trees between 12 and 30 months after planting.



* correlação parcialmente significativa ($0,5 < p < 0,1$).

* partially significant correlation ($0,5 < p < 0,1$)

** correlação significativa ($p < 0,05$)

** significant correlation ($p < 0,05$)

3.3 Características silviculturais das espécies no experimento (desrama, fuste e fitossanidade)

Todos os indivíduos monitorados no estudo de caso, com exceção das árvores de *Centrolobium tomentosum* (araribá), passaram por podas de condução e desramas artificiais visando a formação de fustes adequados e a consequente produção de madeira de melhor qualidade, ou seja, sem nós.

Em relação as características dos fustes, houve mais registros de fustes quase retilíneos seguidos pelos fustes retilíneos. Em relação as características dos fustes, houve mais registros de fustes quase retilíneos seguidos pelos fustes retilíneos. O resultado pode ser considerado satisfatório para plantios destinados a produção madeireira e pode ter relação com a baixa competitividade entre as plantas, devido ao espaçamento adotado de 3 m entre linhas por 3 metros entre plantas. *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco) apresentou quatro indivíduos de fustes retilíneos e dois quase retilíneos. *Astronium urundeuva* (aroeira) e *Myrocarpus frondosus* (cabreúva) tiveram a maior incidência de fustes inclinados e *Aspidosperma cylindrocarpos* (peroba-poca) apresentou apenas fustes tortuosos e tortuosos/inclinados.

Aos 18 meses pós plantio, 10 dos 13 indivíduos de *Cedrela fissilis* apresentaram problemas fitossanitários com ataques da broca-das-meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller) na gema apical, comprometendo sua dominância. Entre 24 e 27 meses pós-plantio, três indivíduos de louro-pardo apresentaram infestação por *Dictyla monotropidia* (Stal), pequeno percevejo cujas ninfas sugam a seiva das folhas, provavelmente injetando alguma toxina, pois o dano que se observa é desproporcional ao número e tamanho de ninfas de cada colônia (Thomazini e Ribeiro 2009).

4 DISCUSSÃO

4.1 Desempenho silvicultural das espécies

Os resultados demonstram uma variabilidade significativa no desempenho silvicultural entre as dez espécies nativas avaliadas, corroborando com a premissa de que as características funcionais de cada espécie podem influenciar seu potencial produtivo (Rolim e Piotto 2018).

No estudo, *Astronium urundeuva* destacou-se quanto ao crescimento silvicultural aos 72 meses, apresentando o maior incremento periódico anual em altura e o segundo maior em diâmetro. Cabe ressaltar que não foi observada relação positiva

entre as podas de condução efetuadas e o incremento em crescimento dos indivíduos. Ao comparar estes achados com a literatura para a mesma espécie com idade superior a 6 anos, observa-se que os valores obtidos em Jaú - SP superaram os relatados por Sebbenn e Etori (2001) em Pederneiras - SP.

Essa divergência no desempenho entre povoamentos localizados em municípios vizinhos, sob condições macroclimáticas semelhantes, pode ser atribuída às diferenças no espaçamento do plantio e nas características edáficas das áreas. Enquanto o experimento em Pederneiras - SP foi estabelecido no espaçamento mais adensado de 1,5 m entre plantas x 1,5 m entre linhas em solo de textura arenosa (Latossolo Amarelo; Sebbenn e Etori 2001), o plantio em Jaú - SP utilizou o espaçamento de 3,0 m entre plantas x 3,0 m entre linhas em solos predominantemente argilosos, representados por Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Nitossolo Vermelho, condições que podem ter favorecido o maior desenvolvimento dos indivíduos. Diante destas informações, somado a uma qualidade do fuste satisfatória e o fato da madeira de *A. urundeuva* apresentar alta densidade e boa resistência (Carvalho 2003), é possível inferir que a espécie possui potencial para programas de silvicultura de nativas em regiões com características edafoclimáticas semelhantes às encontradas na cidade de Jaú - SP.

A espécie *Cedrela fissilis* também se destacou em crescimento, registrando o maior IPA_{DAP} e o terceiro maior IPA_H. Entretanto, sua qualidade de fuste mediana pode estar associada ao ataque da broca-das-meliáceas (*Hypsipyla grandella*), observado em na maioria dos indivíduos aos 18 meses após o plantio. Carvalho (2003) descreve que indivíduos atacados pela praga podem apresentar forma irregular, sendo necessário conduzir podas corretivas nos três primeiros anos pós-plantio. Os resultados obtidos indicaram que as podas realizadas contribuíram para o bom desenvolvimento das árvores tanto em altura quanto em diâmetro.

Ainda segundo Carvalho (2003), uma das formas de controle da broca-das-meliáceas seria o plantio de florestas heterogêneas (mistas). Porém, no arboreto desse estudo, as meliáceas (*Cedrela fissilis*) representam apenas 8,5% do total de árvores (152) em uma área com 14 espécies e mesmo assim as árvores foram infestadas. Apesar disso, todos os indivíduos se recuperaram após poda para eliminação das partes afetadas.

A *H. grandella* é uma praga florestal importante na América Latina e Caribe devido ao baixo nível de tolerância das árvores, visto que apenas uma lagarta por árvore resulta em um dano severo. Pertencente à família das Pyralidae e subfamília Phycitinae, possui ampla distribuição geográfica e ataca várias estruturas da planta (ponteiros, ramos, frutos). Apesar da preferência por meliáceas endêmicas, recentemente a broca-das-meliáceas foi relatada em árvores e frutos de mogno africano (*Khaya ivorens* A.Chev), uma meliácea exótica, em Minas Gerais, (Zanetti et al. 2017; Lemes et al. 2019). Talvez este fato explique a ocorrência generalizada desta praga na área experimental, uma vez que a cerca de 200 metros de distância, em uma propriedade rural vizinha ao NRP/IAC Jaú, existe um talhão de mogno africano com aproximadamente 13 ha, com aproximadamente 10 anos de idade, e que supostamente pode estar funcionando como abrigo e local de reprodução e disseminação destes insetos.

Apesar do crescimento da espécie *Cordia trichotoma* no período ter sido menor, tanto em altura quanto em diâmetro, quando comparado à outras espécies, ela alcançou a maior nota para a qualidade de fuste entre todas as espécies avaliadas. Scheeren et al. (2002) observaram que, mesmo em floresta natural sob condições de competição elevada, a *C. trichotoma* desenvolve fustes com boa forma. No presente estudo, em condições menos competitivas, de plantio misto em espaçamento 3 x 3 m, a espécie manteve essa tendência. Tal resultado parece demonstrar que a qualidade do fuste é uma característica intrínseca de *C. trichotoma*, o que compensaria economicamente por seu crescimento lento inicial, visto que a forma do fuste é uma característica fundamental para atingir bons rendimentos na produção de madeira serrada (Stragliotto et al. 2023).

Em relação aos três indivíduos de louro-pardo que apresentaram infestação por *Dictyla monotropidia* entre 24 e 27 meses pós-plantio, Rosa et al. (2008) observaram o ataque da praga em erva-baleeira (*Cordia verbenacea* DC., atual *Varronia curassavica* Jacq.) em Jaú - SP, mesmo município deste estudo. As plantas atacadas apresentavam sintomas de encarquilhamento e amarelecimento que em seguida evoluíram para necrose e queda das folhas, exatamente como ocorreu com os indivíduos de louro-pardo atacados pela praga no arboreto objeto deste trabalho. Em junho de 2009, foi constatada a presença de *D. monotropidia* em louro-pardo em um plantio

comercial no Município de Garça - SP. As plantas tinham 1,5 ano de idade, altura média de 1,5 m, plantadas em linha e consorciadas com outras espécies arbóreas nativas em uma área de 1 ha (Thomazini e Ribeiro 2009).

Diante do constatado em relação à presença de *Hypsipyla grandella* e *Dictyla monotropidia*, neste estudo e em outros aqui citados, e em vista do grande potencial madeireiro das espécies arbóreas infestadas, contata-se a importância do estabelecimento de programas de melhoramento com espécies arbóreas nativas, com o objetivo de selecionar e propagar indivíduos mais tolerantes ao ataque de pragas (Oliveira et al. 2019).

A espécie *Aspidosperma cylindrocarpon* exibiu o pior desempenho em todos os parâmetros avaliados. Apesar de ter exigido o maior número de podas e esse manejo ter correlação negativa com os parâmetros, é provável que o resultado esteja relacionado com as características da espécie, visto que esta é classificada como secundária tardia, possui baixa taxa fotossintética e dados de crescimento semelhantes foram encontrados na literatura (Nogueira et al. 2004, Recco et al. 2016). Além do baixo desempenho silvicultural, estudos indicam que a madeira de *A. cylindrocarpon* possui baixa densidade e resistência (Williams et al. 2001), portanto, comparada às espécies avaliadas neste estudo, é a menos promissora para plantios econômicos com espécies madeireiras nativas.

Os resultados de crescimento intermediários encontrados para *Centrolobium tomentosum*, aos 72 meses após o plantio, na área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado em Jaú - SP, foram próximos a valores estimados por modelos de crescimento na Amazônia Boliviana e de valores reportados na Mata Atlântica do Estado do Paraná, ambos também aos 72 meses (Carvalho 2003, De-Miguel et al. 2013). A similaridade entre os dados de diferentes localidades, demonstra que o desempenho de indivíduos de *C. tomentosum*, neste estudo, foi correspondente ao esperado para a espécie. Além disso, apresentou ótima qualidade de fuste, também compatível com o seu hábito de crescimento monopodial e baixa incidência de bifurcações, o que resulta em um fuste bem formado (Carvalho 2003), o que compensaria por seu crescimento lento.

A espécie *Cariniana estrellensis* obteve comportamento similar a *C. tomentosum*, com uma alta qualidade do fuste, mas crescimento intermediário, compatível com a expectativa de crescimento inicial lento (Carvalho 2003, Nicodemo et al. 2016). Apesar disso, e com base

em sua tendência de desenvolver boa forma de fuste, com boa cicatrização após desrama natural ou intervenções por poda (Carvalho, 2003), *C. estrellensis* é considerada uma espécie de alto valor madeireiro e promissora para programas de melhoramento genético (Nicodemo et al. 2016).

Apesar de seu hábito de crescimento monopodial, associado à desrama natural satisfatória e boa capacidade de cicatrização (Carvalho 2003), *Astronium graveolens* obteve desempenho intermediário em crescimento e qualidade do fuste, consistente com os resultados obtidos por Piotto et al. (2004) em plantios mistos na Costa Rica, aos 68 meses. O mesmo aconteceu com *Hymenaea courbaril*, que apresentou crescimento e qualidade do fuste medianos, com incrementos semelhantes aos reportados por Tonini et al. (2005) em Roraima. Porém, diferente de *A. graveolens*, seu comportamento silvicultural está de acordo com as características conhecidas de *H. courbaril*, que possui tendência a bifurcações e ramificação pesada, desrama natural deficiente, ausência de dominância apical definida e tronco curto (Carvalho 2005).

Myrcarpus frondosus demonstrou baixo desempenho silvicultural aos 72 meses, tanto em altura quanto em diâmetro, corroborando com sua classificação como espécie de crescimento lento (Carvalho 2003). Este resultado é consistente com dados de um experimento realizado no Paraná, onde aos 5 anos após o plantio, a espécie atingiu apenas 2,86 m de altura e 4,50 cm de DAP (Carvalho 2003). No entanto, *M. frondosus* apresentou uma qualidade de fuste intermediária, superior à de outras espécies como *Handroanthus heptaphyllus* e *Cedrela fissilis*. Apesar do crescimento inicial lento, a espécie é reconhecida por ter alto valor comercial, produzindo uma madeira densa, de alta durabilidade, resistência moderada e boa trabalhabilidade, além de produtos não madeireiros, como óleos essenciais e resinas (Muñiz e Marchiori 2009, Carvalho 2003, Ruschel et al. 2003). Portanto, seu crescimento lento é compensado pela alta qualidade de sua madeira e o valor de seu produto.

Como mencionado anteriormente, *Handroanthus heptaphyllus* demonstrou baixa qualidade do fuste, assim como baixo desempenho em altura e diâmetro. Este resultado condiz com a classificação encontrada na literatura, que a define como uma espécie de desenvolvimento lento a moderado, com hábito de crescimento irregular, sem dominância apical definida e tendência a bifurcações ao longo do fuste (Carvalho 2003).

Apesar de *H. heptaphyllus* ter madeira densa de alta durabilidade, os resultados obtidos associados à sua baixa trabalhabilidade, a posicionam como uma espécie de maior interesse paisagístico, onde sua floração é um atributo valorizado (Carvalho 2003).

4.2 Relação entre crescimento, qualidade do fuste e intervenções de poda

A forte correlação positiva entre o crescimento em altura e DAP era esperada e está de acordo com os princípios alométricos que determinam a arquitetura das árvores, uma vez que espécies que investem recursos no crescimento em altura também os alocam para o crescimento em diâmetro (King 1996).

O efeito negativo do manejo de poda no crescimento já foi observado para algumas espécies de pinus (Hevia et al. 2016, Pezutti et al. 2016) e este estudo fornece evidências de que o mesmo fenômeno pode ocorrer em espécies nativas brasileiras. Isso porque houve correlação negativa significativa entre o número de podas realizadas e o IPA_H , e correlação negativa parcialmente significativa com $IPADAP$. Este resultado sugere que as intervenções com podas de condução impuseram um custo energético às árvores, direcionando os recursos para a cicatrização dos cortes e a recuperação da área foliar perdida, em detrimento do crescimento (O'Hara 2007). Sugere, ainda, que a diminuição da área foliar, através da remoção de galhos vivos, pode ter comprometido a capacidade fotossintética das árvores, resultando em crescimento reduzido (Suchocka et al. 2021).

Foi observada, também, correlação negativa entre o manejo de podas e a qualidade do fuste, indicando que as árvores que mais necessitaram de intervenções por podas de condução foram justamente aquelas que, ao final do período de 72 meses, apresentaram os piores fustes de acordo com os parâmetros estabelecidos. No entanto, isso não significa que, exclusivamente, a poda tenha causado pior qualidade, mas que a propensão natural à bifurcação, uma característica genética e morfofisiológica intrínseca de algumas espécies, influenciou este resultado, como foi o caso da espécie *Handroanthus heptaphyllus* (Carvalho 2003).

A influência das características intrínsecas das espécies no desenvolvimento dos indivíduos arbóreos, nesse caso, é reforçada pelo resultado obtido para a espécie *Cordia trichotoma*, que possui tendência natural a troncos mais retilíneos

(Scheeren et al. 2002) e, mesmo demandando mais manejos de poda em relação às outras espécies avaliadas, obteve a maior nota para qualidade do fuste.

Tais resultados demonstram a importância do melhoramento genético como ferramenta para o sucesso da silvicultura de nativas (Rolim et al. 2019, Sá e Tambarussi 2023). Investir no melhoramento de espécies madeiras para selecionar indivíduos com maior desempenho silvicultural, ou seja, não apenas com crescimento rápido, mas também com boa forma de fuste e menor tendência à bifurcação, pode reduzir a necessidade de manejos de poda e, consequentemente, mitigar os impactos negativos dessas intervenções sobre o crescimento, tornando a produção de madeira nativa mais eficiente e economicamente viável.

5 CONCLUSÃO

A seleção de espécies para plantios comerciais com árvores nativas de potencial madeireiro e a condução do manejo de podas devem ser baseados no monitoramento do desempenho silvicultural de cada uma delas, assim como na compatibilidade das espécies com as condições edafoclimáticas locais e o arranjo do plantio.

Diante disso, recomenda-se a realização de novos estudos para definir protocolos específicos de manejo (intensidade e frequência de podas e desramas) nos anos iniciais. Adicionalmente, aponta-se a relevância de programas de melhoramento genético voltados à seleção de matrizes com maior dominância apical e arquitetura de fuste favorável, visando reduzir os custos operacionais de condução e otimizar a produtividade do setor florestal de nativas.

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Marina Pérola Zerbinato José: Curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, validação, visualização, redação - rascunho original, escrita - revisão e edição.

Jozrael Henriques Rezende: Conceitualização, investigação, metodologia, administração de projetos, recursos, validação, supervisão, redação - rascunho original, escrita - revisão e edição.

6 CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflitos de interesse relacionados à publicação do manuscrito.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Núcleo Regional de Pesquisa “Hélio de Moraes” do Instituto Agrônomo de Campinas - Jau/SP e a toda a sua equipe pelo apoio no manejo do arboreto de espécies nativas e na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Batista JL, Couto HTZ, Silva Filho DF. 2014. Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 384 p.

Carvalho PER. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 1. 1039 p.

Carvalho PER. 2006. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 2. 627 p.

Carvalho PER. 2008. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 3. 593 p.

Carvalho PER. 2010. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 4. 644 p.

Carvalho PER. 2014. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 5. 634 p.

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - CEPAGRI. 2013. Clima dos municípios paulistas - a classificação climática de Köppen para o estado de São Paulo.

De-Miguel S, Guzmán G, Pukkala T. 2013. A comparison of fixed- and mixed-effects modeling in tree growth and yield prediction of an indigenous neotropical species (*Centrolobium tomentosum*) in a plantation system. *Forest Ecology and Management* 291: 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.026>.

Figueiredo EO. 2001. Recomendações para a poda em reflorestamentos de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L) Gaertn). Instruções Técnicas: 36. Embrapa Acre. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/495887/1/it36.pdf>

- Forrester DI, Medhurst RB, Wood M, Beadle CL, Valencia JC. 2010. Growth and wood quality responses to pruning in eucalyptus plantations: A review. *Forest Ecology and Management* 259(9): 1719-1728.
- Guerra CRSB. 2008. Conservação genética *ex situ* de populações naturais de *Myracrodruon urundueva* Fr. All. em sistema silvipastoril. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- Gonçalves JLM. 1995. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. Documentos Florestais, 15. Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP.
- Hevia A, Álvarez-González JG, Majada, J. 2016. Comparison of pruning effects on tree growth, productivity and dominance of two major timber conifer species. *Forest Ecology and Management*, 374: 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.001>
- Husch B, Beers TW, Kershaw Jr. JA. 2002. Forest mensuration (4 ed.). New Jersey: John Wiley & Sons. 456 p.
- King DA. 1996. Allometry and life history of tropical trees. *Journal of Tropical Ecology* 12(1) 25-44. <https://doi.org/10.1017/S0266467400009299>
- Lemes PG, Zanuncio AJV, Oliveira LS, Matos MF, Leite GLD, Soares MA, Zanuncio JC, Assis Junior SL. 2019. *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) boring *Khaya ivorensis* (Meliaceae) fruits and seeds in Brazil: first report. *Florida Entomologist* 102(1): 266.
- Lenth RV, Banfai B, Bolker B, Buerkner P, Giné-Vázquez I, Hervé M, Jung M, Love J, Miguez F, Piaskowski J, Riebl H, Singmann H. 2019. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means (Version 1.3.4). <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Machado DE, Figueiredo Filho A. 2003. Dendrometria. Curitiba: Ed. dos Autores. 309 p.
- Motta JP, Oliveira JTDS, Braz RL, Duarte APC, Alves RC. 2014. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. *Ciência Rural* 44(12): 2186-2192. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130479>
- Muñiz GIB, Marchiori JNC. 2009. Anatomia da madeira de duas Leguminosas Faboídeas da Floresta Estacional de Misiones/Argentina. *Balduinia* 19: 19-24. <https://doi.org/10.5902/2358198014088>
- Nicodemo MLF, Muller MD, Porfirio-da-Silva V, Carpanezzi AA, Pezzopane JRM, Barioni Jr. W. 2016. Growth of native trees in two agroforestry systems. *Revista Árvore* 40(4): 639-648. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400007>
- Nogueira JCB, Siqueira ACMF, Bertoldi SE. 1982. Ensaio de espaçamento do araribá-amarelo (*Centrolobium tomentosum* Guill.) frente às condições de Pederneiras-SP. *Silvicultura em São Paulo* 16a(2): 1039-1042.
- Nogueira A, Martinez CA, Ferreira LL, Prado CHBA. 2004. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species of differing succession status in a brazilian reforestation. *Photosynthetica* 42(3): 351-356. <https://doi.org/10.1023/B:PHOT.0000046152.05364.77>
- Nogueira GS, Marshall PL, Leite HG, Campos JCC. 2015. Thinning intensity and pruning impacts on *Eucalyptus* plantations in Brazil. *International Journal of Forestry Research*, 1(3):1-10. <https://doi.org/10.1155/2015/168390>
- O'Hara KL. 2007. Pruning wounds and occlusion: A long-standing conundrum in forestry. *Journal of Forestry*, 105(3): 131-138. <https://doi.org/10.1093/jof/105.3.131>
- Oliveira GB, Silva KCB, Nunes R. 2021. Florestas Multifuncionais para restauração e/ou composição de Reserva Legal: a exploração sustentável de vegetação nativa no estado de São Paulo. In: Bernacci LC et al. (orgs.). *Sistemas agroflorestais: experiências no âmbito da APTA*. Campinas: Instituto Agrônomo. p. 78-99. (Documentos IAC, 118).
- Pareyn FGC, Araújo EL, Drummond MA. 2018. Angico. In: Coradin L, Camillo J, Pareyn FG C. (Eds.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste*. Brasília: MMA. p. 740-745.

- Pezzutti RV, Fleig FD, Finger CAG, Schneider PR. 2016. Estudo e modelagem do crescimento em diâmetro de povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a podas e desbastes na Argentina. *Ciência Florestal*. 26(4): 1225-1237. <https://doi.org/10.5902/1980509825113>
- Piotto D, Viquez E, Montagnini F, Kanninen M. 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: A comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management* 190(2-3): 359-372. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.11.005>
- Piotto D, Montagnini F, Borel J, Britez RM, César O, Garcia LC. 2019. An overview of silvicultural systems with native species in the Atlantic Forest of Brazil. In: Rolim SG, Piotto D (Eds.). *Silviculture and wood properties of native species of the Atlantic Forest of Brazil*. Belo Horizonte: Rupestre. p. 9-19.
- R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>
- Recco CRSB, Santos WD, Cambuim J, Moraes MAD, Silva AMD, Souza DCL, Freitas MLM, Moraes MLTD. 2016. Variação fenotípica para caracteres silviculturais em populações de *Aspidosperma* spp. sem estrutura de progênes. *Revista do Instituto Florestal* 28(1): 49-57. <https://doi.org/10.4322/rif.2016.003>
- Rezende JH, Tecedor N. 2017. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. *Ambiente & Água* 12(6): 1040-1053. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1940>
- Rolim SG, Piotto D. 2018. *Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica*. Belo Horizonte: Editora Rona. 160 p.
- Rolim SG, Piña-Rodrigues FCM, Piotto D, Batista A, Freitas MLM, Brienza Jr. S, Zakia MJB, Calmon M. 2019. Research gaps and priorities in silviculture of native species in Brazil (Working Paper). WRI Brasil.
- Roman M, Bressan DA, Durlo MA. 2009. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. *Ciência Florestal* 19(4): 473-480. <https://doi.org/10.5902/19805098901>
- Rosa DD, Bisseto MA, Feliciano F, Neves MB, Baldin ELL. 2008. Ocorrência de *Dictyla monotropidia* Stål (Hemiptera: Tingidae) em *Cordia verbenacea* Al. DC no Brasil. *Neotropical Entomology* 37(2): 236-238.
- Rossi M. 2017. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal. 2017. v.1. 118p. (inclui Mapas).
- Ruschel AR, Nodari ES, Guerra M P, Nodari RO. 2003. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguai, SC. *Ciência Florestal* 13(1): 167-178. <https://doi.org/10.5902/198050981734>
- Sá LF, Tambarussi EV. 2023. Melhoramento genético como estratégia de gestão da produtividade florestal. *Revista do Instituto Florestal* 35(1): 99-112. <http://doi.org/10.24278/2178-5031.202335106>
- Sant'ana VZ, Freitas MLM, Moraes MLT, Zanata M, Zanatto ACS, Moraes MA, Sebbenn AM. 2013. Parâmetros genéticos em progênes de polinização aberta de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em Luiz Antonio, SP, Brasil. *Hoehnea* 40(3): 515-520. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000300011>
- São Paulo (Estado). 2017. Resolução SMA n.º 146, de 08 de novembro de 2017. *Diário Oficial do Estado*, seção I, p. 42.
- Scheeren LW, Schneider PSP, Schneider PR, Finger CAG. 2002. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud., na Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 12(2): 169-176. <https://doi.org/10.5902/198050981692>
- Sebbenn AM, Etori LDC. 2001. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. *Revista do Instituto Florestal* 13(2): 201-211. <https://doi.org/10.24278/2178-5031.2001132642>

- Silva C. 2013. Potencial de espécies nativas para a produção de madeira serrada em plantios de restauração florestal. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Silva Junior R, Dias S, Barreira S. 2023. Incremento periódico anual de espécies nativas do cerrado consorciadas com eucalipto. *Agrarian Academy* 10(20): 32-46. https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2023B4
- Sousa CAD, Lira Junior MA, Ferreira, RLC. 2012. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. *Revista Ceres* 59(3): 350-354. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000300008>
- Stragliotto MC, Oliveira AC, Lengowski EC, Arruda TPM de, Silva JRM da, Pereira BLC. 2023. Log quality and lumber yield for export of five species from the Brazilian Amazon. *Environment, Development and Sustainability* 27(5): 10059-10082. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04298-3>
- Suchocka M, Swoczyna T, Kosno-Jończy J, Kalaji HM. 2021. Impact of heavy pruning on development and photosynthesis of *Tilia cordata* Mill. trees. *PLoS ONE* 16(8): e0256465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256465>
- Strassburg BBN, Latawiec AE, Barioni LG, Nobre CA, da Silva VP, Valentim JF, Vianna M, Assad ED. 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* 28: 84-97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Thomazini MJ, Ribeiro AMB. 2009. Ocorrência de *Dictyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae) em louro-pardo, *Cordia trichotoma*. Colombo: EMBRAPA. (Comunicado Técnico, 232).
- Tonini H, Arco-Verde MF, Sá SPP. 2005. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima - Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Acta Amazonica* 35(3): 353-362. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000300004>
- Williams RS, Miller R, Gangstad J. 2001. Characteristics of ten tropical hardwoods from certified forests in Bolivia. Part 1: weathering characteristics and dimensional change. *Wood and Fiber Science* 33(4): 618-626.
- Zanetti R, Abreu CS, Silveira SHP, Andrade ED. 2017. First report of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) on African mahogany *Khaya ivorensis*. *Scientia Agricola* 74(6): 492-494.