











ARTIGO ORIGINAL

Amplitude da densidade da madeira entre árvores amostradas de *Eucalyptus* e *Corymbia* no Brasil: uma revisão de literatura**Range in wood density among *Eucalyptus* and *Corymbia* trees sampled in Brazil: a literature review**

Stéffany de Lima Araujo^{1*} , Sâmara Magdalene Vieira Nunes¹ , Vaniele Bento dos Santos¹ ,
Thayanne Caroline Castor Neto¹ , Gustavo Jaske da Conceição¹ , Renata Guilherme Cândido da Silva² ,
Osmarino Pires dos Santos³ , Aguinaldo José de Souza² , Paulo Henrique Muller da Silva⁴ ,
Graziela Baptista Vidaurre¹ 

¹Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil

²Suzano S.A., Aracruz, ES, Brasil

³CMPC Celulose Riograndense LTDA., Guaíba, RS, Brasil

⁴Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, Piracicaba, SP, Brasil

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Nada a declarar.

***Autor correspondente:** steffanylima02@yahoo.com.br

Recebido: 13 junho 2025.

Aceito: 6 março 2026.

Editor: Alexandre de Vicente Ferraz.

Como citar: Araujo, S. L., Nunes, S. M. V., Santos, V. B., Neto, T. C. C., Conceição, G. J., Silva, R. G. C., Santos, O. P., Souza, A. J., Silva, P. H. M., & Vidaurre, G. B. (2026). Amplitude da densidade da madeira entre árvores amostradas de *eucalyptus* e *corymbia* no brasil: uma revisão de literatura. *Scientia Forestalis*, 54, e4155. <https://doi.org/10.18671/scifor.v54.01>

RESUMO

A densidade básica da madeira varia entre espécies e indivíduos, influenciada por fatores como condições ambientais, material genético, manejo silvicultural e idade de corte. O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade da densidade básica da madeira entre árvores de clones e espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia*, utilizando dados da literatura e considerando diferentes idades e posições de amostragem ao longo do fuste. Um banco de dados com estudos conduzidos entre 2015 e 2024 sobre a qualidade da madeira dessas espécies foi analisado. A amplitude da densidade básica foi determinada a partir da diferença entre o maior e o menor valor de densidade básica obtido em cada posição amostral entre as árvores de cada material genético avaliado. Os resultados indicaram que a maior variação ocorreu para o gênero *Corymbia* aos 6 anos (87 Kg m⁻³), seguido por *Eucalyptus* aos 8 anos (64 Kg m⁻³). Entre as espécies de origem clonal, *Eucalyptus saligna* apresentou a maior amplitude entre árvores (47 Kg m⁻³), enquanto o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* exibiu a menor (19 Kg m⁻³). No que se refere às posições de amostragem ao longo do fuste, as maiores variações ocorreram nas posições correspondentes a 33 e 66% da altura comercial. Para as espécies de *Corymbia*, a amplitude da densidade básica entre árvores foi maior nas regiões basais, com tendência à homogeneização dos valores a partir da metade do fuste até o topo. Assim, o conhecimento sobre a amplitude da densidade básica entre árvores amostradas é fundamental para aprimorar estratégias de amostragem, permitindo reduzir coletas extensivas e aumentar a representatividade das estimativas da densidade básica ao longo do fuste.

Palavras-chave: Espécies comerciais; Floresta plantada; Idade de corte; Variabilidade.

ABSTRACT

Basic wood density varies among species and individuals, influenced by factors such as environmental conditions, genetic material, silvicultural management, and cutting age. The objective of this study was to analyze the variability of basic wood density among trees of clones and species of *Eucalyptus* and *Corymbia*, using data from the literature and considering different ages and sampling positions along the stem. A database comprising studies conducted between 2015 and 2024 on the wood quality of these species was analyzed. The range in basic density was determined by the difference between the highest and lowest basic density values obtained at each sampling position among the trees of each evaluated genetic material. The results indicated that the greatest variation occurred for the genus *Corymbia* at 6 years of age (87 Kg m⁻³), followed by *Eucalyptus* at 8 years (64 Kg m⁻³). Among clonal species, *Eucalyptus saligna* showed the widest range among trees (47 Kg m⁻³), while the hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* exhibited the narrowest (19 Kg m⁻³). Regarding the sampling positions along the stem, the highest variations were found at positions corresponding to 33% and 66% of the commercial height. For *Corymbia* species, the range of basic density among trees was greater in the basal regions, with a trend toward homogenization of values from the middle to the top of the stem. Thus, understanding the range of basic density among sampled trees is essential for improving sampling strategies, enabling the reduction of extensive sampling efforts and increasing the representativeness of basic density estimates along the stem.

Keywords: Commercial species; Planted forest; Cutting age; Variability.



1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo, com formação a partir de um conjunto de células com propriedades específicas para condução de água e nutrientes, armazenamento de substâncias e suporte mecânico (Cherelli et al., 2018). A heterogeneidade do lenho é resultante das variações nos sentidos radial e longitudinal em função dos diferentes tipos de células e tecidos (Trugilho et al., 2015), o que também reflete na variação da densidade básica da madeira. A heterogeneidade da madeira é amplamente discutida na literatura, mas ainda são escassos os estudos sobre como a densidade da madeira varia entre árvores selecionadas para a avaliação dessa propriedade física

As propriedades da madeira apresentam variações entre espécies e indivíduos, principalmente associadas ao material genético, condições ambientais, manejo silvicultural e idade de corte (Moulin et al., 2017; Almeida et al., 2020; Rocha et al., 2020; Santos et al., 2024). Diversas tendências de variação da densidade básica são observadas em árvores dos gêneros de *Eucalyptus* e *Corymbia*, evidenciando a ampla variabilidade dessa propriedade nessas espécies, especialmente devido aos diferentes procedimentos de amostragem na avaliação da densidade da madeira. Portanto, compreender a magnitude e os limites dessas variações para uma amostragem representativa da árvore é essencial (Pádua et al., 2015; Oliveira et al., 2018).

No Brasil, a seleção de árvores para amostragem em estudos de qualidade da madeira é predominantemente baseada na escolha de indivíduos cujo diâmetro se aproxima da média da parcela. Embora existam outros critérios, como a amostragem por classes diamétricas (Pádua et al., 2015) e a seleção das árvores com maior volume individual (Melo et al., 2024), estes são pouco empregados em trabalhos para análise da qualidade da madeira. A coleta pelo diâmetro médio das árvores reduz a variabilidade da densidade da madeira, uma vez que exclui árvores com extremos de crescimento, como indivíduos muito finos ou muito robustos, que podem apresentar características diferenciadas de densidade devido a fatores genéticos, ambientais ou silviculturais (Lafeté et al., 2023).

Tanto o método de seleção de árvores, quanto a intensidade amostral influenciam os valores de densidade. Em estudos brasileiros sobre qualidade da madeira, o número de árvores amostradas varia de acordo com objetivos e metodologia. Métodos destrutivos, que envolvem a derrubada de árvores, geralmente avaliam entre 4 e 10 árvores por tratamento, devido às limitações logísticas (Bobadilha et al., 2018; Cirilo et al., 2024; Melo et al., 2024; Rocha et al., 2024; Santos et al., 2024; Araujo et al., 2025). No entanto, os estudos de modelagem não destrutiva permitem maiores amostragens, podendo abranger centenas de árvores, pois essa técnica permite análises mais abrangentes e representativas sem comprometer a integridade do material (Pádua et al., 2015).

A compreensão da variação dos valores de densidade entre árvores é fundamental para aprimorar os critérios de seleção de árvores em campo, otimizar as metodologias de amostragem e fornecer subsídios para a caracterização mais precisa da qualidade da madeira, contribuindo para seu uso eficiente em diversas aplicações industriais. Diante dessa ampla variabilidade, o estudo teve como objetivo analisar a variabilidade da densidade da madeira entre árvores de clones e espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia*, utilizando dados da literatura e considerando diferentes idades e posições de amostragem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo, amostragens e caracterização da madeira

Foi realizada uma revisão de banco de dados de estudos conduzidos entre 2015 a 2024, sobre a qualidade da madeira jovem de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* em diferentes idades (Figura 1). Na maioria desses estudos, o critério de seleção das árvores amostradas foi baseado no DAP médio da parcela, exceto no trabalho de Melo et al., (2024), em que as árvores mais volumosas em cada espécie e sítio foram escolhidas para compor a amostragem.

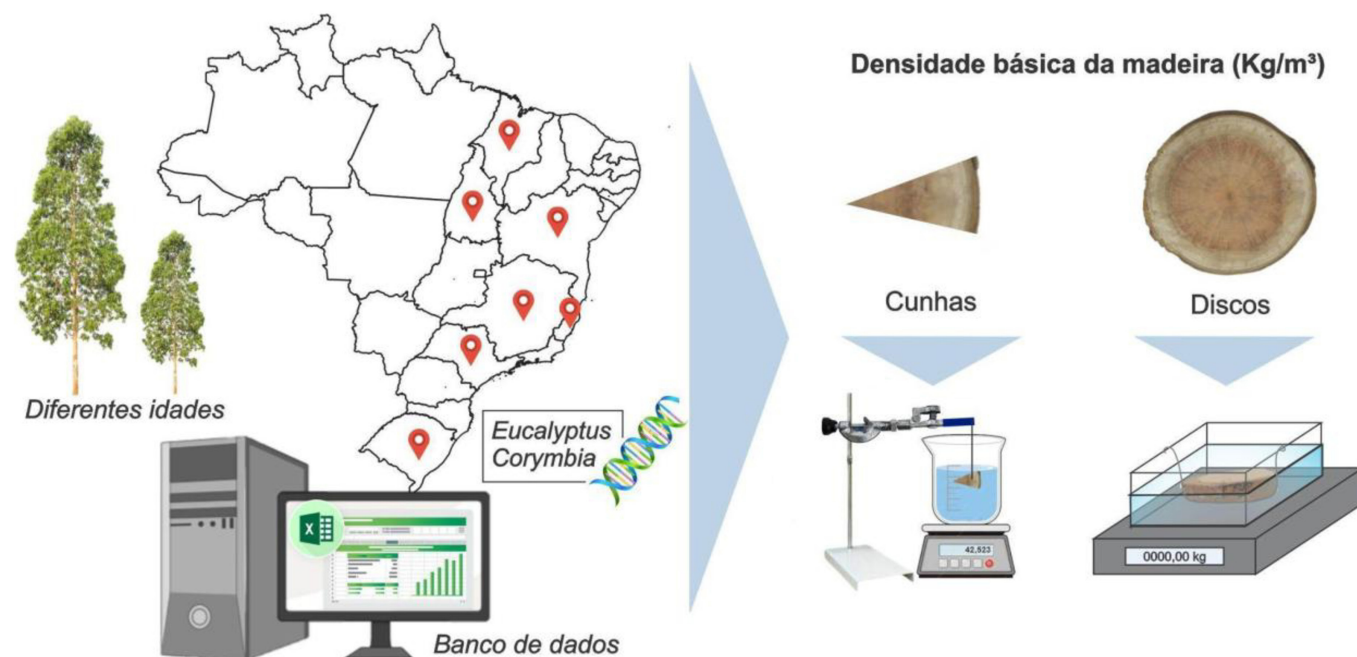


Figura 1. Esquema de amostragem para análise dos dados.

A determinação da densidade básica foi realizada pelo método da balança hidrostática (imersão), que calcula a relação entre a massa seca da madeira e volume saturado, conforme a NBR 11941 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003). Uma cunha (de 30 a 45°) foi selecionada de cada disco em diferentes posições

ao longo do fuste para determinar a densidade básica, exceto no trabalho de Santos et al. (2024) que a amostra empregada para a determinação da densidade da madeira foram discos inteiros. Para a análise dos dados, os materiais foram categorizados por idade (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Espécies de *Eucalyptus* utilizadas e suas respectivas procedências.

Idade	Espécies	Código	Local de coleta	Clima	Posição	DB (Kg m ⁻³)	Autor
3 anos (10*)	<i>E. urophylla</i> var. <i>platyphylla</i>	1	MA	Aw	AT	458	Bobadilha et al. (2018)
	<i>E. urophylla</i> var. <i>platyphylla</i>	2	TO			447	
	<i>E. tereticornis</i>					448	
3 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	1	Itanagra - BA	Aw	AT	446	Santos et al. (2024)
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. spp.</i>	1				432	
3 anos (6*)	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	1	SP	Cwa	AA1	485	Cirilo et al. (2024)
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	2		Cfa		440	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	3		Cwa		464	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	4	ES	Aw		458	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5	MG			443	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	6	SP	Cfa		452	
	<i>E. urophylla</i>	2	MG	Cwb		393	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	7				399	
	<i>E. saligna</i>	1	BA	Cfa		438	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	1		As		447	
4 anos (4*)	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	1	Itamarandiba - MG	Aw	AT	449	Feuchard (2015)
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	2				479	
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	3				434	
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	4				496	
5 anos (10*)	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8	Lençóis Paulistas - SP	Cfa	AT	424	Bobadilha et al. (2019)
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	9				375	
5 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	3	Itanagra - BA	Aw	AT	454	Santos et al. (2024)
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. spp.</i>	2	Alagoinhas - BA			447	
6 anos (7*)	<i>E. amplifolia</i>	1	Paraopeba - MG	Cwa	AT	507	Melo et al. (2024)
	<i>E. longirostrata</i>	1				591	
	<i>E. major</i>	1				567	
	<i>E. amplifolia</i>	2	Boreri - SP	Aw		521	
	<i>E. longirostrata</i>	2				586	
	<i>E. major</i>	2				609	
6 anos (5*)	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	5	Lençóis Paulista - SP	Cfa	AT	474	Araujo et al. (2025)
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	6	Agudos - SP			506	
	<i>E. grandis</i>	1				466	
	<i>E. urophylla</i>	4				455	
7 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	5	Bom Despacho - MG	Cwa	AT	478	Rocha et al. (2024)
7 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	6	Açailândia - MA	Aw	AT	467	Queiroz (2024)
	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	2				428	
	<i>E. grandis</i>	2				431	
	<i>E. urophylla</i>	7				489	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	10				444	
	<i>E. urophylla</i>	8	São Miguel Arcanjo - SP	Cfa		409	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	3				389	
	<i>E. grandis</i>	3				360	
	<i>E. urophylla</i>	9				419	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	11				422	
	8 anos (21*)	<i>E. saligna</i>	2	Barba Negra - RS	Cfa	AA2	
<i>E. saligna</i>		3	Canafistula - RS			475	

Código: devido a repetição de mesmas espécies, porém em idades e procedências diferentes, o código após o nome da espécie, auxilia a identificar a qual trabalho cada material pertence. Clima: conforme a classificação de Köppen-Geiger. DB: densidade básica da madeira. *Número de repetições (árvores) utilizadas para cada espécie. Amostragem tradicional (AT): Amostras em 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste; Amostragem alternativa 1 (AA1): Amostras em 0%, DAP e 50% e 100% da altura comercial do fuste; Amostragem alternativa 2 (AA2): Amostras em 0%, DAP, 33%, 66% e 100% da altura comercial do fuste.

Tabela 2. Espécies de *Corymbia* utilizadas e suas respectivas procedências.

Idade	Espécies	Código	Local de coleta	Clima	Posição	DB (Kg m ⁻³)	Autor
6 anos (7 ^o)	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>citriodora</i>	1	Paraopeba - MG	Cwa		660	Melo et al. (2024)
	<i>C. henryi</i>	1				642	
	<i>C. torelliana</i>	1				513	
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>variegata</i>	1	Boréri - SP	Aw	602		
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>citriodora</i>	2			675		
	<i>C. henryi</i>	2			634		
	<i>C. torelliana</i>	2			513		
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>variegata</i>	2			614		
7 anos (5 ^o)	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	1	Bom Despacho - MG	Cwa	AT	677	Rocha et al. (2024)
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	2				628	
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	3				537	
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	4				613	

Código: devido a repetição de mesmas espécies, porém em idades e procedências diferentes, o código após o nome da espécie, auxilia a identificar a qual trabalho cada material pertence. Clima: conforme a classificação de Koppen-Geiger. DB: densidade básica da madeira. *Número de repetições (árvores) utilizadas para cada espécie. Amostragem tradicional (AT): Amostragens em 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste.

As espécies de *Corymbia* foram avaliadas aos 6 e 7 anos (Tabela 2). Para melhor organização dos resultados, os gêneros foram separados.

Foram analisados 10 trabalhos de pesquisas, 2 gêneros (*Eucalyptus* e *Corymbia*), 17 espécies (12 de eucalipto e 5 de *Corymbia*) dos 3 aos 8 anos de idade, 331 árvores (255 de eucalipto e 76 de *Corymbia*) e 1824 discos coletados (1368 de eucalipto e 456 de *Corymbia*) provenientes de diferentes sítios no Brasil. A intensidade amostral em cada tratamento variou de 4 a 21 árvores.

2.2. Amplitude da densidade básica entre árvores

A amplitude da densidade básica no sentido base-topo, foi calculada a partir da diferença entre a árvore com maior e a árvore com menor valor de densidade básica, obtida em cada posição amostral das árvores, considerando cada material genético. Já a amplitude média entre árvores, foi calculada com base na diferença entre a maior e a menor média de densidade básica por árvore, para cada espécie estudada.

3. RESULTADOS

Nas espécies de *Eucalyptus*, a amplitude média da densidade básica entre árvores aos 3 anos foi maior no clone de *E. grandis* x *E. urophylla* (6), com uma amplitude entre árvores de 72 Kg m⁻³, e menor para o *E. saligna* (1), com amplitude de 14 Kg m⁻³ entre árvores. Nesta idade, as maiores variações da densidade básica ocorreram em diferentes posições de amostragem do fuste para cada clone (Tabela 3).

Na idade de 4 anos, os híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis* (2 e 3) apresentaram as maiores amplitudes da densidade básica entre árvores amostradas para análise, chegando a 67 Kg m⁻³ de diferença média. Os demais clones apresentaram variações mais baixas, não ultrapassando 15 Kg m⁻³. É importante salientar que, para essa idade, todos os clones têm a mesma procedência. Aos 5 anos, os clones de *E. grandis* x *E. urophylla* (8 e 9) apresentaram variações acima dos demais clones na mesma idade, provavelmente, devido ao ataque de *Thyrinteina arnobia*. Para o *E. grandis* x *E. urophylla* (8), as amplitudes de densidade básica entre árvores em todas as posições ultrapassaram 100 Kg m⁻³, com maiores valores no topo do fuste.

Aos 6 anos, as espécies de procedência seminal *E. amplifolia* (1 e 2), *E. longirostrata* (1 e 2) e *E. major* (1 e 2) apresentaram maiores variações.

Aos 7 anos, o *E. grandis*(3) se destacou com o maior valor de amplitude entre árvores (63 Kg m⁻³), visto que, as demais espécies nesta idade não tiveram grandes variações na densidade básica entre as árvores. As variações na amplitude entre árvores de densidade básica para os dois clones de *E. saligna* (2 e 3) aos 8 anos foram aproximadas, entretanto, o primeiro clone apresentou maiores variações no topo, enquanto o segundo clone oscilou mais na base.

Para as espécies de *Corymbia*, aos 6 anos de idade, a amplitude da densidade entre árvores foi maior do que aos 7 anos, principalmente por se tratar de espécies seminais na idade de 6 anos, enquanto aos 7 anos, as espécies já passaram pelo processo clonal. O *C. henryi*(1) e o *C. citriodora* subsp. *variegata*(2) apresentaram as maiores amplitudes média entre árvores, com 124 e 113 Kg m⁻³, respectivamente. Para os *Corymbia* de 7 anos, apesar de todos serem híbridos e de mesma procedência, o *C. torelliana* x *C. citriodora* (3) se destacou dos demais com maior amplitude entre árvores.

No geral, a amplitude média da densidade básica entre árvores de *Corymbia*, especialmente aos 6 anos, foi maior quando comparadas aos clones de *Eucalyptus* (Tabela 4).

A amplitude média de densidade básica entre árvores amostradas por idade, sem distinção das espécies em cada faixa de idade, comprova maiores variações para o *Corymbia* aos 6 anos (87 Kg m⁻³), seguido pelo eucalipto aos 8 anos (64 Kg m⁻³) e aos 6 anos (62 Kg m⁻³). Maior homogeneidade entre as árvores coletadas foi encontrada para eucalipto aos 3 (34 Kg m⁻³), 4 (40 Kg m⁻³) e 7 (26 Kg m⁻³) anos de idade (Figura 2).

Sem considerar o fator idade, é notório que as espécies de eucalipto mais variáveis foram as de origem seminal, *E. major* (88 Kg m⁻³), *E. amplifolia* (87 Kg m⁻³) e *E. longirostrata* (75 Kg m⁻³). Já de origem clonal, tem-se o *E. saligna* com maior amplitude entre árvores (47 Kg m⁻³) e o híbrido *E. grandis* x *E. camaldulensis* com menor (19 Kg m⁻³). Padrão parecido aconteceu para o gênero *Corymbia*, com a espécie de procedência seminal *C. henryi* com maior amplitude entre árvores (98 Kg m⁻³), maior até mesmo do que as outras espécies de eucalipto avaliadas, e o híbrido clonal *C. torelliana* x *C. citriodora* com menor (46 Kg m⁻³) (Figura 3).

Para todas as espécies de eucalipto, as maiores variações de densidade entre árvores amostradas ocorreram nas posições de 33 e 66% da altura comercial do fuste, com médias de 84 e 81 Kg m⁻³, respectivamente. As demais posições de amostragem apresentaram valores próximos entre si, com amplitude de densidade entre árvores em torno de 60 Kg m⁻³.

Tabela 3. Amplitudes de densidade básica (Kg.m⁻³) da madeira **entre** árvores de *Eucalyptus* de 4 a 8 anos de idade em diferentes posições de amostragem.

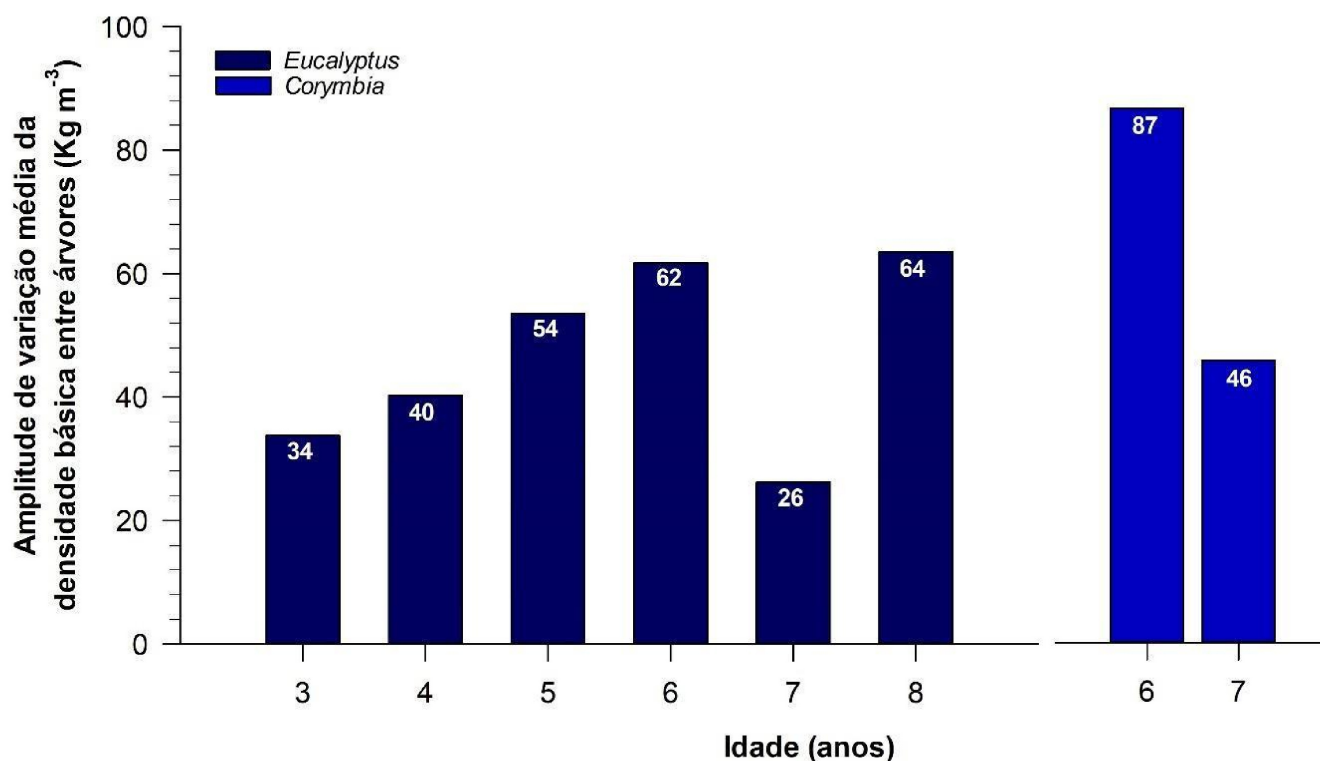
Idade	Espécies	Código	Média	Posições de amostragem							
				0%	DAP	25%	33%	50%	66%	75%	100%
3 anos (10')	<i>E. urophylla</i> var. <i>platyphylla</i>	1	45	73	97	40	-	52	-	41	97
	<i>E. urophylla</i> var. <i>platyphylla</i>	2	22	82	40	30	-	53	-	56	81
	<i>E. tereticornis</i>		32	52	50	46	-	54	-	40	33
3 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	1	40	54	62	38	-	46	-	80	58
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. spp.</i>	1	40	47	15	48	-	20	-	90	44
	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	1	51	36	99	-	-	90	-	-	72
3 anos (6*)	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	2	29	27	90	-	-	27	-	-	56
	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	3	20	52	12	-	-	32	-	-	50
	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	4	40	69	39	-	-	32	-	-	43
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5	29	46	37	-	-	46	-	-	69
	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	6	72	66	61	-	-	80	-	-	85
	<i>E. urophylla</i>	2	28	64	44	-	-	43	-	-	44
	<i>E. grandis</i> x <i>E.urophylla</i>	7	16	46	38	-	-	65	-	-	57
4 anos (4*)	<i>E. saligna</i>	1	14	36	31	-	-	54	-	-	52
	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	1	28	69	48	-	-	92	-	-	30
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	1	15	26	18	17	-	-	-	-	-
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	2	67	63	76	73	-	72	-	-	-
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	3	64	37	40	49	-	36	-	-	-
5 anos (10*)	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	4	15	56	33	34	-	32	-	-	-
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8	95	115	117	111	-	113	-	115	125
5 anos (5*)	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	9	64	54	70	65	-	81	-	82	120
	<i>E. urophylla</i>	3	38	54	62	38	-	25	-	62	58
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. spp.</i>	2	17	57	26	32	-	26	-	23	31
6 anos (7*)	<i>E. amplifolia</i>	1	93	117	94	129	-	104	-	95	100
	<i>E. longirostrata</i>	1	68	71	66	62	-	77	-	146	95
	<i>E. major</i>	1	104	51	160	116	-	144	-	150	83
	<i>E. amplifolia</i>	2	81	97	96	154	-	101	-	58	62
	<i>E. longirostrata</i>	2	81	136	87	118	-	66	-	64	80
	<i>E. major</i>	2	72	58	82	118	-	87	-	115	126
6 anos (5*)	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	5	25	34	40	56	-	17	-	27	44
	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	6	28	62	35	46	-	38	-	66	32
	<i>E. grandis</i>	1	23	68	19	51	-	89	-	33	16
7 anos (5*)	<i>E. urophylla</i>	4	42	54	44	41	-	51	-	65	84
	<i>E. urophylla</i>	5	16	39	29	23	-	87	-	23	19
	<i>E. urophylla</i>	6	17	24	50	52	-	47	-	47	42
7 anos (5*)	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	2	15	65	21	71	-	39	-	51	20
	<i>E. grandis</i>	2	28	35	10	46	-	66	-	24	50
	<i>E. urophylla</i>	7	28	33	71	35	-	63	-	39	55
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	10	29	26	71	68	-	48	-	9	21
	<i>E. urophylla</i>	8	26	54	42	50	-	33	-	25	31
	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	3	14	31	38	33	-	27	-	8	36
	<i>E. grandis</i>	3	63	71	47	45	-	93	-	95	85
8 anos (7*)	<i>E. urophylla</i>	9	34	81	39	76	-	20	-	27	35
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	11	18	53	56	48	-	35	-	18	35
	<i>E. saligna</i>	2	64	89	74	-	79	-	99	-	110
	<i>E. saligna</i>	3	63	100	79	-	89	-	63	-	80

Código: devido a repetição de mesmas espécies, porém em idades e procedências diferentes, o código após o nome da espécie, auxilia a identificar a qual trabalho cada material pertence. *Número de repetições (árvores) utilizadas para cada espécie. Células azuis: menores valores de amplitude da densidade básica entre árvores (Kg.m⁻³); Células verdes: maiores valores de amplitude da densidade básica entre árvores (Kg.m⁻³).

Tabela 4. Amplitudes de densidade básica ($\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$) da madeira entre árvores de *Corymbia* de 6 a 7 anos de idade em diferentes posições de amostragem.

Idade	Espécies	Código	Média	Posições de amostragem					
				0%	DAP	25%	50%	75%	100%
6 anos (7 [*])	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>citriodora</i>	1	55	62	62	102	57	50	53
	<i>C. henryi</i>	1	124	147	163	172	123	110	115
	<i>C. torelliana</i>	1	80	127	109	89	97	80	84
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>variegata</i>	1	75	116	85	98	85	94	90
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>citriodora</i>	2	94	81	153	82	136	121	89
	<i>C. henryi</i>	2	72	73	97	114	57	45	86
	<i>C. torelliana</i>	2	80	127	109	89	97	80	84
	<i>C. citriodora</i> subsp. <i>variegata</i>	2	113	185	148	185	96	121	89
7 anos (5 [*])	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	1	38	53	31	63	42	44	68
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	2	19	30	11	47	34	54	39
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	3	91	105	95	96	97	88	96
	<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	4	35	25	55	38	90	50	41

Código: devido a repetição de mesmas espécies, porém em idades e procedências diferentes, o código após o nome da espécie, auxilia a identificar a qual trabalho cada material pertence. *Número de repetições (árvores) utilizadas para cada espécie. Células azuis: menores valores de amplitude da densidade básica entre árvores ($\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$); Células verdes: maiores valores de amplitude da densidade básica entre árvores ($\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

**Figura 2.** Amplitude média da densidade básica entre árvores das espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* por idade.

Aos 3 anos, a posição de 25% da altura do fuste foi mais homogênea ($40\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$), ou seja, apresentou menor variação de densidade básica entre árvores. As posições mais apicais (75 e 100%) apresentaram maiores variações entre os valores de densidade entre árvores, bem como aos 5 anos, porém nessa idade, a posição de 50% foi menos variável.

Aos 4 anos, a variação da densidade entre árvores foi mais homogênea ao longo do fuste, com amplitude entre árvores variando de 42 (DAP) a $47\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (50%). Com 6 anos, as posições de 25 e 75% apresentaram maior amplitude entre árvores, 89 e $82\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente, enquanto as demais não dispuseram de grandes variações. Aos 7 anos, as regiões centrais do fuste foram mais variáveis,

enquanto aos 8 anos, o oposto aconteceu, a base e o topo atingiram médias de $95\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Figura 4).

A amplitude dos valores da densidade básica entre árvores, considerando todos os clones e espécies de *Corymbia* nas diversas idades avaliadas, foi maior nas regiões basais, principalmente em 25% da altura comercial ($98\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$), e foi mais homogênea da metade do fuste (50%) até o topo. Tendência semelhante foi observada para as espécies aos 6 anos, enquanto aos 7 anos o oposto aconteceu, com a base e o DAP mais homogêneos na densidade básica, aumentando do DAP até o topo do fuste, com pico máximo em 50% ($66\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$) (Figura 5).

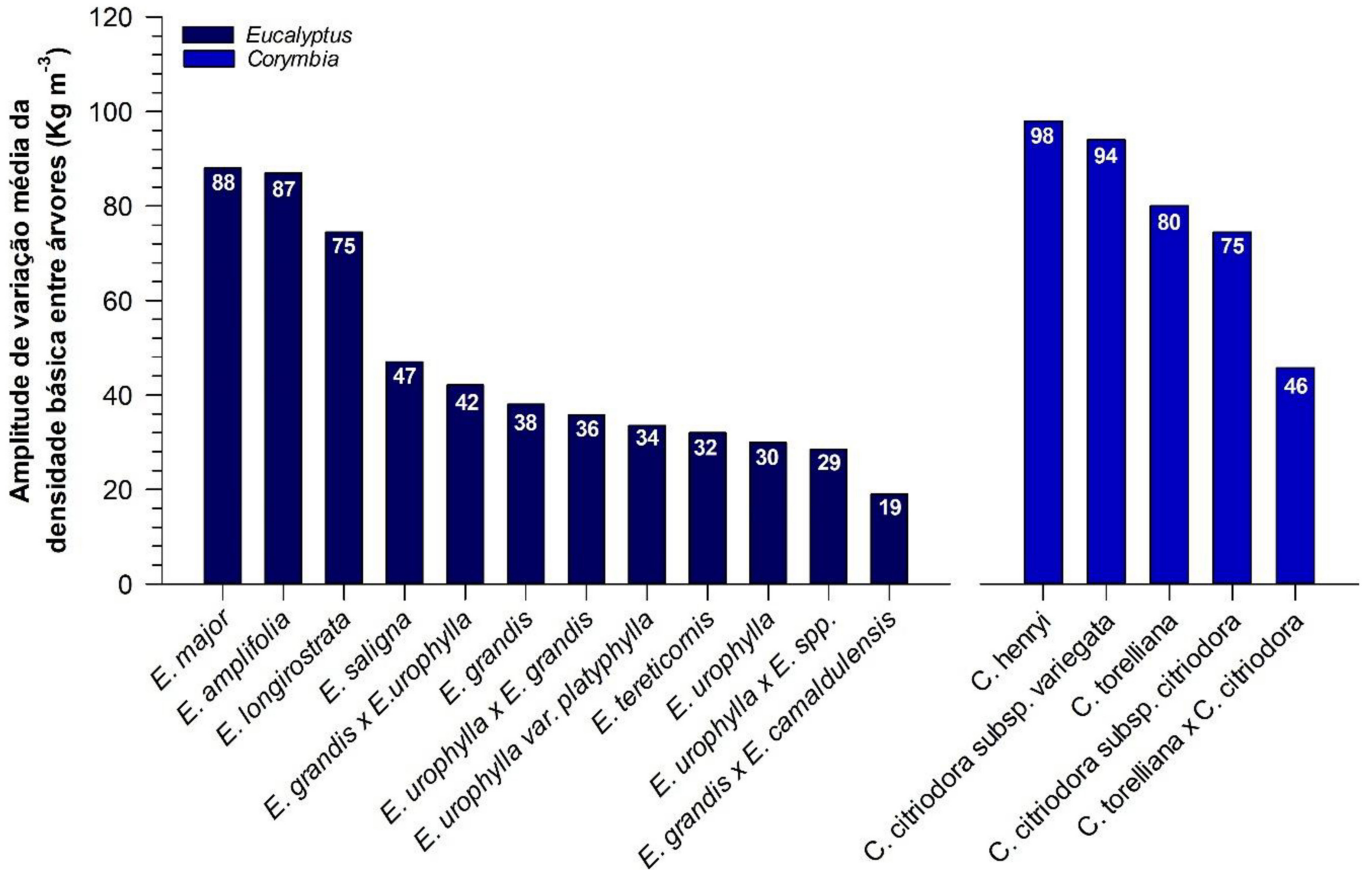


Figura 3. Amplitude média da densidade básica entre árvores por espécie de *Eucalyptus* e *Corymbia*.

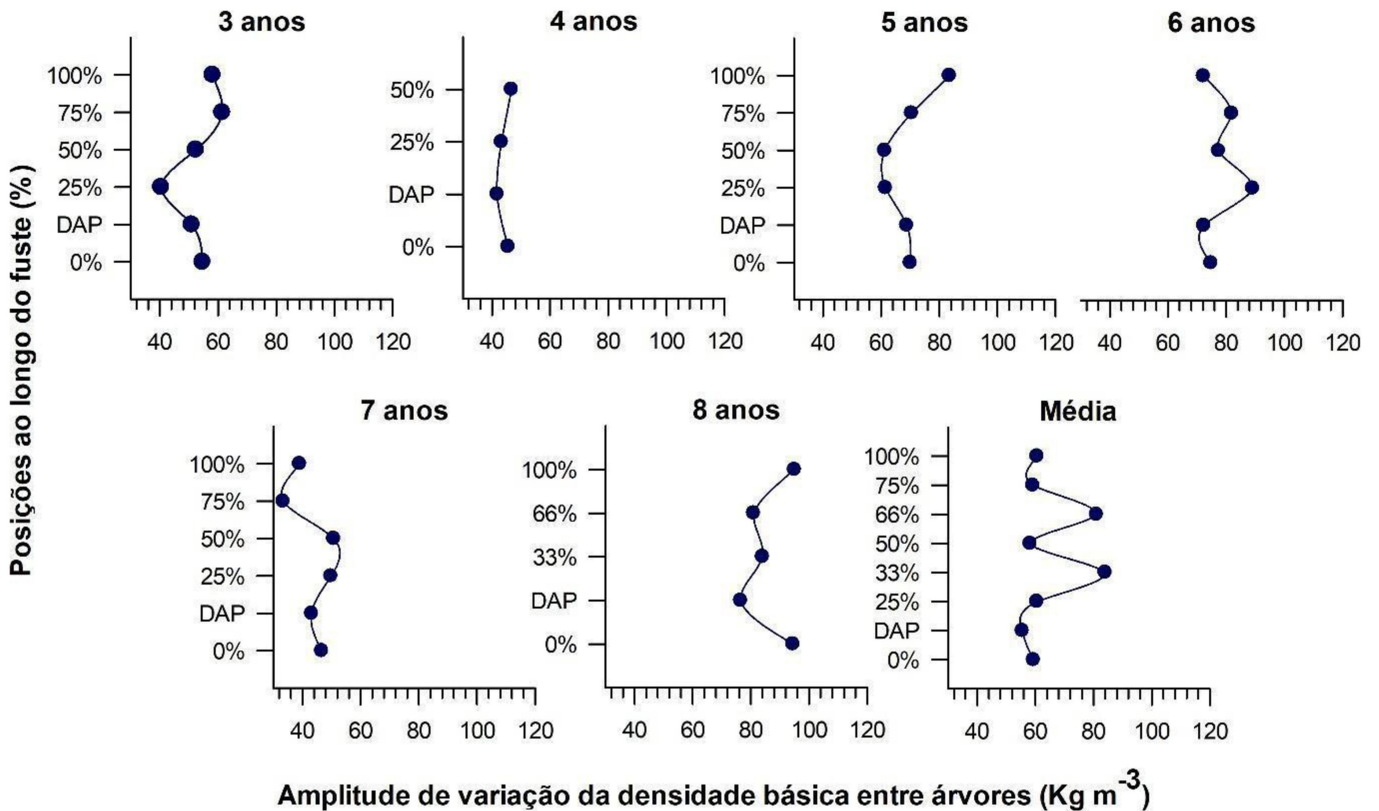


Figura 4. Amplitude da densidade básica entre árvores ao longo do fuste das espécies de eucalipto por idade.

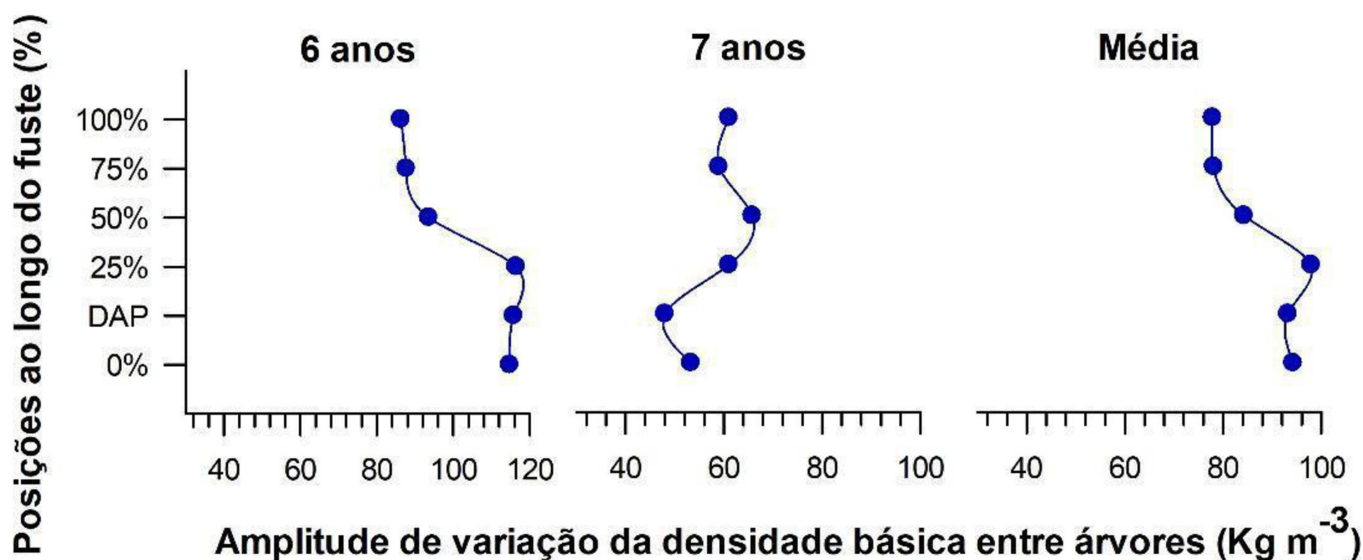


Figura 5. Amplitude da densidade básica entre árvores ao longo do fuste das espécies de *Corymbia* por idade.

A amplitude da densidade básica da madeira entre árvores jovens é influenciada pela espécie, idade e posição de amostragem ao longo do fuste. Para os *Eucalyptus*, a amplitude entre árvores foi mais pronunciada em posições intermediárias do fuste, enquanto para os *Corymbia*, a maior variação ocorreu nas regiões basais.

4. DISCUSSÃO

A variação da densidade da madeira entre árvores selecionadas para avaliação foi abordada por Melo et al., (2024) e Rocha et al., (2024) para madeira de *Eucalyptus* e *Corymbia* jovens provenientes de plantios florestais no Brasil. Os resultados deste estudo corroboram com observados anteriores que destacam que a variabilidade da densidade básica da madeira ao longo do fuste, bem como entre árvores, em espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia*, é influenciada por fatores como idade, local de amostragem e origem genética (Almeida et al., 2020; Rocha et al., 2020; Santos et al., 2024). A heterogeneidade da madeira é atribuída principalmente às diferenças na anatomia do lenho, influências ambientais e práticas silviculturais (Trugilho et al., 2015; Cherelli et al., 2018).

Embora a densidade da madeira seja, uma característica hereditária, ela também é influenciada pela idade das árvores, tendendo a aumentar com o passar dos anos. Neste estudo, foi observado que a amplitude da densidade entre árvores variou conforme a idade de corte, dos 3 aos 8 anos, mas sem um padrão específico. Reforçando que o crescimento inicial das espécies é um período de maior variação na formação do lenho (Moulin et al., 2017).

As maiores amplitudes da densidade entre árvores aos 6 anos de idade, é acentuada pelo fato de as espécies estudadas serem de origem seminal, com limitada pesquisa e conhecimento acerca de seu potencial comercial. A competição entre indivíduos pode ter sido intensificada pela dominância de algumas árvores sobre outras, além da variação na disponibilidade de recursos e de práticas silviculturais, resultando em uma maior heterogeneidade dentro de um mesmo clone.

A maior amplitude da densidade básica para a madeira de *Corymbia* aos 6 anos é explicada pela procedência seminal das espécies, ou seja, as amostras de madeira não foram coletadas de indivíduos clonais como os demais. Além disso, muitas plantações deste gênero seguem recomendações de manejo desenvolvidas para *Eucalyptus*, onde

pesquisas e melhoramento genético são desenvolvidas há décadas no Brasil (Rocha et al., 2024), que pode justificar a maior variação observada entre árvores de *Corymbia* em comparação às de eucalipto.

A sanidade da árvore é outro fator que influencia a amplitude da densidade básica da madeira. Clones de *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* (8 e 9) atacados pela *Thyrinteina arnobia* apresentaram variações de densidade entre árvores superiores aos demais clones aos 5 anos de idade provenientes de plantios sadios (Bobadilha et al., 2019). Embora as pragas desfolhadoras se alimentem principalmente da copa, os danos podem se manifestar em outras partes da árvore (Kozłowski, 1963). Além disso, alterações na densidade da madeira podem estar associadas à remoção das folhas e suas consequências, como a redução na produção de carboidratos, o que impacta negativamente a qualidade da madeira (Twery, 1990).

As diferenças observadas na amplitude da densidade entre árvores clonais e seminais corroboram com estudos anteriores (Aspinwall et al., 2011), que indicam que materiais apresentam menor variação nas propriedades da madeira, enquanto as espécies seminais demonstram maior heterogeneidade. Isso reforça a importância da seleção de materiais homogêneos para garantir maior previsibilidade das propriedades tecnológicas da madeira (Aitken et al., 2008).

A maior amplitude da densidade básica entre árvores selecionadas para avaliação da madeira de *Corymbia* em comparação com a madeira de *Eucalyptus*, também pode estar relacionada às diferenças no crescimento das espécies e na influência de fatores genéticos (Rocha et al., 2024). A variabilidade observada em *Corymbia* é relevante, pois sugere que essas espécies podem ter comportamento menos homogêneo em termos de densidade da madeira, o que pode influenciar suas aplicações industriais (Ramalho et al., 2019).

A maior amplitude da densidade básica entre árvores de *Eucalyptus* ocorreu nas regiões intermediárias do fuste, enquanto para *Corymbia*, a amplitude dos valores de densidade da madeira entre árvores foi mais significativa na base do fuste (0, DAP e 25%). Variações significativas foram identificadas na densidade ao longo do fuste em função das exigências biomecânicas da árvore (Oliveira et al., 2018). Rocha et al., (2024) observaram maiores amplitudes de densidade entre árvores a 0% e 50% do fuste comercial de *E. urophylla* aos 7 anos, enquanto Melo et al., (2024) relataram maiores amplitudes entre árvores no DAP e a 25% em ambiente menos seco e em 0%, DAP e 25% em ambiente mais seco para espécies não comerciais do gênero aos 6 anos.

Apesar da ampla utilização de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* no mercado florestal brasileiro e de melhoramento genético do gênero *Eucalyptus*, este estudo evidencia que a amplitude da densidade da madeira entre as árvores amostradas em pesquisas ainda é considerável e necessita de atenção, tanto a geração de estimativas de densidade, quanto para utilizações do inventário e na indústria. Assim, a heterogeneidade da madeira, e consequentemente da densidade da madeira, influenciada por uma variedade de fatores, incluindo sítios, espaçamentos de plantio, idade de corte, sanidade da árvore, entre outros fatores distintos deve ser considerada na amostragem/planejamento/estimação da densidade tanto na seleção genéticas dos programas de melhoramento genético quanto na estimação da densidade da madeira nas fábricas.

Os custos de amostragem de indivíduos no campo, das análises laboratoriais da densidade e, o tempo e capacidade analítica, inviabilizam, muitas vezes, a coleta de um número maior de repetições de árvores no campo. Assim, é preciso considerar que, mesmo em árvores clonais de eucalipto, a amplitude da densidade entre as árvores pode variar de 14 a 72 Kg m⁻³.

A amplitude da densidade entre árvores de um mesmo clone ou espécie pode ser alta, como apresentado nos resultados. Em indústrias de celulose e papel e painéis de madeira, por exemplo utiliza-se, um mix de materiais de diversas procedências, isto é, com densidades diferentes, a fim de otimizar a produção. Portanto, conhecer esta amplitude entre as árvores é essencial para os programas de melhoramento genético, onde a densidade da madeira é a propriedade utilizada em diversas etapas da seleção clonal. A alta variação de valores de densidade da madeira entre poucos indivíduos avaliados, podem excluir genótipos devido aos valores de densidade, em virtude de planejamento florestal e atividades industriais.

Este estudo sugere que, para cada clone em uma determinada idade, existe um potencial de variação de densidade entre árvores, mesmo clonais, de acordo com a posição no fuste. E, isso influencia na amostragem da madeira para diversas avaliações, tais como no planejamento, nas pesquisas, na caracterização, entre outros. Ademais, os resultados reforçam a importância de considerar a idade, a espécie e a posição de amostragem para avaliação da densidade básica da madeira.

5. CONCLUSÃO

A amplitude da densidade básica da madeira entre árvores foi influenciada pela espécie, idade e posição de amostragem ao longo do fuste. As espécies de *Corymbia* apresentaram maiores amplitudes de densidade entre as árvores do que as espécies de eucalipto.

Em madeira de *Eucalyptus*, as maiores variações nos valores de densidade entre árvores ocorreram nas regiões centrais do fuste, enquanto em *Corymbia*, a base apresentou maior heterogeneidade. As espécies de origem seminal demonstraram maior amplitude da densidade básica entre árvores em comparação aos materiais clonais. A idade de 6 anos se destacou como o período de maior variação na densidade básica da madeira, especialmente para *Corymbia*, considerando um intervalo entre 3 e 8 anos.

O conhecimento sobre a amplitude da densidade básica entre árvores é fundamental para otimizar a amostragem, reduzir a necessidade de coletas extensivas e obter estimativas mais representativas das propriedades do fuste, contribuindo para uma melhor seleção de materiais para aplicações industriais.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), à Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e institucional concedido para a realização deste estudo. Agradecemos, igualmente, ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira (NUQMAD) pelo suporte técnico, científico e estrutural, fundamentais ao desenvolvimento das atividades experimentais.

REFERÊNCIAS

- Aitken, S. N., Yeaman, S., Holliday, J. A., Wang, T., & Curtis-McLane, S. (2008). Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1), 95-111. PMID:25567494. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x>.
- Almeida, M. N. F., Vidaurre, G. B., Pezzopane, J. E. M., Lousada, J. L. P. C., Silva, M. E. C. M., Câmara, A. P., Rocha, S. M. G., Oliveira, J. C. L., Campoe, O. C., Carneiro, R. L., Álvares, C. A., Tomazzelo-Filho, M., Figueiredo, F. M., & Oliveira, R. F. (2020). Heartwood variation of *Eucalyptus urophylla* is influenced by climatic conditions. *Forest Ecology and Management*, 458, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117743>.
- Araujo, S. L., Protázio, L. B., Gimenez, G. G., Barros Junior, U. O., Castor Neto, T. C., Silva, D. F. S. H. S., Rezende, D. A. N., Almeida, M. N. F., Silva, J. G. M., & Vidaurre, G. B. (2025). Sampling strategies along the tree stem to determine the basic density of *Eucalyptus* wood. *Cerne*, 31, e-103500. <https://doi.org/10.1590/01047760202531013500>.
- Aspinwall, M. J., King, J. S., McKeand, S. E., & Bullock, B. P. (2011). Genetic effects on stand-level uniformity and above- and belowground dry mass production in juvenile loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, 262(4), 609-619. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.029>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2003). *NBR-11941: Madeira – determinação da densidade básica*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Bobadilha, G. D. S., Vidaurre, G. B., Câmara, A. P., Valin, M., Oliveira, J. T. S., Soliman, E. P., & Lopez, Y. M. (2018). Efecto del ataque de *Leptocybe invasa* en plantaciones de eucalipto destinadas a la producción de pulpa de celulosa kraft. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 20(2), 171-182. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2018005002201>.
- Bobadilha, G., Vidaurre, G. B., Câmara, A. P., Fantuzzi Neto, H., Oliveira, J. T. S., Soliman, E. P., Lopes, D. J. V., & Zanuncio, J. C. (2019). Effect of defoliator insect on growth and wood properties of *Eucalyptus* trees. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 77(5), 861-868. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01435-6>.
- Cherelli, S. G., Sartori, M. M. P., Próspero, A. G., & Ballarin, A. W. (2018). Heartwood and sapwood in *Eucalyptus* trees: nonconventional approach to wood quality. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(1), 425-438. PMID:29641766. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820160195>.
- Cirilo, N. R. M., Almeida, M. N. F., Santos, V. B., Souza, A. J., Conceição, G. J., Silva, J. G. M., Protázio, L. B., Arantes, B. S., Campoe, O. C., Hakamada, R. E., Medeiros Neto, P. N., Castor Neto, T. C., Guillemot, J., & Vidaurre, G. B. (2024). Impact of coppice and high stem management on *Eucalyptus* wood quality. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 82(6), 1841-1854. <https://doi.org/10.1007/s00107-024-02125-8>.
- Feuchard, L. D. (2015). *Influência do espaçamento de plantio e idade de colheita na qualidade da madeira de eucalipto para celulose* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.
- Kozłowski, T. T. (1963). Growth characteristics of forest trees. *Journal of Forestry*, 61(9), 655-662. <https://doi.org/10.1093/jof/61.9.655>.

- Lafetá, B. O., Pimenta, I. A., Santos, M. A., Rodrigues, H. B. X., Fontan, I. C. I., Ferraro, A. C., & Vieira, D. S. (2023). Alternativas de modelagem para a estimativa da altura de árvores de eucalipto. *Revista Florestal Mesoamericana Kurú*, 20(47), <https://doi.org/10.18845/rfmk.v20i47.6816>.
- Melo, A. B., Silva, P. H. M., Araujo, S. L., Silva, J. G. M., Ferraz, A. V., Rocha, S. M. G., Almeida, M. N. F., Araújo, M., Godinho, T., Castor Neto, T. C., Moulin, J. C., & Vidaurre, G. B. (2024). Productivity and wood quality traits of *Corymbia* and *Eucalyptus* species in two soil water deficit sites. *Industrial Crops and Products*, 219, 119141. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119141>.
- Moulin, J. C., Arantes, M. D. C., Oliveira, J. G. L., Campinhos, E., Gomes, F., & Vidaurre, G. B. (2017). Efeito do espaçamento, idade e irrigação no volume e densidade básica do eucalipto. *Floresta e Ambiente*, 24(0), e00073914. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.073914>.
- Nörnberg, L. V., Cardoso, G. V., Fernandes, M. A. M., Santos, O. P., & Pimentel, N. (2023). Otimização de pontos amostrais ao longo do fuste para determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna*. *Nativa (Sinop)*, 11(1), 128-133. <https://doi.org/10.31413/nativa.v11i1.15068>.
- Oliveira, G. M. V., Mello, J. M., Scalon, J. D., Scolforo, J. R. S., & Monteiro, T. C. (2018). Amostragem de discos e uso de equações para estimar a densidade básica da madeira em diversas fitofisionomias. *Ciência Florestal*, 28(4), 1615-1626. <https://doi.org/10.5902/1980509835127>.
- Pádua, F. A., Trugilho, P. F., Thiersch, C. R., Vire, N. M., & Silva, J. M. S. (2015). Tamanho amostral para a estimativa da densidade básica em um clone híbrido de *Eucalyptus* sp. *Revista do Instituto Florestal*, 27(1), 41-47. <https://doi.org/10.4322/rif.2015.004>.
- Queiroz, E. P. P. (2024). *Estimativa de densidade básica da madeira de eucalipto por métodos não destrutivos* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.
- Ramalho, F. M. G., Pimenta, E. M., Goulart, C. P., Almeida, M. N. F., Vidaurre, G. B., & Hein, P. R. G. (2019). Effect of stand density on longitudinal variation of wood and bark growth in fast-growing *Eucalyptus* plantations. *IForest : Biogeosciences and Forestry*, 12(6), 527-532. <https://doi.org/10.3832/ifor3082-012>.
- Rocha, S. M. G., Barros Junior, U. O., Oliveira, L. J., Ribeiro, L. A. A., Oliveira, C. V. A., Almado, R. P., Moulin, J. C., Valente, B. M. R. T., & Vidaurre, G. B. (2024). Association between the anatomical features and the natural drying of young wood from hybrid *Corymbia torelliana* and *Corymbia citriodora* clones. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 82(6), 1901-1912. <https://doi.org/10.1007/s00107-024-02134-7>.
- Rocha, S. M. G., Vidaurre, G. B., Pezzopane, J. E. M., Almeida, M. N. F., Carneiro, R. L., Campoe, O. C., Scolforo, H. F., Alvares, C. A., Neves, J. C. L., Xavier, A. C., & Figura, M. A. (2020). Influence of climate variations on productions, biomass and density of wood in *Eucalyptus* clones of different species. *Forest Ecology and Management*, 473, 118290. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118290>.
- Santos, V. B., Conceição, G. J., Rodrigues, P. D., Cirilo, N. R. M., Almeida, M. N. F., Rocha, M. F. V., Guimarães, J. F. R., Carvalho, A. M. M. L., Gomes, F. J. B., Marcelino, P. R. C., Barbosa, V. O. P., Castor Neto, T. C., Moulin, J. C., & Pedrazz, I. (2024). Impact of age and genotype on the quality of *Eucalyptus* wood for dissolving pulp. *Industrial Crops and Products*, 218, 118930. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118930>.
- Trugilho, P. F., Goulart, S. L., Assis, C. O. D., Couto, F. B. S., Alves, I. C. N., Protásio, T. P., & Napoli, A. (2015). Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. *Ciência Rural*, 45(4), 661-666. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130625>.
- Twery, M. J. (1990). Effects of defoliation by gypsy moth. In K. W. Gottschalk, M. J. Twery, & S. I. Smith (Eds.), *Proceedings US Department of Agriculture interagency gypsy moth research review* (pp. 27-39). East Windsor, CT, USA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

SLA: conceitualização, curadoria dos dados, análise dos dados, pesquisa, validação de dados, design de apresentação de dados, redação do manuscrito original; SMVN: pesquisa, metodologia, redação do manuscrito original; VBS: conceitualização, metodologia, revisão; TCCN: revisão; GJC: metodologia; RGCS: Revisão; OPS: metodologia, revisão; AJS: conceitualização, metodologia, revisão; PHMS: metodologia, revisão; GBV: conceitualização, pesquisa, administração do projeto, supervisão, revisão.