



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO RADIAL DA ALTURA DOS RAIOS EM INDIVÍDUOS TRICOMPOSTOS DE SERINGUEIRA

Glacyanne Santos¹
João Vicente de Figueiredo Latorraca¹
Evânia Mendonça²
Letícia Maria Alves Ramos³
Thayanne Neto⁴
Dayane Oliveira Lima¹
Jonny Paz Castro⁵
Leif Armando Portal Cahuana⁶

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

² Universidade Federal de São João del-Rei

³ Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais / Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

⁴ Escola de Engenharia / Universidade Federal Fluminense

⁵ Instituto de Florestas / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

⁶ Industria Forestal / Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente / Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO RADIAL DA ALTURA DOS RAIOS EM INDIVÍDUOS TRICOMPOSTOS DE SERINGUEIRA

Resumo: A anatomia da madeira é o ramo da botânica que estuda as células que compõem o xilema secundário, as quais variam em função da posição na árvore e das condições ambientais. O objetivo do presente trabalho foi analisar a variação radial no sentido medula - câmbio para a altura dos raios em indivíduos tricompostos de *Hevea brasiliensis*. Foram selecionados dois indivíduos com clones de copa distintos: i) raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) + clone FX2784 (copa); e ii) raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) + clone MDF180 (copa), sendo amostradas 3 repetições/indivíduo. De cada árvore, foram obtidos discos localizados imediatamente abaixo da inserção do clone de copa, a partir dos quais foram confeccionados os corpos de prova abrangendo os diferentes tipos de lenho (tração, oposto e normal) em seções radiais. As análises anatômicas foram realizadas a partir de cortes transversal e longitudinais obtidos em micrótomo de deslize. As mensurações referentes à altura dos raios foram realizadas seguindo os padrões estabelecidos pela *IAWA Committee*. Os indivíduos compostos pelo clone FX2784 apresentaram raios maiores em todas as seções radiais, quando comparado aos compostos pelo clone MDF180. A variação radial indicou um aumento para a característica em estudo no sentido medula - câmbio, entre os indivíduos compostos por FX2784; enquanto que, para os indivíduos compostos por MDF180, observou-se o contrário. Diante desses resultados, conclui-se que a altura dos raios apresentou variação tanto no sentido medula - câmbio, quanto entre indivíduos analisados.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, anatomia dos raios, composição celular dos raios.

RADIAL VARIATION OF RAY HEIGHT IN TRICOMPOSED RUBER TREE INDIVIDUALS

Abstract: Wood anatomy is the branch of botany that studies cells composition of secondary xylem, which vary depending on the position in the tree and the environmental conditions. The objective of the present work was to analyze the radial variation in the pith - cambium direction for the ray height in tricomposed individuals of *Hevea brasiliensis*. Two individuals with distinct crown clones were selected: i) root from seed + clone PB311 (panel) + clone FX2784 (canopy); and ii) root from seed + clone PB311 (panel) + clone MDF180 (canopy). Three replicates were sampled per individual. From each tree, disks located immediately below the insertion of the crown clone were obtained, from which the specimens were prepared, including the different types of wood (tension, opposite and normal) in radial sections. The anatomical analyzes were performed using transverse and longitudinal sections obtained from a slide microtome. Measurements regarding ray height were performed following the standards established by the *IAWA Committee*. Individuals composed of the clone FX2784 presented larger rays in all the radial sections, when compared to those composed by the clone MDF180. The radial variation indicated an increase for the trait under study in the pith - cambium direction, among individuals composed by FX2784; whereas, for individuals composed of MDF180, the opposite was observed. In view of these results, it was concluded that the ray height presented variation both in the pith-cambial sense and in the analyzed individuals.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, ray anatomy, cellular composition of rays.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

1. INTRODUÇÃO

A anatomia da madeira é o ramo da botânica que estuda as células que compõem o xilema secundário, bem como sua organização, função e relação com a atividade biológica da planta. Dentre as diversas utilidades que a anatomia da madeira possui, destacam-se: anatomia vegetal, identificação e separação de espécies botânicas, estudos relacionados à nutrição mineral, crescimento, fisiologia, poluição ambiental, climatologia, radiação solar e arqueologia (BURGER e RICHTER, 1991). Além disso, ela pode contribuir para a distinção de espécies em gêneros e famílias cuja classificação seja duvidosa, e na determinação de prováveis afinidades entre famílias botânicas (BAAS et al., 2000; DADSWELL, 1939; LENS et al., 2007; OLSON, 2005). A identificação da madeira é realizada por meio da observação das características organolépticas e anatômicas macro e microscópicas, em suas superfícies transversal e longitudinais (CURY, 2001).

Os raios são constituídos por tecido parenquimático (nas angiospermas e em algumas gimnospermas) e traqueídeos (em gimnospermas), formados por agrupamentos celulares dispostos horizontalmente, convergindo para a medula (CARLQUIST, 2001; EVERT, 2013; PEREIRA, 1933). Suas principais funções estão associadas à condução da seiva elaborada para a parte funcional do caule (alburno) e armazenamento de substâncias nutritivas para as plantas (MAINIERI e CHIMELO, 1974). Apresentam paredes finas, não lignificadas e com pontoações simples (SILVA, 1987). Na seção transversal do tronco, os raios aparecem como linhas finas, geralmente claras, cruzando os anéis de crescimento. Sem o auxílio de lentes, a sua observação pode ser dificultada, dependendo da largura destes (LATORRACA, 2009). De um modo geral, o tamanho dos raios aumenta gradualmente de acordo com a idade, distância da medula e do ápice dos ramos. Além disso, podem ser modulados por injúrias, as quais provocam alterações no tamanho, estrutura e espaçamento entre eles (LEV-YADUN e ALONI, 1995).

A seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.) é uma espécie nativa da floresta Amazônica. Caracteriza-se como uma espécie arbórea, semidecídua, com ciclo de vida perene, pertencente à família das Euphorbiaceae. Sua ocorrência está associada a solos argilosos e férteis nas margens de rios e várzeas (LORENZI, 2000). Sua exploração econômica fundamenta-se na obtenção de látex, iniciando-se aos 5-7 anos e estendendo-se por 25-30 anos (RAHMAN et al., 2013).

No Brasil, no ano de 2015, a área ocupada por plantios florestais de espécies não convencionais, tais como Acácia, Araucária, Pópulus, Teca, Seringueira e Paricá, foi de 589.201 ha, sendo os plantios de seringueira responsáveis pela maior área dentre as espécies supracitadas, correspondendo a 229.059 ha plantados (PÖYRY, 2016). Os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Tocantins são os mais representativos em termos de área plantada, sendo a seiva utilizada como matéria prima para a produção de borracha, enquanto a madeira é destinada aos setores de energia, principalmente (ABRAF, 2013; PÖYRY, 2016). Quando tratada, a madeira de seringueira apresenta potencial tecnológico para o uso em estruturas pequenas e secundárias, construções de baixo peso e indústria moveleira (EUFRADE JUNIOR et al., 2015). Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a variação radial no sentido medula → câmbio para a característica quantitativa “altura dos raios” entre indivíduos tricompostos de seringueira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção dos clones e coleta do material de estudo

Foram conduzidos dois tratamentos em função do clone de copa presente em indivíduos tricompostos de *Hevea brasiliensis*: i) raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) +

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

clone FX2784 (copa); e ii) raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) + clone MDF180 (copa). Para cada tratamento, foram amostradas três árvores. Tais clones foram disponibilizados pela empresa Michelin, em plantios localizados em Igrapiúna – Bahia (13°48'51"S, 39°8'54"O). A escolha destes indivíduos justificou-se pela constatação visual de incompatibilidade entre os clones de copa MDF180 e de painel PB311 (Figura 1). De cada indivíduo, foram obtidos discos localizados imediatamente abaixo da inserção do clone de copa. As informações dos clones selecionados encontram-se na Tabela 1.



Figura 1. Indivíduos tricompostos de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. selecionados para o presente estudo. **a:** raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) + clone FX2784 (copa). **b:** raiz proveniente de semente + clone PB311 (painel) + clone MDF180 (copa). Os clones foram cedidos pela Michelin, em plantios localizados em Igrapiúna, BA.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Tabela 1. Informações dos clones de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. selecionados para o presente estudo. Os clones foram cedidos pela Michelin, em plantios localizados em Igrapiúna, BA. Todos os indivíduos foram estimulados com etefon 4%

Clone	Repetição	Altura (m)		DAP (cm)	Plantio	Início da sangria
		Total	Bifurcação			
PB311+FX2784	1	12	8	16,55	1993	2004
	2	11	7	16,55		
	3	11	7	16,50		
PB311+MDF180	1	12	4,5	29,60	1996	2005
	2	14	6	20,05		
	3	14	2	28,33		

Os discos obtidos apresentaram medula excêntrica, indicando a formação de madeira de reação. Portanto, foram seccionados em corpos de prova de modo a abranger os três tipos de lenho: tração, oposto e normal, como ilustra a Figura 2. Ainda, considerando a variação radial, tais corpos foram dispostos de forma equidistante no lenho no sentido medula → câmbio.

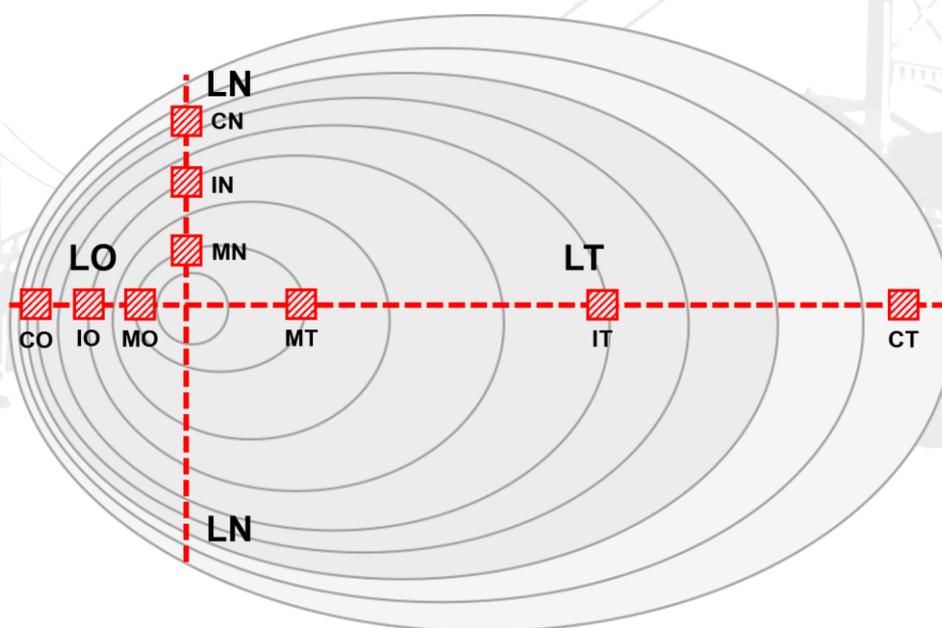


Figura 2. Esquema da seção transversal do tronco ilustrando as regiões amostradas para as análises anatômicas. Onde: LT = lenho de tração; LO = lenho oposto; LN = lenho normal; MT, MO e MN = medula do lenho de tração, medula do lenho oposto e medula do lenho normal, respectivamente; IT, IO e IN = intermediário do lenho de tração, intermediário do lenho oposto e intermediário do lenho normal, respectivamente; CT, CO e CN = câmbio do lenho de tração, câmbio do lenho oposto e câmbio do lenho normal, respectivamente.

2.2 Cortes histológicos e confecção das lâminas

Seções transversais e longitudinais (radial e tangencial) de 18 μ m de espessura foram

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

obtidas em micrótomo de deslize a partir dos corpos de prova. Em seguida, os cortes transversais foram submetidos a uma dupla coloração com safranina e azul de astra, na proporção 1:1. Este processo de coloração permitiu identificar as fibras gelatinosas, frequentemente presentes no lenho de tração. As seções longitudinais foram submetidas à coloração com safranina a 1%. Tais cortes foram utilizados para a confecção de lâminas semipermanentes, as quais foram empregadas no estudo microscópico quantitativo da altura dos raios.

Todas as mensurações foram realizadas de acordo com os padrões estabelecidos pelo IAWA Committee (1989) e a análise das lâminas foi conduzida em microscópio conectado ao software *Image Pro-Plus*.

2.3 Análise estatística

Após constatada a ausência de normalidade nos resíduos, aplicou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, seguido pelo método de Dunn para comparação das médias entre as seções radiais de cada tratamento, ambos a 5% de significância. A análise entre os tratamentos foi realizada por meio do teste Wilcoxon-Mann-Whitney, a 5% de significância. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico *BioEstat 5.0*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição celular dos raios

Os raios, ao longo de toda seção radial e em ambos os tratamentos analisados, apresentaram composição celular heterogênea: células centrais procumbentes, com 2-4 fileiras de células marginais quadradas e/ou eretas. Observou-se, ainda, presença recorrente de cristais prismáticos de oxalato de cálcio nas células eretas e quadradas (Figura 3).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

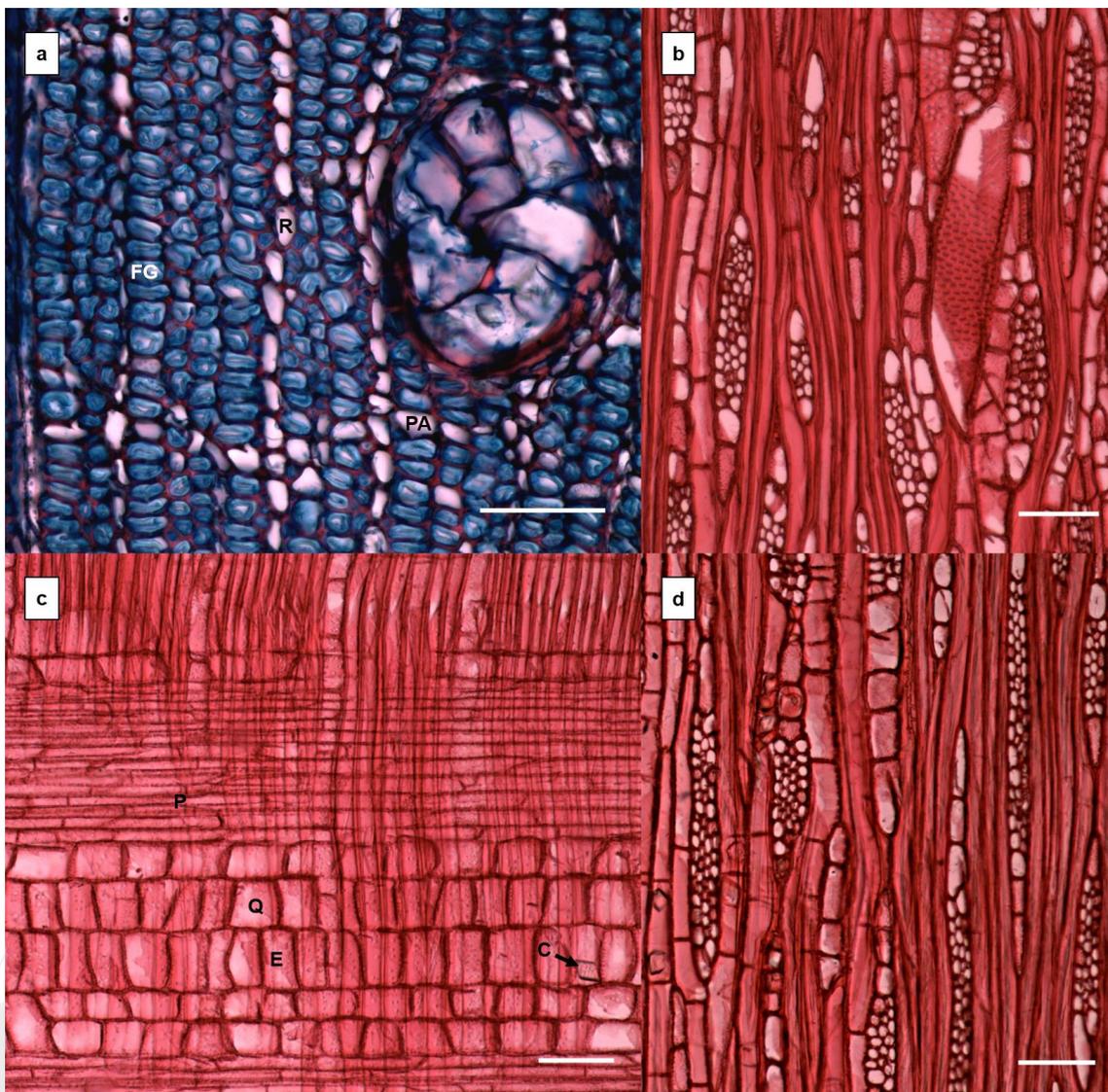


Figura 3. Cortes histológicos transversal e longitudinais de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. **a:** seção transversal com presença abundante de fibras gelatinosas (FG), vaso obstruído por tilose, raios (R) e parênquima axial (PA). **b/d:** seções longitudinais evidenciando os raios em vista tangencial. **c:** seção longitudinal radial evidenciando a composição celular heterogênea dos raios, indicando a presença de células do tipo procumbente (P), quadrada (Q) e ereta (E), e de cristais prismáticos de oxalato de cálcio (C). **Barra de escala:** 100µm.

Segundo Record e Hess (1949), a heterogeneidade dos raios é característica comum aos integrantes da família Euphorbiaceae, no entanto, a composição celular varia entre gêneros e espécies. Gomes (1981), realizou uma descrição anatômica do xilema secundário de doze espécies do gênero *Hevea* da Amazônia brasileira, entre as quais a *H. brasiliensis*, corroborando tal informação. Vantagens funcionais ou ecológicas ainda não foram atribuídas à composição dos raios e os estudos nessa temática são controversos (ALVES e ANGYALOSSY-ALFONSO, 2002; WHEELER e BAAS, 1991).

Lev-yadun e Aloni (1995) atribuíram as diferentes formas que as células de raio podem assumir à possível interação entre os fluxos radial e axial de auxina e etileno. Tal interação

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





resultaria em células marginais com orientação axial (eretas e/ou quadradas) e células centrais com orientação radial (procumbentes).

3.2 Altura dos raios

A característica quantitativa “altura dos raios” apresentou variação significativa tanto no sentido medula - câmbio, quanto entre os tratamentos estudados. De um modo geral, os indivíduos compostos pelo clone FX2784 apresentaram raios maiores em todas as seções radiais, com exceção das regiões próximas à medula no lenho oposto e no lenho de tração, cuja variação não foi significativa. Analisando a variação radial em cada região do lenho de forma individual para ambos os tratamentos, pode-se constatar um aumento significativo no tamanho dos raios conforme ocorre o afastamento da medula, para o clone composto por FX2784. Em contrapartida, observa-se o fenômeno contrário para o clone composto por MDF180, no qual os raios reduziram consideravelmente na seção correspondente ao câmbio vascular (Tabela 2).

Tabela 2. Variação radial da altura média dos raios (μm) e comparação entre os indivíduos tricompostos de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. estudados

Região	Seção Radial	Altura dos Raios (μm)*	
		PB311 + FX2784	PB311 + MDF180
Lenho de Tração	Medula	432,38 \pm 61,19 ^{bA}	429,30 \pm 61,35 ^{aA}
	Intermediário	468,43 \pm 59,56 ^{abA}	397,55 \pm 50,78 ^{aB}
	Câmbio	492,76 \pm 65,20 ^{aA}	358,31 \pm 53,92 ^{bB}
Lenho Oposto	Medula	367,49 \pm 62,77 ^{cB}	401,40 \pm 61,31 ^{aA}
	Intermediário	420,39 \pm 72,10 ^{bA}	369,85 \pm 50,47 ^{aB}
	Câmbio	461,32 \pm 63,76 ^{aA}	377,62 \pm 54,51 ^{aB}
Lenho Normal	Medula	443,31 \pm 63,21 ^{abA}	361,26 \pm 38,13 ^{aB}
	Intermediário	430,25 \pm 52,22 ^{bA}	382,98 \pm 41,40 ^{aB}
	Câmbio	486,74 \pm 73,31 ^{aA}	333,92 \pm 45,28 ^{bB}

*Média \pm desvio padrão da média

Para cada seção radial, letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa, pelo teste de Dunn ($P > 0,05$). Para cada material estudado (tratamento), letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa, pelo teste de Mann-Whitney ($P > 0,05$).

Os raios, cuja função está associada ao armazenamento e transporte lateral de substâncias nutritivas, têm seu comportamento modulado pelas condições ambientais, sejam elas favoráveis ou não. Diversos trabalhos corroboram com tal informação, relacionando diretamente as dimensões dos raios (altura e largura) com a disponibilidade de nutrientes e água no solo (GOULART e MARCATI, 2008; MARQUES et al., 2012; MELO JUNIOR et al., 2016). Durante a seleção das matrizes do presente estudo, priorizou-se a seleção de indivíduos sadios inseridos em áreas homogêneas dentro do talhão visando reduzir as alterações anatômicas decorrentes de condições ambientais adversas. Sugere-se que a incompatibilidade entre os clones de copa MDF180 e de painel PB311 possa ter gerado um estresse neste último, ocasionando mudanças significativas para a característica anatômica estudada.

Poubel et al. (2011), em estudo sobre a estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus pellita*, também observaram variações na altura dos raios de acordo com a posição radial considerada, constatando uma redução na região próxima à casca. Longui et al. (2010) observaram aumentos significativos entre as posições radiais no sentido medula-



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

casca de *Piptadenia gonoacantha*. Tais resultados indicam que a altura dos raios está diretamente relacionada com a região amostrada. Comparando a estrutura anatômica de dois clones de *Hevea brasiliensis* (RRIM2020 e RRIM2025) submetidos a diferentes densidades de plantio, Naji et al. (2013) observaram raios menores próximos à medula em ambos os indivíduos sem, contudo, apresentar correlação significativa com as densidades analisadas.

4. CONCLUSÕES

A característica quantitativa altura dos raios apresentou variação tanto no sentido medula - câmbio, quanto entre indivíduos analisados. Estudos sobre o comportamento, modulação e fisiologia dos raios em plantas lenhosas ainda são escassos, justificando a necessidade de maiores estudos na área.

5. AGRADECIMENTOS

À todos os envolvidos na condução e desenvolvimento do presente estudo, em especial à CAPES e à Michelin pelo apoio prestado. Ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Ambientais e Florestais – PPGCAF/UFRRJ e à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. Anuário Estatístico-Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico ABRAF, p. 146, 2013.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 2. axial parenchyma, rays and fibers. IAWA Journal, v. 23, n. 4, p. 391–418, 2002.

BAAS, P.; WHEELER, E.; CHASE, M. Dicotyledonous wood anatomy and the APG system of angiosperm classification. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 1, n. 134, p. 3–17, 2000.

BURGER, M. B.; RICHTER, H. G. Anatomia da Madeira. [s.l.] Nobel, 1991.

CARLQUIST, S. Rays. In: Comparative Wood Anatomy. 2. ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 448.

CURY, G. Descrição da Estrutura Anatômica do Lenho e sua Aplicação na Identificação de Espécies Arbóreas do Cerrado e da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2001.

DADSWELL, H. E. The role of Wood Anatomy in Forest Botany. Journal of the Council for Scientific and Industrial Research, v. 12, n. 1, p. 237–242, 1939.

EUFRADE JUNIOR, H. DE J. et al. Potential of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) for structural use after the period of latex extraction: a case study in Brazil. Journal of Wood Science, v. 61, n. 4, p. 384–390, 2015.

EVERT, R. F. Xilema: Xilema secundário e variações na estrutura da madeira. In: Anatomia

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

das Plandas de ESAU. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2013. p. 728.

GOMES, J. I. Estudo anatômico do xilema secundário das espécies de *Hevea* da Amazônia brasileira. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 1981.

GOULART, S. L.; MARCATI, C. R. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* Cham. (Verbenaceae). Revista Brasileira de Botânica, v. 31, n. 2, p. 263–275, 2008.

LENS, F. et al. Cladistics The role of wood anatomy in phylogeny reconstruction of Ericales. Cladistics, v. 23, p. 229–254, 2007.

LEV-YADUN, S.; ALONI, R. Differentiation of the Ray System in Woody Plants. The Botanical Review, v. 61, n. 1, p. 45–84, 1995.

LONGUI, E. L. et al. Variação radial das características anatômicas, densidade aparente, teores de extrativos, lignina e holocelulose na madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. Scientia Florestalis, v. 38, n. 87, p. 341–353, 2010.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. [s.l.] Plantarum, 2000.

MARQUES, P. A. et al. Variação Intraespecífica do lenho de *Eugenia uniflora* L. em duas diferentes fisionomias do complexo vegetacional Atlântico. Floresta e Ambiente, v. 19, n. 4, p. 483–496, 2012.

MELO JUNIOR, J. C. F.; SILVA, M. M.; SOFFIATTI, P. Anatomia ecológica da madeira de *Rudgea viburnoides* (cham.) benth. em campo cerrado e rupestre 1. Balduinia, v. 2, n. 54, p. 22–31, 2016.

NAJI, H. R. et al. Radial variation of wood cell features under different stocking densities management of two new clones of rubberwood (*Hevea brasiliensis*). Journal of Wood Science, v. 59, p. 460–468, 2013.

OLSON, M. E. Commentary: typology, homology, and homoplasy in comparative wood anatomy. IAWA Journal, v. 26, n. 4, p. 507–522, 2005.

PEREIRA, J. A. Contribuição para a Identificação Micográfica das nossas Madeiras. São Paulo: Escola Politécnica de São Paulo, 1933.

PÖYRY, C. EM G. E N. L. Anuário Indústria Brasileira de Árvores 2016. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, v. 1, p. 100, 2016.

RAHMAN, A. Y. A. et al. Draft genome sequence of the rubber tree *Hevea brasiliensis*. BMC genomics, v. 14, p. 75, 2013.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. Timbers of the New World. New Haven: Yale University Press, 1949.

WHEELER, E. A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. IAWA Bull, v. 12, p. 275–332, 1991.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

