



AVALIAÇÃO DO PARÊNQUIMA RADIAL DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRESCIMENTO

Renata MAURI¹, José Tarcísio da Silva OLIVEIRA², José Tarcísio LIMA¹ e Natalino CALEGARIO¹

¹Departamento de ciências florestais, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

²Departamento de engenharia florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil.

Resumo: O desenvolvimento do xilema secundário é fortemente afetado pelas condições ambientais a qual a planta está submetida. O estudo das influências ambientais sobre as variações estruturais no xilema secundário de espécies lenhosas geralmente focam-se em grandes variações ambientais, por exemplo, comparando ambientes méxicos com xéricos, sem se preocuparem com as pequenas variações ambientais, as quais podem também afetar a formação da madeira a ponto de modificar sua qualidade como matéria prima. Neste trabalho, investigamos as influências da inclinação do terreno em diferentes altitudes na anatomia do parênquima radial de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* com aproximadamente seis anos de idade. Amostras em três posições radiais equidistantes foram extraídas na altura do peito (DAP) dos troncos das árvores. Os dados quantitativos do parênquima radial foram obtidos mediante contagens e medições dos mesmos por secções histológicas. A região baixa e topografia plana apresentam madeira com raios mais largos e com menores alturas em número de células. Houve tendência de maiores frequências de raios serem observados na madeira proveniente da topografia plana. O desenvolvimento dos raios foi afetado pelas pequenas variações ambientais estudadas. O estudo da variação do parênquima radial aumenta a compreensão da adaptação ecológica das árvores e do comportamento da madeira como matéria prima.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, raios, altitude, topografia.

EVALUATION OF THE RADIAL PARENCHYMA OF *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* CLONES AT DIFFERENT GROWTH CONDITIONS

Abstract: The development of secondary xylem is strongly affected by environmental conditions at the plant is subjected. The study of environmental influences on the structural changes in the secondary xylem of woody species often focus on large environmental variations, for example, comparing mesic environments with xeric environments, without worrying about small environmental variations, which can also affect the formation of the wood causing changes in its quality as raw material. In this paper, we investigate the influences of the slope at different altitudes in the anatomy of the radial parenchyma of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* with about six years old. Samples in three equidistant radial positions were extracted at breast height (DBH) of tree trunks. Quantitative data of the radial parenchyma were obtained by counting and measuring the same for histological sections. The low region and plane topography present wood with rays larger and smaller heights (cell number). There was a tendency for higher frequencies of rays be observed in the wood from the plane topography. The development of the rays was affected by small environmental variations studied. The study of the variation of the radial

parenchyma increases the understanding of the ecological adaptation of trees and behavior of wood as raw material.

Keywords: Ecological anatomy, rays, altitude, topography.

1. INTRODUÇÃO

As características anatômicas constituem-se em um importante índice de qualidade da madeira. Segundo Oliveira (1997), a relação entre o volume ocupado pelos vasos, fibras (espessura da parede) e parênquima são fatores importantes nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de diferentes espécies de eucaliptos.

A madeira de *Eucalyptus* apresenta distribuição e dimensão dos elementos celulares bastante caracterizados, mas a maioria dos estudos são dirigidos para a avaliação das fibras. No entanto, além das fibras, outros elementos celulares devem ser estudados, como os vasos e o parênquima, por fornecerem informações relevantes sobre o comportamento da madeira como matéria prima.

Enquanto a planta é viva, as células parenquimáticas exercem função de translocação de nutrientes, armazenamento e transformação de amido, óleo e muitas outras substâncias ergásticas (ESAU, 1974). Quando a planta passa a ser matéria prima, as células parenquimáticas afetam o movimento dos líquidos e gases através do lenho (FLORSHEIM et al., 2000, OLIVEIRA 1997).

O desenvolvimento do xilema secundário é fortemente afetado pelas condições ambientais a qual a planta está submetida. O estudo das influências ambientais sobre as variações estruturais no xilema secundário de espécies lenhosas no Brasil são ainda escassos e neles são, geralmente, comparadas as características dos elementos celulares de espécies de ambientes méxicos com aqueles de ambientes xéricos (MATTOS FILHO, 1989; ALVES e ANGYALOSSY-ALFONSO, 2000; MARCATI *et al.*, 2001, LUCHI *et al.*, 2005), ou são mencionados fatores sem controle (ex.: sítios de crescimento, condições ecológicas etc.) e os que apresentam determinado grau de controle (ex.: manejo florestal, adubação, material genético, idade de corte) (ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989), sem se preocuparem com as pequenas variações ambientais, as quais podem também afetar a formação da madeira a ponto de modificar sua qualidade como matéria prima.

Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar o comportamento do parênquima radial da madeira de árvores de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* plantadas em diferentes condições de topografia e altitude sob o mesmo tipo climático.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em povoamentos de dois híbridos clonais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* com aproximadamente 6 anos de idade, procedentes de plantios comerciais da empresa CENIBRA, localizados nos municípios de Belo Oriente (19°13'13.46"S 42°28'59.06"O) e Antônio Dias (19°39'13.09"S 42°52'20.42"O). Neste estudo, os clones estudados foram chamados de clone 1 e clone 2.

O clima em ambos os municípios é, segundo a classificação de Koeppen, tropical quente semiúmido Aw, apresentando estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). Apesar do mesmo tipo climático, os municípios apresentam variações climáticas, como pode ser observado na Tabela 1, por esse motivo município de Belo Oriente foi denominado de região baixa (amostragem



realizada em até 281,3 metros de altitude) e Antônio Dias de região alta (amostragem realizada a partir de 812,5 metros de altitude). Para verificar o efeito da inclinação do terreno, realizou-se amostragem em topografia plana e inclinada, de acordo com a Figura 1.

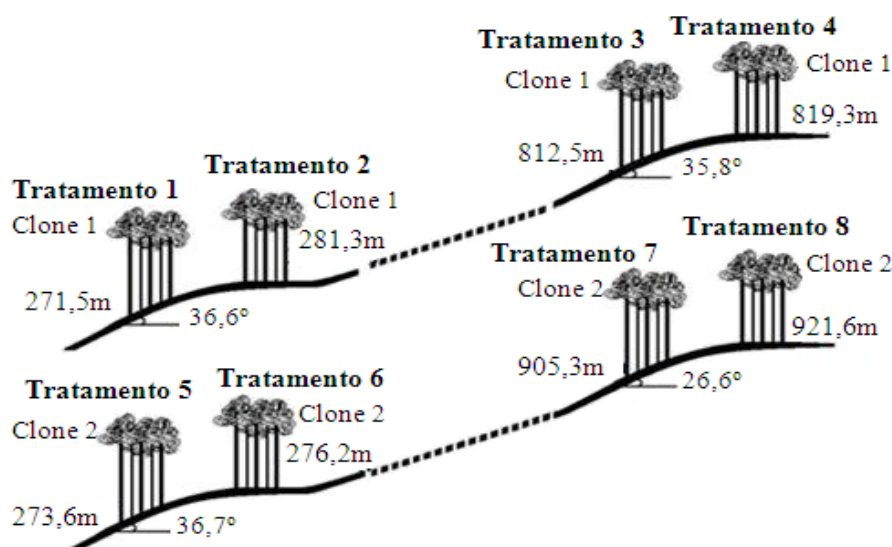


Figura 1. Delineamento experimental.

Figure 1. Design of experiments.

Para cada tratamento, utilizou-se um número de cinco repetições, totalizando 40 árvores. Em todos tratamentos, teve-se a mesma face norte de exposição ao sol. Informações climáticas média de 2003-2009 (anos de plantio até o corte da floresta) e o tipo de solo para cada tratamento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização climática das plantações dos dois clones amostrados.

Table 1. Characterization of climate the crops of the two clones sampled.

Tratamento	Clone	Condição de crescimento ¹	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Déficit hídrico ² (mm)	Radiação Fotossinteticamente ativa ³ (mmol/m ² /s)	Tipo de solo
			mínima	máxima	média				
1	1	Baixa/Inclinada	18,9	31,00	24,50	1229,80	299,00	33442,00	CXbd1 ⁴
2	1	Baixa/Plana	18,9	31,00	24,50	1229,80	299,00	33442,00	CXbd3 ⁵
3	1	Alta/Inclinada	15,00	24,30	20,20	1280,30	96,00	29671,00	CXbd1
4	1	Alta/Plana	15,00	24,30	20,20	1280,30	96,00	29671,00	CXbd1
5	2	Baixa/Inclinada	18,9	31,00	24,50	1229,80	299,00	33442,00	CXbd1
6	2	Baixa/Plana	18,9	31,00	24,50	1229,80	299,00	33442,00	CXbd3
7	2	Alta/Inclinada	15,00	24,30	20,20	1280,30	96,00	29671,00	CXbd1
8	2	Alta/Plana	15,00	24,30	20,20	1280,30	96,00	29671,00	CXbd1

¹A condição de crescimento corresponde a “Altitude/Topografia”, sendo a altitude <281,3m denominada de região baixa e altitude > 812,5m denominada de região alta; e topografia = 0° denominada de topografia plana e a topografia > 26,6° denominada topografia inclinada.

² Para o cálculo do déficit hídrico não se considerou a inclinação do terreno.

³ Para o cálculo da radiação fotossinteticamente ativa não se considerou a inclinação do terreno.

⁴CXbd1–Cambissolo háplico, distrófico típico, textura argilosa, epieutrófico, fase campo subtropical;

⁵CXbd3 –Cambissolo háplico, distrófico típico, textura média, fase campo subtropical úmido (BHERING *et al.*, 2008).

A partir de discos de madeira retirados no DAP, foram obtidos três corpos de provas de 1,5 x 2,0 cm de seção transversal e 2,0 cm de direção longitudinal, retiradas em posições equidistantes (medula – corpo de prova retirado próximo à medula, intermediária – corpo de prova retirado entre a medula e a casca e externa – corpo de prova retirado próximo a casca.) no sentido radial do disco.

Para as mensurações do parênquima radial foram realizadas fotomicrografias de lâminas contendo cortes histológicos, obtidas com o uso de câmera digital acoplada ao microscópio óptico. As medições foram realizadas com auxílio do software analisador de imagem Axiovision 4.5, obtendo-se altura, largura e frequência de raios com 40 repetições. Na análise estatística utilizou-se o programa R (R version 2.14.2), sendo realizada a análise de variância e uma vez significativa, aplicou-se o teste de comparação múltipla de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, observa-se a tendência do clone 1 apresentar menor altura de raios em número de células. Relativo à variação dentro do clone, observa-se que, independente do clone e região, há uma clara tendência dos raios localizados na posição externa (próximo a casca) apresentar menor altura de raios em número de células.

Relativo à variação entre condições de crescimento, observa-se que, independente do clone e região, apenas a madeira da posição externa do caule diferiu estatisticamente, sendo a altura de raios (número de células), em média, 10% mais altos na madeira produzida na topografia inclinada.

Tabela 2. Valores médios da altura de raios em número de células da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* entre clones e condições de crescimento.

Table 2. Average values of ray height in cell number of wood of clone of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* between clones and growth conditions.

Condição de crescimento	Posição de amostragem no caule					
	Medula		Intermediária		Externa	
	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2
Baixo/Inclinado	14.62 A* a**	15.76 A a	14.31 B a	16.71 A a	13.29 A a	14.94 B a
	5 – 26	7 – 33	6 - 24	7 – 31	6 – 22	5 - 31
	4.4	5.04	3.86	5.12	3.49	4.62
Baixo/Plano	13.88 B a	15.32 A a	13.28 B a	16.88 A a	11.42 B b	12.97 A b
	6 – 24	6 – 26	6 - 23	6 - 34	6 – 19	5 - 23
	3.78	4.56	3.84	5.1	2.62	4.2
Alto/Inclinado	14.20 B a	12.65 A b	14.90 B a	14.96 B b	13.12 A a	12.57 A a
	5 – 27	5 – 23	7 - 25	7 - 27	7 – 22	6 – 22
	4.26	3.83	3.63	4.21	3.03	3.39
Alto/Plano	14.16 A a	13.88 A b	15.25 B a	15.31 B b	12.08 A b	12.04 A b
	6 - 28	6 – 25	6 - 26	6 - 30	6 – 23	7 – 24
	4.38	3.35	4.25	4.07	3.07	3.31

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. **Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. 1 Amplitude de variação (µm). 2Desvio padrão(µm).

Não houve tendência clara de variação da altura de raios em micrômetros entre clones ou entre condições de crescimento, ver tabela 3. Quanto à variação dentro do clone, observa-



se que, independente do clone e região, há uma clara tendência dos raios localizados na posição mais próxima à medula apresentarem menor altura de raios em micrômetros.

Tabela 3. Valores médios da altura de raios em micrômetros da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* entre clones e condições de crescimento.

Table 3. Average values of ray height in micrometers of wood of clone of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* between clones and growth conditions.

Condição de crescimento	Posição de amostragem no caule					
	Medula		Intermediária		Externa	
	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2
Baixo/Inclinado	230.87 A* a**	249.80 A a	269.18 B a	315.51 A a	286.66 A a	306.86 A a
	101.7 - 412.8	112.1 - 512.9	128.9 - 439.9	142.4 - 532.3	151.8 - 447.1	117.3 -
	64.38	75.82	66.44	89.54	61.93	81.3
Baixo/Plano	226.89 A a	243.42 A a	267.65 B a	290.72 A b	261.61 A b	279.05 A a
	94.2 - 396.6	25.5 - 392.8	143.2 - 445.9	100.9 - 509.4	149.2 - 449.3	144.4 -
	60.53	70.59	67.74	82.4	58.16	83.13
Alto/Inclinado	231.23 A a	213.76 A b	285.55 B a	281.28 B b	288.92 A a	279.45 A a
	115.3 - 418.2	86.6 - 395.4	140.7 - 482.3	155.2 - 509.4	158.5 - 511.1	128.9 -
	65.15	65.71	67.12	75.09	63.44	68.70
Alto/Plano	240.00 A a	223.37 A b	286.98 B a	286.65 B b	289.77 A a	294.30 A a
	94.9 - 438.3	30.2 - 411.1	145.8 - 483.9	154.3 - 567.6	167.8 - 504.3	172.8 -
	67.3	54.18	76.4	70.55	67.61	73.70

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. **Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. 1 Amplitude de variação (µm). 2Desvio padrão(µm).

Na Tabela 4, não se observa tendência clara de variação da largura de raios entre clones. Relativo à variação dentro do clone, independente do clone e região, há uma tendência de aumento da largura dos raios no sentido medula – casca, ou seja, raios da posição mais próxima da medula apresentaram menores larguras de raios e a posição mais externa do caule maiores larguras de raios.

Relativo à variação entre condições de crescimento, observa-se que independente do clone, na região baixa menores largura de raios foram observados na madeira produzida na topografia inclinada, sendo nesta cerca de 8% menos largos comparado a largura de raios da madeira produzida da topografia plana. Para a região alta, nota-se a mesma tendência, mas apenas com diferenciação estatística para o clone 2 na posição próxima à medula e para o clone 1 na posição externa do caule.



Tabela 4. Valores médios da largura de raios em micrômetros da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* entre clones e condições de crescimento.

Table 4. Average values of width ray in micrometers of wood of clone of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* between clones and growth conditions.

Condição de crescimento	Posição de amostragem no caule					
	Medula		Intermediária		Externa	
	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2
Baixo/Inclinado	10.25 A* b**	10.92 A b	10.74 A b	11.03 A b	11.68 A b	10.79 A c
	5.93 - 20.34	6.78 - 27.97	7.63 - 18.65	5.93 - 21.19	6.78 - 21.19	4.24 - 16.95
	2.39	2.91	2.11	2.86	2.55	2.43
Baixo/Plano	11.07 B a	12.07 A a	11.54 A a	11.85 A a	12.39 A a	11.87 A b
	6.78 - 21.19	5.93 - 23.73	6.78 - 20.34	5.93 - 23.73	7.63 - 22.04	5.93 - 18.65
	2.76	3.35	2.65	2.82	2.77	2.17
Alto/Inclinado	10.08 A b	9.65 A d	10.77 A a	10.67 A a	11.11 B b	14.30 A a
	5.93 - 20.34	5.93 - 18.65	6.78 - 19.49	6.78 - 20.34	6.78 - 20.34	8.48 - 23.73
	2.47	2.25	2.28	2.13	2.17	3.52
Alto/Plano	10.35 A b	10.12 A c	10.78 A a	11.12 A a	12.61 B a	14.46 aA
	2.5425 - 18.65	5.93 - 18.65	6.78 - 22.04	6.78 - 20.35	7.63 - 20.34	3.39 - 26.27
	2.68	2.36	2.39	2.37	2.66	3.07

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. **Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. 1 Amplitude de variação (μm). 2 Desvio padrão (μm).

Na tabela 5, não se observa uma tendência clara de variação da frequência de raios entre clones nas posições próxima à medula e intermediária, no entanto, para a posição externa do caule maiores frequências de raios são observadas no clone 2. Relativo à variação dentro do clone, observa-se que, independente do clone e região, há uma clara tendência de redução da frequência de raios no sentido medula – casca, ou seja, temos mais raios por milímetros linear na posição mais próxima da medula e menos na posição mais externa do caule.

Relativo à variação entre condições de crescimento, observa-se que independente do clone e região, houve tendência de menores valores de frequência de raios serem observados na madeira produzida na topografia inclinada. Sendo a frequência de raios, em média, 5% menor na topografia inclinada.

Tabela 5. Valores médios da frequência de raios por micrômetro linear da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* entre clones e condições de crescimento.

Table 5. Average values of frequency rays by linear micrometer of wood of clone of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* between clones and growth conditions.

Condição de crescimento	Posição de amostragem no caule					
	Medula		Intermediária		Externa	
	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2	Clone 1	Clone 2
Baixo/Inclinado	13.86 A* b**	13.88 A c	11.24 A b	11.86 A a	10.38 B a	11.25 A a
	9 – 18	9 - 18	6 – 16	8 – 17	4 - 15	7 – 15
	1.88	1.67	1.72	1.52	1.84	1.57
Baixo/Plano	14.76 A a	14.34 A ab	11.92 A b	12.45 A a	10.68 A a	10.70 A a
	9 – 20	10 - 18	7 – 16	7 – 16	5 - 15	7 – 15
	2.2	1.78	1.72	1.59	1.89	1.78
Alto/Inclinado	13.99 A b	13.58 A c	11.74 A b	11.71 A a	9.38 B b	10.51 A a
	8 – 19	8 - 20	7 – 16	7 – 17	4 - 14	7 – 15
	1.81	1.85	1.86	1.68	1.61	1.63
Alto/Plano	14.20 A b	14.82 A a	13.50 A a	12.33 A a	10.31 B a	10.88 A a
	10 – 19	9 - 20	6 – 16	7 – 17	6 - 15	7 – 15
	1.81	2.18	1.36	1.77	1.66	1.75

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. **Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. 1 Amplitude de variação (µm). 2Desvio padrão(µm).

As variações das características do raio no lenho dos clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*: aumento das dimensões e diminuição da frequência (Figura 2 e 3) são concordantes com o *Pinus halepensis* e *Pinus pinea* (LEV-YADUN, 1998), *Acer sacharum* (GREGORY, 1977), *Pseudotsuga menziesii* (GARTNER et al., 2000) e *Gmelina arborea* (ROQUE e TOMAZELLO FILHO, 2009). Aloni e Zimmermann (1983) notaram que as variações no sentido medula-casca dos raios no lenho ocorreram em resposta a um decréscimo do nível de auxinas em relação ao aumento da idade das árvores.

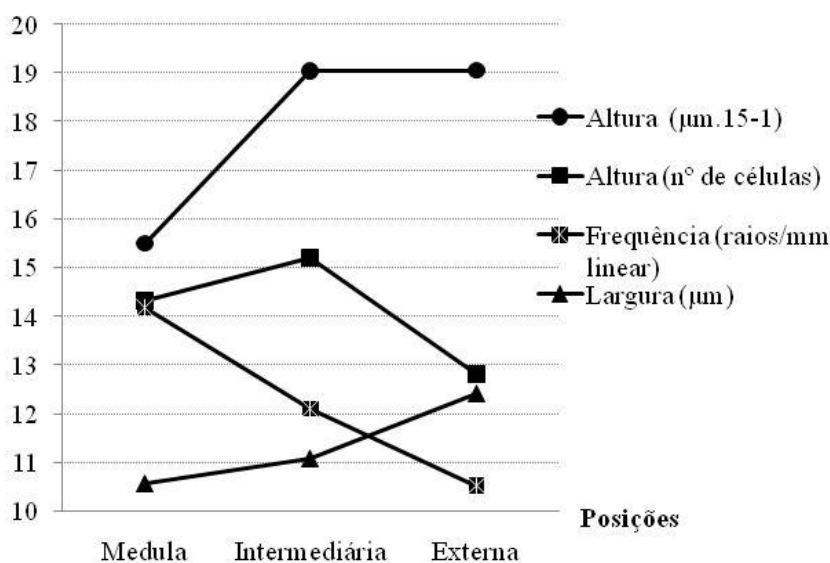


Figura 2. Variações das características do raio no sentido medula-casca.

Figure 2. Changes in ray characteristics in the pith-bark.

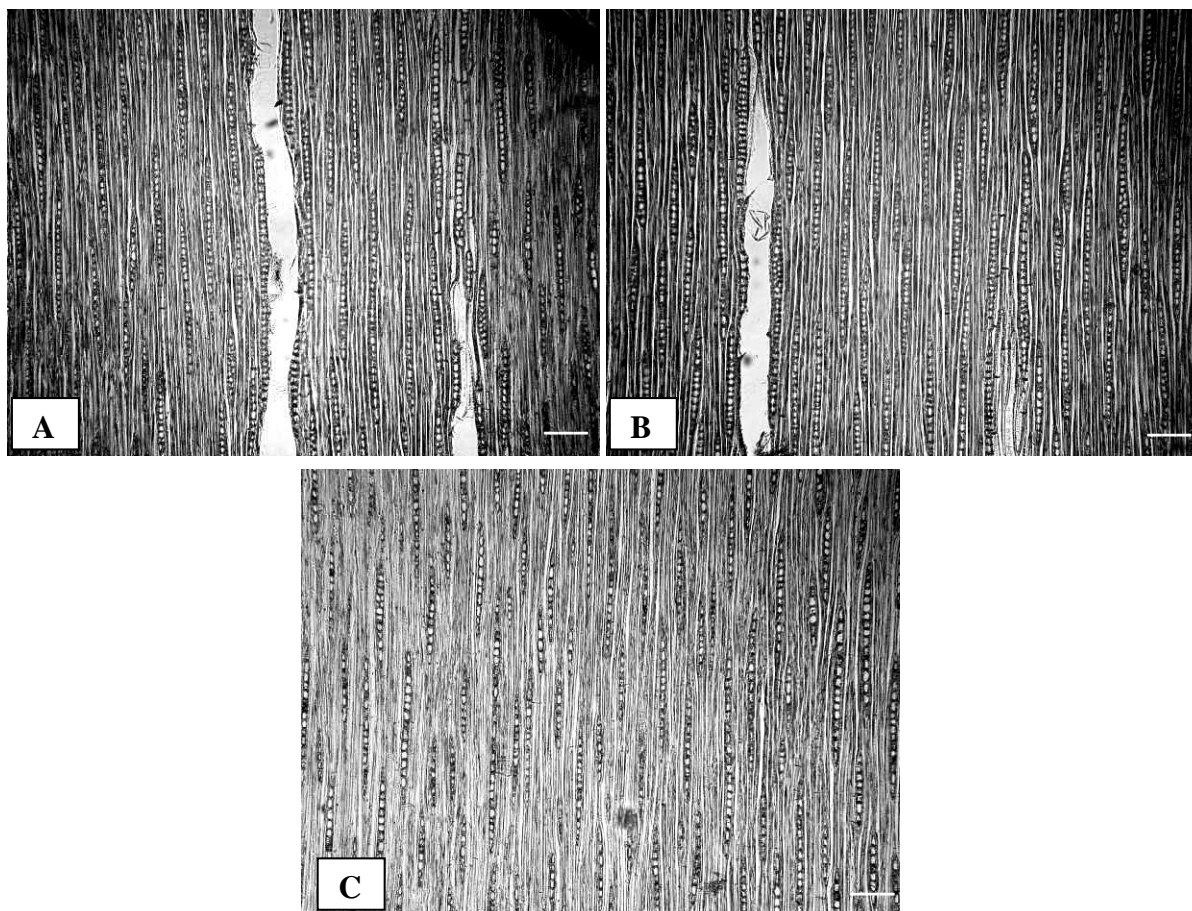


Figura 3. Fotomicrografias ilustrando a variabilidade anatômica do parênquima radial. A - posição próxima à medula, B - posição intermediária e C - posição próximo a casca. Escala = 100 μ m.

Figure 3. Photomicrographs illustrating the anatomical variability of radial parenchyma. A - position near the pith, B - intermediate position and C - position near the bark. Scale = 100 micrometers.

Para ambos os clones notamos uma tendência dos raios serem constituídos por mais células na região alta e topografia inclinada. Relativo a altura em micrômetros, notamos para o clone 1 uma tendência dos raios serem mais altos na região alta, enquanto que para o clone 2 o comportamento foi inverso, ou seja, maiores alturas de raios foram observadas na região baixa; sugerindo uma resposta adaptativa diferente entre os clones de *Eucalyptus* às condições de crescimento. Quanto a largura dos raios, notamos, para ambos os clones, a tendência da região baixa e a topografia plana apresentar madeira com raios mais largos. Enquanto que para frequência de raios, houve tendência de maiores frequências na madeira proveniente da topografia plana.

A aparente ambigüidade, quando analisamos as variações dentre condições de crescimento, não é surpreendente, uma vez que, este elemento anatômico apresenta funções conflitantes. Enquanto que por um lado, as células parenquimáticas possuem função de armazenamento e transformação de amido, óleo e muitas outras substâncias ergásticas (ESAU, 1974), garantindo maior segurança contra possíveis períodos de estresse abióticos ou bióticos, por outro, a fração de volume dos raios confere fragilidade mecânica à madeira (WOODRUM et al., 2003). Desta forma, a topografia inclinada exigiria que ambas as funções

dos raios estivesse atreladas. Assim, acreditamos em um possível ajuste nas proporções deste elemento a fim de garantir segurança mecânica e metabólica.

4. CONCLUSÕES

Nossa análise anatômica dos raios entre os tratamentos revelou que o desenvolvimento dos mesmos foi afetado pelas pequenas variações ambientais (condição de crescimento), resultando em mudanças significativas nas suas dimensões e frequência no lenho. Essas alterações, em resposta às condições de crescimento, podem resultar em mudanças das propriedades da madeira afetando na sua transformação e uso.

Relativo à variação do parênquima radial no sentido medula-casca (no lenho juvenil) concluímos que independente da condição de crescimento e clone, o comportamento foi o mesmo, ou seja, menores dimensões e maiores frequências do parênquima radial foram encontrados na madeiras formadas no início da vida da árvore (próximo à medula).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONI, R.; ZIMMERMANN, M. The control of vessel size and density along the plant axis—a new hypothesis. *DIFFERENTIATION*, v.24, p.203- 208, 1983.

ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. I: Growth rings and vessels. *IAWA Journal* 21:3-30.

BHERING, S.B.; dos SANTOS, H.G. ; BOGNOLA, I.A.; CURCIO, G.R.; MANZATTO, C. V.; de CARVALHO JÚNIOR, W. ; CHAGAS, C. da S.; ÁGLIO, L.D.; de SOUZA, J.S. .Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas & EMBRAPA Solos & IAPAR, 2008. 74 p.

ESAU, K. Anatomia das Plantas com sementes. Edgard Blucher, São Paulo. 1974. 293 p.

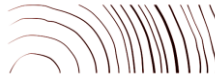
FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z.; SPEGIORIN, L. ROCHA, F.T. Variação da estrutura anatômica da Madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos. *REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL*, v. 12, n.2. p. 179-191, 2000.

GARTNER, B.L.; BAKER, D.C.; SPICER, R. Distribution and vitality of xylem rays in relation to tree leaf area in Douglas-fir. *IAWA JOURNAL*, v.21, n.4, p.389-301, 2000.

GREGORY, R.A. Cambial activity and ray cell abundance in *Acer saccharum*. *CANADIAN JOURNAL OF BOTANY*, v.55, n.20, p. 2559-2564, 1977.

LEV-YADUN, S. The relationship between growth-ring width and ray density and ray height in cell number in the earlywood of *Pinus halepensis* and *Pinus pinea*. *IAWA JOURNAL*, v.19, n.2, p. 131-139, 1998.

LUCHI, A. G.; PEREIRA SILVA, L.; MORAES, M. A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. *REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA*, v.28, n.4, p. 809-820, 2005.



MARCATI, C.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA, v. 24, n. 2, p. 311-320. 2001.

MATTOS FILHO, A. Estudo morfológico da madeira do par de espécies vicariantes de *Pithecellobium anajuliae* Riz. e *Pithecellobium tortum* Mart. (Leguminosae-Mimosoideae). REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA, v. 48, n.1 , p.143-154. 1989.

OLIVEIRA, J. T. S. Caracterização da Madeira de eucalipto para a construção civil. . 1997 429p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROQUE, M e TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. SCIENTIA FORESTALIS, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, 2009.

WOODRUM, C.L.; EWERS, F.W.; TELEWSKI, F.W.. Hydraulic, biomechanical, and anatomical interactions of xylem from five species of *Acer* (Aceraceae). AMERICAN JOURNAL OF BOTANY, v. 90, n. 5, p. 693–699.2003.

ZOBEL, B.; VAN BUIJTENEN, B. Wood variation: its causes and control. New York: Springer Verlag, 1989. 363p.