

Efeito do Espaçamento, Idade e Irrigação no Volume e Densidade Básica do Eucalipto

Jordão Cabral Moulin¹, Marina Donária Chaves Arantes¹,
José Geraldo Lima de Oliveira¹, Eduardo Campinhos², Fabrício Gomes¹,
Graziela Baptista Vidaurre¹

¹Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – DCFM, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES,
Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

²Empresa Fibria, Aracruz/ES, Brasil

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da idade, irrigação e espaçamento no volume e densidade básica da madeira de eucalipto. Os materiais utilizados foram dois clones *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* com idades de 6 e 12 meses provenientes de plantios em duas regiões, uma irrigada e outra região não irrigada, com espaçamentos de 3×0,5; 1,5×2; 3×1; 3×2 e 3×3 m. O volume foi determinado conforme o método de Smalian, sendo determinada também a densidade básica ponderada. Os maiores valores de volume de madeira por hectare foram obtidos nos espaçamentos mais densos e na região irrigada. Nos espaçamentos mais amplos, houve maiores valores de densidade básica da madeira para o clone A, no entanto, no clone B não houve variação em função do espaçamento. Ao comparar os valores médios de densidade para os clones entre região irrigada e não irrigada, os resultados foram iguais na grande maioria dos espaçamentos estudados.

Palavras-chave: biomassa florestal, tratamento silvicultural, qualidade da madeira.

Effect of Spacing, Age and Irrigation on the Volume and Basic Density in Eucalyptus

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of age, irrigation and spacing, on the volume and basic density of Eucalyptus wood. We used two clones of *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* with age of six and twelve months, sowed in two regions, one irrigated and other unirrigated, with spacing of 3×0.5, 1.5×2, 3×1, 3×2 and 3×3 m. The volume was estimated according to the method of Smalian as well as the weighted density. The larger volume of wood per hectare values were obtained in the close spacing and irrigated region. Wider spacing showed higher specific gravity values timber for clone A; however, clone B didn't change with spacing. The comparison of average density values for the clones in irrigated and non-irrigated areas, showed similar results in most studied spacings.

Keywords: forest biomass, silvicultural treatment, quality of wood.

1. INTRODUÇÃO

Entre os diversos fatores condicionantes da produção florestal, o espaçamento de plantio, a irrigação e a idade de corte exercem papéis fundamentais no estabelecimento, condução da floresta e custos de produção, uma vez que influenciam a taxa de crescimento das árvores e as práticas de implantação, manejo e colheita. Estes fatores ainda podem influenciar na qualidade da madeira.

Para implantação de uma floresta com características necessárias para atender a um determinado mercado de base madeireira, faz-se necessário a realização de um planejamento para verificar e analisar qual espaçamento deve ser empregado, para que a madeira formada neste plantio possa atender às exigências do mercado.

O espaçamento possui forte relação com as características de crescimento do eucalipto, como na área basal da árvore, o que ocasiona o aumento volumétrico desta, além de possuir influência na qualidade da madeira, idade de corte e, conseqüentemente, nos custos de produção (Brasil & Ferreira, 1971; Schonau & Coetzee, 1989).

De acordo com Wimmer et al. (2002), a irrigação altera a velocidade de crescimento da planta e algumas propriedades da madeira, como a densidade básica. A produtividade e a qualidade da madeira também estão relacionadas à idade de corte das árvores, principalmente quando se trata de espécies de rápido crescimento e de ciclos curtos de rotação (Mello et al., 1976).

Verificando a importância do espaçamento de plantio, irrigação e idade no crescimento da árvore e na qualidade da madeira, o presente trabalho possui objetivo de avaliar o volume e a densidade básica da madeira de dois clones de eucalipto em diferentes espaçamentos e idades, ambos em região irrigada e não irrigada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Procedência do material, caracterização da região e amostragem

Foram utilizados dois clones do híbrido de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* provenientes da Empresa Fibria Celulose S.A., unidade de Aracruz, Estado do Espírito Santo. A região do experimento em Aracruz localiza-se nas coordenadas geográficas a 19°49'15"S de latitude e 40°05'20" W de longitude. O solo da região é

classificado como argissolo amarelo típico textura arenosa/média fase relevo plano. A temperatura mínima e máxima do ar foi 21,11 e 24,89 °C, respectivamente, com média de 23 °C. A precipitação variou de 0,01 a 0,22 mm, com média de 0,12 mm (FIBRIA, 2013).

O material em estudo, com idade de seis e doze meses, foi proveniente de diferentes espaçamentos e em duas áreas, uma irrigada e outra não irrigada. Para que o presente estudo pudesse traçar um perfil consistente da caracterização da madeira de eucalipto, foram amostradas três árvores por espaçamento de cada clone, idade e região, ou seja, 3 árvores × 5 espaçamentos × 2 clones × 2 idades × 2 regiões, obtendo 120 árvores.

Para caracterização da madeira foram retirados seis discos com 2,5 cm de espessura, nas posições de 1,30 m do solo, 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial da árvore até atingir 5 cm de diâmetro, os quais foram utilizados para realização da análise química da madeira com uma amostra composta de cada árvore. No Quadro 1 está o esquema de implantação dos híbridos nos diversos espaçamentos e diferentes áreas.

Quadro 1. Esquema de implantação do povoamento para os tratamentos, clones, espaçamentos e irrigação.
Frame 1. Deployment scheme of the stand for treatments, clones, spacing and irrigation.

Material Genético	Espaçamento (m)	Irrigação (S/I)
A	3×3	I
B		
A	3×2	
B		
A	3×1	
B		
A	3×0,5	
B		
A	1,5×2	
B		
A	3×3	S
B		
A	3×2	
B		
B	3×1	
A		
A	3×0,5	
B		
A	1,5×2	
B		

A: Clone A; B: Clone B; I: Região irrigada; S: Região não irrigada.

2.2. Volume do fuste da madeira

As árvores foram submetidas à cubagem rigorosa, para o cálculo do volume individual, por meio do método de Smalian. A altura comercial (Hc) foi considerada até o diâmetro mínimo de 5 cm, com casca. Adicionalmente, foram medidas as espessuras da casca para a determinação dos volumes com e sem casca, além das estimativas de incremento volumétrico das árvores.

Para caracterização da madeira foram retirados seis discos com 2,5 cm de espessura, nas posições de 1,30 m do solo, e a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial da árvore, os quais foram utilizados para determinação da densidade básica. Para realização da análise anatômica da madeira, utilizou-se amostra obtida na base da árvore, e para análise química da madeira foi utilizada uma amostra composta dos discos obtidos ao longo do fuste da árvore.

2.3. Densidade básica da madeira

Para a determinação da densidade básica, nas árvores de 6 e 12 meses de idade foi utilizado o disco inteiro em função das pequenas dimensões do tronco das árvores. A densidade básica da madeira foi determinada conforme a NBR 11941 (ABNT, 2003). Após a obtenção da densidade básica em cada posição, foi determinada a densidade básica pela média ponderada, pelo emprego do volume dos toretes das seções obtidas, Equação 1.

$$DbmP = \frac{(DBm_{(0-25\%)} \times V_{(0-25\%)}) + \dots + (DBm_{(75-100\%)} \times V_{(75-100\%)})}{V_{(0-25\%)} + V_{(25-50\%)} + V_{(50-75\%)} + V_{(75-100\%)}} \quad (1)$$

em que:

DbmP: Densidade básica média ponderada (g.cm⁻³);

DBm: Densidade básica média entre as posições 0 e 25; 25 e 50; 50 e 75; 75 e 100(g.cm⁻³);

V: Volume das seções entre as posições 0 e 25; 25 e 50; 50 e 75; 75 e 100% (m³).

2.4. Análise estatística dos dados

Para a região irrigada e não irrigada, foi realizada uma análise inicial de 20 tratamentos e 3 repetições no delineamento inteiramente casualizado, considerando os 20 tratamentos como um fatorial de 2 clones × 2 idades × 5 espaçamentos. Posteriormente foi realizada uma análise conjunta considerando as duas regiões, uma vez que a interação entre os quatro

fatores foi significativa (P<0,05), optou-se em ignorar a estrutura fatorial; assim, as médias dos 40 tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Volume do fuste de eucalipto

Os valores médios de diâmetro da árvore a 1,30 m do solo (DAP), volumes de madeira e massa seca dos dois clones nas diferentes idades, espaçamentos e região irrigada e não irrigada podem ser visualizados na Tabela 1. Os valores de diâmetro a 1,30 m do solo, volume e massa seca por hectare diferiram estatisticamente (P<0,05). O DAP diminuiu com o adensamento do espaçamento, conforme Cardoso (1989) as árvores plantadas em espaçamentos densos possuem tendência de apresentar menor diâmetro do fuste, o que ocorre em função do pouco espaço para seu crescimento.

O maior volume foi do clone B com 12 meses no espaçamento de plantio 1,5×2 m na região irrigada, sendo 55,02 m³ de madeira por hectare. Comparando os dois clones com a mesma idade, espaçamento e região, observou-se que os valores de volume do clone B foram superiores aos do clone A.

O volume de madeira por área aumentou com o adensamento do espaçamento para todas as condições de crescimento (Figura 1). Isto ocorreu por causa do maior número de árvores por área em menores espaçamentos, sendo o mesmo comportamento observado por Coelho et al. (1970), Balloni & Simões (1980), Haygreen & Bowyer (1989), Berger et al. (2002), Müller & Couto (2006) e Morais (2006), que estudaram diferentes espécies e idades de *Eucalyptus*.

O volume de madeira por área foi maior na região irrigada nos dois clones e duas idades. O aumento de volume ocasionado pela irrigação é explicado por Haygreen & Bowyer (1989), ao afirmarem que a irrigação possui papel de potencializar a taxa de crescimento das plantas. Tomazello (2006) obteve resultado semelhante, com maior produção em volume na área irrigada que na área não irrigada para a madeira do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* com idade de 7 anos e 1 mês.

A maior diferença de volume entre a região irrigada e não irrigada ocorreu no espaçamento mais amplo

Tabela 1. Valores médios de diâmetro a 1,30 m do solo, volume e massa seca de madeira por hectare dos clones do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* nas diferentes idades, espaçamentos e regiões.**Table 1.** Average values of diameter at 1.30 m, volume and dry mass per hectare of hybrid clones *E. grandis* × *E. urophylla* in different ages, spacing and regions.

Clone	Idade (meses)	Espaçamento (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha com casca)	Massa seca (kg/ha)	Região		
A	6	3×3	3,40 d	2,84 j	798,87 i	Irrigada		
			2,20 e	1,40 j	807,13 i	Não irrigada		
		3×2	2,95 d	3,67 j	1174,95 i	Irrigada		
			1,67 e	2,54 j	1222,33 i	Não irrigada		
		3×1	2,33 e	6,29 i	2068,23 h	Irrigada		
			2,55 e	4,96 j	2130,26 h	Não irrigada		
		1,5×2	1,61 e	3,96 j	2291,78 h	Irrigada		
			1,89 e	6,05 i	2319,04 h	Não irrigada		
		3×0,5	1,94 e	8,35 h	4356,93 g	Irrigada		
			2,58 e	7,09 i	4485,76 g	Não irrigada		
		12	3×3	6,76 c	16,88 g	5368,67 f	Irrigada	
				4,83 c	7,97 h	2516,12 h	Não irrigada	
	3×2		6,37 a	23,02 f	7400,96 e	Irrigada		
			5,03 c	15,40 h	4789,64 f	Não irrigada		
	3×1		5,26 b	32,23 e	10220,21 d	Irrigada		
			4,73 c	24,48 f	7415,34 e	Não irrigada		
	1,5×2		4,59 c	25,25 f	7251,27 e	Irrigada		
			5,14 c	29,43 e	9315,08 d	Não irrigada		
	3×0,5		3,32 d	23,48 f	6794,29 e	Irrigada		
			3,50 d	24,99 f	7052,28 e	Não irrigada		
	B		6	3×3	2,97 d	3,17 j	641,43 i	Irrigada
					3,29 d	2,14 j	608,59 i	Não irrigada
		3×2		2,66 e	3,67 j	931,88 i	Irrigada	
				2,43 e	3,63 j	910,15 i	Não irrigada	
3×1		2,50 e		5,01 j	2126,86 h	Irrigada		
		2,25 e		6,52 i	2103,78 h	Não irrigada		
1,5×2		2,96 d		8,90 h	1885,03 h	Irrigada		
		2,31 e		8,17 h	1873,47 h	Não irrigada		
3×0,5		2,34 e		9,87 h	3804,76 g	Irrigada		
		2,53 e		10,06 h	3766,51 g	Não irrigada		
12		3×3		8,13 a	29,68 e	9586,45 d	Irrigada	
				6,43 b	17,52 g	5329,87 f	Não irrigada	
		3×2	7,29 a	35,64 d	11505,20 c	Irrigada		
			6,25 b	24,43 f	7037,80 e	Não irrigada		
		3×1	4,87 c	30,43 e	8772,74 d	Irrigada		
			5,37 c	37,28 d	10873,85 c	Não irrigada		
		1,5×2	6,16 b	55,02 a	16639,35 a	Irrigada		
			3,99 d	49,91 b	15315,65 b	Não irrigada		
		3×0,5	4,01 d	41,32 c	11640,61 c	Irrigada		
			5,92 b	40,10 c	11276,77 c	Não irrigada		

As médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

DAP: diâmetro da árvore a 1,30 m do solo.

(3×3 m), em que o volume do clone A aos 6 e 12 meses na região irrigada foi superior 50,4 e 52,7%, respectivamente, à região não irrigada. Comportamento semelhante

foi observado para o clone B, sendo que o volume foi 32,2% e 40,9% superior na região irrigada para as duas idades respectivamente. Observa-se que os valores

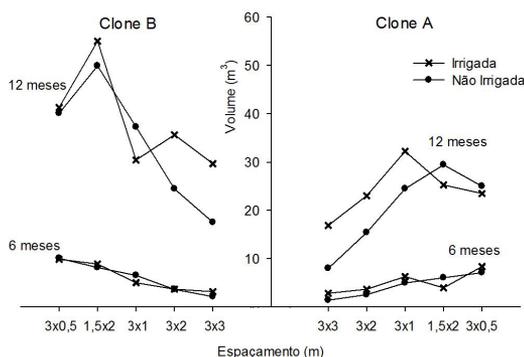


Figura 1. Valores médios de volume de madeira do fuste por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$) em dois clones do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* para diferentes idades, espaçamentos, idades e regiões.

Figure 1. Average values of the stem wood volume per hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$) in two clones of the hybrid *E. grandis* × *E. urophylla* for different ages, spacings, ages and regions.

médios de massa seca por hectare seguiram a mesma tendência do volume por hectare.

O comportamento do incremento semestral ($m^3 \cdot semestre^{-1}$) em relação aos diferentes espaçamentos e regiões pode ser visualizado na Figura 2. O incremento, assim como o volume, nos diferentes espaçamentos dos dois clones nas regiões irrigadas, foram superiores aos da região não irrigada, com exceção nos espaçamentos 3x0,5 e 1,5x2 m do clone A e no espaçamento 3x1 m do clone B, em que o incremento foi maior na região não irrigada.

Com o aumento do espaçamento de plantio, os valores de incremento médio semestral de volume por hectare nas duas regiões decresceram. Esta mesma tendência foi observada por Oliveira et al. (2009), que avaliaram o clone do híbrido *E. camadulensis* × *E. urophylla* com idades de 18, 27, 38 e 51 meses, nos espaçamentos 3,33x2; 3,33x3 e 5x2 m. Quenó (2009) também verificou essa tendência para o clone de um híbrido *E. grandis* × *E. camadulensis* com 2 anos nos espaçamentos 3x0,5; 3x0,75; 3x1; 3x1,5; 3x2; 3x2,5 e 3x3m.

3.2. Densidade básica da madeira

Na Tabela 2 estão os valores médios de densidade básica média ponderada dos clones nas diferentes idades, espaçamentos e regiões. Os valores médios de densidade variaram estatisticamente ($P < 0,05$).

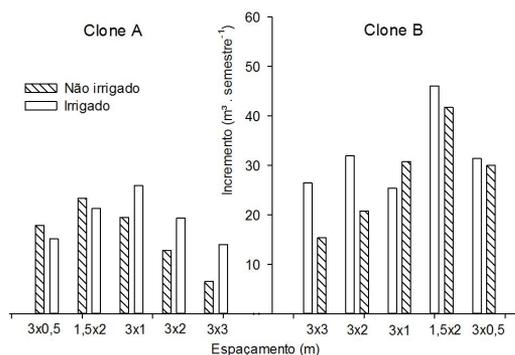


Figura 2. Incremento semestral ($m^3 \cdot semestre^{-1}$) em relação aos diferentes clones do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla*, espaçamentos e regiões.

Figure 2. Half year increment ($m^3 \cdot semestre^{-1}$) in relation to different hybrid clones *E. grandis* × *E. urophylla*, spacing and regions.

Os valores médios de densidade do clone A foram superiores aos do clone B, tendo os maiores valores do clone A nos espaçamentos 3x3 e 3x2 m, independente da idade e irrigação.

Conforme Benson (1963), a alta competição por água, luz e nutrientes entre as árvores de folhosas pode resultar na baixa densidade da madeira, corroborando com os resultados do presente trabalho, em que os maiores valores de densidade foram provenientes dos espaçamentos mais amplos. Ferreira et al. (1997) estudaram *E. dunnii* com 72 meses, e Rocha (2011) o *E. grandis* × *E. camadulensis* com 85 meses; também encontraram maiores valores de densidade da madeira nos espaçamentos mais amplos. Migliorini et al. (1980) analisaram o *E. urophylla* com 72 meses e obtiveram resultados distintos, em que a densidade diminuiu nos maiores espaçamentos. Já Sereghetti (2012) não verificou influência do espaçamento na densidade da madeira do híbrido *E. urophylla* × *E. grandis* com 12 meses de idade.

A densidade da madeira nas duas idades para o clone A em cada região e espaçamento são ilustrados na Figura 3. O maior valor de densidade na região não irrigada foi proveniente da madeira com 6 meses, na região irrigada a densidade foi superior na idade de 12 meses, com exceção nos espaçamentos de plantio 1,5x2 e 3x0,5 m. No entanto, ao comparar os valores médios de densidade para o clone A entre região irrigada e não irrigada, os resultados foram iguais na grande maioria dos espaçamentos estudados.

Tabela 2. Valores médios da densidade básica da madeira dos clones do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* com diferentes idades, espaçamentos e regiões.

Table 2. Mean values of wood density of hybrid clones *E. grandis* × *E. urophylla* with different ages, spacing and regions.

Clone	Idade (meses)	Espaçamento (m)	Densidade (g.cm ⁻³)	Região	
A	6	3×3	0,40 a	Irrigada	
			0,40 a	Não irrigada	
		3×2	0,39 a	Irrigada	
			0,41 a	Não irrigada	
		3×1	0,34 b	Irrigada	
			0,39 a	Não irrigada	
		1,5×2	0,38 a	Irrigada	
			0,39 a	Não irrigada	
		3×0,5	0,36 b	Irrigada	
			0,37 a	Não irrigada	
		12	3×3	0,41 a	Irrigada
				0,40 a	Não irrigada
	3×2		0,40 a	Irrigada	
			0,38 a	Não irrigada	
	3×1		0,38 a	Irrigada	
			0,37 b	Não irrigada	
	1,5×2	0,35 b	Irrigada		
		0,39 a	Não irrigada		
B	6	3×3	0,35 b	Irrigada	
			0,33 b	Não irrigada	
		3×2	0,34 b	Irrigada	
			0,33 b	Não irrigada	
		3×1	0,39 a	Irrigada	
			0,35 b	Não irrigada	
		1,5×2	0,34 b	Irrigada	
			0,34 b	Não irrigada	
		3×0,5	0,34 b	Irrigada	
			0,34 b	Não irrigada	
		12	3×3	0,36 b	Irrigada
				0,35 b	Não irrigada
	3×2		0,37 b	Irrigada	
			0,34 b	Não irrigada	
	3×1		0,34 b	Irrigada	
			0,34 b	Não irrigada	
	1,5×2	0,34 b	Irrigada		
		0,34 b	Não irrigada		
3×0,5	0,34 b	Irrigada			
	0,35 b	Não irrigada			

As médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Skott-knott em nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 4 podem ser visualizados os valores de densidade entre as idades do clone B em cada região e espaçamento. Ao analisar em números absolutos, aos 12 meses a densidade da madeira foi superior na

região não irrigada, com exceção nos espaçamentos 1,5×2 e 3×1 m. Na região irrigada, os maiores valores foram provenientes dos espaçamentos 3×3 e 3×2 m com 12 meses e no espaçamento 3×1 m com 6 meses;

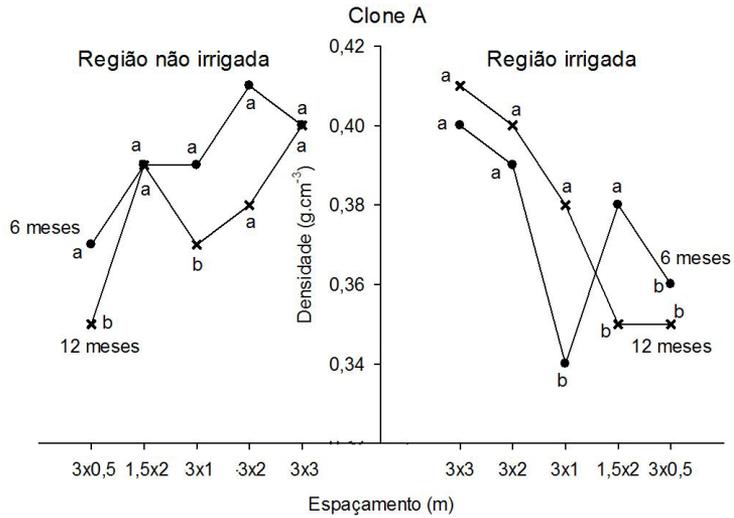


Figura 3. Valores médios de densidade da madeira do clone A do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* nos diferentes espaçamentos e idades, na região irrigada e não irrigada.

Figure 3. Average values of wood density of clone A hybrid *E. grandis* × *E. urophylla* in different ages and spacings in the region and without irrigation.

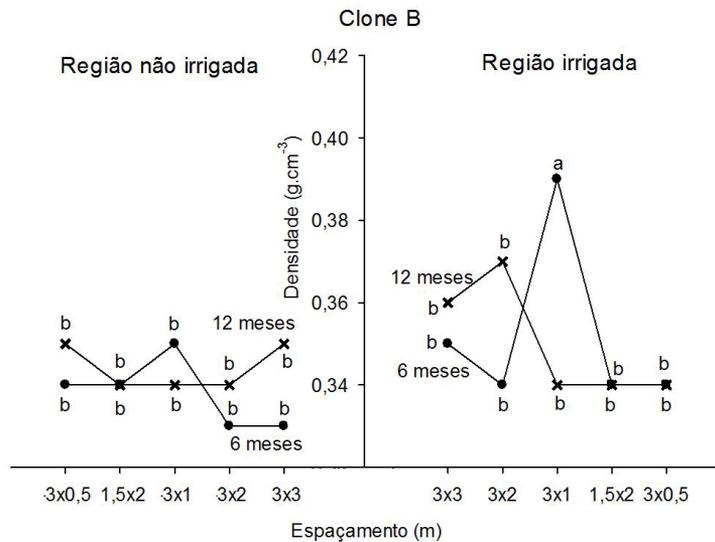


Figura 4. Valores médios de densidade da madeira do clone B do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* nos diferentes espaçamentos e idades, na região irrigada e não irrigada.

Figure 4. Average values of wood density of the hybrid clone B *E. grandis* × *E. urophylla* in different ages and spacings in the region and without irrigation.

no restante dos espaçamentos, as densidades foram semelhantes.

Ao verificar a densidade da madeira do clone B nas duas regiões, observou-se que na região irrigada foram obtidos os maiores valores médios (Figura 4). Embora

Downes et al. (2006) tenham estudado a densidade da madeira do *Eucalyptus globulus* aos 8 anos e obtido resultado inverso ao do clone B, sendo a densidade inferior na região irrigada. Já Drew et al. (2009) não observaram diferença da densidade na madeira

avaliada mensalmente no período de 33 a 57 meses do *E. globulus* entre a região irrigada e não irrigada. Pereira & Araújo (1990) encontraram resultado inferior de densidade na região irrigada para a madeira de *E. globulus* com 11 meses de idade, e nessa mesma espécie com idade de seis meses foi obtido resultado inverso, em que a densidade foi maior na região irrigada.

O efeito do adensamento do espaçamento de plantio no volume e densidade básica da madeira pode ser visualizado na Tabela 3. Verificou-se maior efeito do espaçamento de plantio no volume de madeira, sendo essa variação maior na região não irrigada, ou seja, a diferença do volume de madeira entre o menor (3×0,5 m) e maior (3×3 m) espaçamento foi superior na região não irrigada. Isso foi ocasionado pelo maior desenvolvimento das plantas nos maiores espaçamentos da região irrigada, em contrapartida esse mesmo desenvolvimento não ocorreu nos menores espaçamentos em função do menor espaço útil para

o desenvolvimento da planta. A menor variação do volume de madeira ocorreu nos clones aos 12 meses de idade na região irrigada, com valor em torno de 28%.

Como pode ser visualizado na Tabela 3, a densidade da madeira diminuiu com o adensamento de plantio, e na madeira com idade de 6 meses foi possível identificar maior variação, contudo a redução ainda foi superior na região irrigada. A pequena variação da densidade no clone B resultou na igualdade estatística entre os valores do menor e maior espaçamento.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, observa-se que as idades, espaçamentos e regiões influenciaram no volume e densidade básica da madeira. E os maiores valores de volume de madeira por hectare foram obtidos nos espaçamentos mais densos e na região irrigada.

Tabela 3. Variação dos valores médios da densidade básica e volume da madeira dos clones do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* com o adensamento do espaçamento.

Table 3. Variation of the average values of the density and volume of the wood of hybrid clones *E. grandis* × *E. urophylla* with the density spacing.

Clone (Idade)	Esp (m)	Região Irrigada				Região Não Irrigada			
		Dbp (g cm ⁻³)	Var (%) [*]	Vol (m ³)	Var (%)	Dbp (g cm ⁻³)	Var (%)	Vol (m ³)	Var (%)
Clone A (6 meses)	3×3	0,40		2,84		0,40		1,41	
	3×2	0,39		3,67		0,41		2,55	
	3×1	0,34	↓ 10,00	6,30	↑ 66,00	0,39	↓ 7,50	4,96	↑ 80,16
	1,5×2	0,38		3,96		0,39		6,06	
	3×0,5	0,36		8,35		0,37		7,10	
Clone A (12 meses)	3×3	0,41		16,88		0,40		7,98	
	3×2	0,40		23,02		0,38		15,40	
	3×1	0,38	↓ 14,63	32,24	↑ 28,12	0,37	↓ 12,50	24,48	↑ 68,08
	1,5×2	0,35		25,25		0,39		29,44	
	3×0,5	0,35		23,49		0,35		24,99	
Clone B (6 meses)	3×3	0,35		3,17		0,33		2,14	
	3×2	0,34		3,67		0,33		3,63	
	3×1	0,39	↓ 2,86	5,01	↑ 67,88	0,35	↑ 3,03	6,52	↑ 78,72
	1,5×2	0,34		8,90		0,34		8,17	
	3×0,5	0,34		9,87		0,34		10,06	
Clone B (12 meses)	3×3	0,36		29,68		0,35		17,52	
	3×2	0,37		35,64		0,34		24,43	
	3×1	0,34	↓ 5,56	30,43	↑ 28,17	0,34	↓ 2,86	37,28	↑ 56,30
	1,5×2	0,34		55,02		0,35		49,91	
	3×0,5	0,34		41,32		0,34		40,10	

Esp: espaçamento; Dbp: densidade básica ponderada; Vol: volume; Var: Variação; *Variação analisada do maior para o menor espaçamento de plantio.

Os resultados de densidade básica para os dois clones nas duas idades foram iguais entre região irrigada e não irrigada na grande maioria dos espaçamentos estudados.

A influência do espaçamento na densidade básica da madeira foi verificada para o clone A, uma vez que nos espaçamentos mais amplos houve maiores valores. No entanto, no clone B não foi observada influência significativa do espaçamento na densidade básica.

O volume de madeira sofreu maior variação com o adensamento do espaçamento, em que essa variação foi ainda mais significativa na região não irrigada. A variação da densidade foi baixa, principalmente no clone B.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 14 jan., 2014

Aceito: 26 jun., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Jordão Cabral Moulin

Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – DCFM, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Av. Gov. Lindemberg, 316, Centro, CEP 29500-000, Jeronimo Monteiro, ES, Brasil
e-mail: jordao_cm@hotmail.com

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 11941: madeira: determinação da densidade básica*. Rio de Janeiro: ABNT; 2003. 6 p.
- Balloni EA, Simões JW. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 1980; 1(3): 1-16.
- Benson HP. *The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood*. Estados Unidos: Forest Service; 1963. Technical Bulletin of United States Department of Agriculture n. 1288.
- Berger R, Schneider PR, Finger CAG, Haselein CR. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. *Ciência Florestal* 2002; 12(2): 75-87. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981682>.
- Brasil MAM, Ferreira M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill Ex- maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 1971; (2-3): 129-149.
- Cardoso A Jr. Bracatinga. *Brasil Madeira* 1989; 3(33): 1-10.
- Coelho ASR, Mello HÁ, Simões JW. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 1970; 2-3(50): 129-149.
- Downes G, Worledge D, Schimleck L, Harwood C, French J, Beadle C. The effect of growth rate and irrigation on the basic density and kraft pulp yield of *Eucalyptus globulus* and *E. nitens*. *New Zealand Journal of Forestry* 2006; 51(3): 13-22.
- Drew DM, Downes GM, O'grady AP, Read J, Worledge D. High resolution temporal variation in wood properties in irrigated and non-irrigated *Eucalyptus globules*. *Annals of Forest Science* 2009; 406(66): 1-10.
- Ferreira GW, Gonzaga JV, Foelkel CEB, Assis TF, Ratnieks E, Silva MCM. Qualidade da celulose kraft-antraquinona de *Eucalyptus dunnii* plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. *Ciência Florestal* 1997; 7(1): 41-63. <http://dx.doi.org/10.5902/19805098338>.
- FIBRIA. *Produção de biomassa energética em diferentes espaçamentos, manejos e culturas: eucalipto - dados de análise internos da Empresa Fibria* [online]. mensagem para: Jordão Cabral Moulin. 2013 Set 20 [citado em 2014 Jan 13].
- Haygreen JG, Bowyer JL. *Forest products and wood science*. 2rd ed. Ames: Iowa State University; 1989.
- Mello HA, Simões JW, Ferreira CA, Brasil UM. Influência do espaçamento e da idade de corte na produção de madeira de eucalipto em solo de cerrado. *Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais* 1976; 13(1): 143-162.
- Migliorini AJ, Brito JO, Barrichelo LEG. *Influência das práticas silviculturais na produção de carvão vegetal*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais; 1980. Circular Técnica n. 104.
- Morais VM. *Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do Estado de Minas Gerais* [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2006.
- Müller MD, Couto L. *Avaliação de densidades de plantio e rotação de plantações de rápido crescimento para produção de biomassa*. Viçosa: Renabio; 2006. 65 p. Documento técnico n. 2.
- Oliveira TK, Macedo RLG, Venturin N, Higashikawa EM. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2009; (60): 1-10. <http://dx.doi.org/10.4336/2009.pfb.60.01>.
- Pereira H, Araújo C. Raw-material quality of fast grown *Eucalyptus globules* during the first year. *IAWA Bulletin* 1990; 11(4): 421-427. <http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000532>.

Quenó LRM. *Viabilidade econômica da produção de biomassa de eucalipto e de capim elefante para energia* [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2009.

Rocha MFV. *Influência do espaçamento e da idade na produtividade e propriedades da madeira de Eucalyptus grandis × Eucalyptus camaldulensis para energia* [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.

Schonau APG, Coetzee J. *Initial spacing, stand density and thinning in eucalypt plantations. Forest Ecology and Management* 1989; 29: 245-266.

Sereghetti GC. *Biomassa inicial do híbrido Eucalyptus urophylla vs. Eucalyptus grandis em diferentes espaçamentos* [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo; 2012.

Tomazello M Fo. *Efeito da irrigação e fertilização nas propriedades do lenho de árvores de Eucalyptus grandis × urophylla* [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2006.

Wimmer R, Evans R, Downes GM, Rasmussen G, French J. Direct effects of wood characteristics on pulp and handsheet properties of Eucalyptus globulus. *Holzforschung* 2002; 2002(56): 244-252.