

RENDIMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO CARVÃO VEGETAL EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO RADIAL DE AMOSTRAGEM EM CLONES DE *Eucalyptus*

Paulo Fernando Trugilho¹, José Reinaldo Moreira da Silva¹, Fábio Akira Mori¹, José Tarcísio Lima¹,
Lourival Marin Mendes¹, Lázaro Frederico de Barros Mendes²

(recebido: 15 de setembro de 2003; aceito: 10 de maio de 2005)

RESUMO: A madeira é um material que apresenta grande variação tanto no sentido longitudinal, como no transversal radial e tangencial. A variação no sentido radial é a mais perceptível e importante do ponto de vista da utilização da madeira. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da posição radial de amostragem da madeira na qualidade do carvão vegetal em seis clones de *Eucalyptus* spp. Na avaliação do experimento adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, disposto em parcelas subdivididas, em que clone representou o efeito da parcela e posição radial o efeito da subparcela. Pelos resultados verificou-se que o efeito de clone foi significativo para as características rendimento em carvão vegetal e em carbono fixo, densidade relativa aparente e teor de carbono fixo. O efeito de posição radial foi significativo para a variável densidade relativa aparente, teor de materiais voláteis e teor de carbono fixo. O efeito da interação clone x posição radial foi significativo para as características rendimento em carvão vegetal, teor de materiais voláteis e carbono fixo. A significância da interação indica que o efeito de clone depende dos níveis do efeito da posição radial, evidenciando uma dependência entre os dois fatores.

Palavras-Chave: Carvão vegetal, posição radial, madeira, clones, *Eucalyptus*.

YIELD AND CHARCOAL CHARACTERISTICS IN RELATION OF RADIAL SAMPLING POSITION IN *Eucalyptus* CLONES

ABSTRACT: Wood presents great variation in longitudinal, transversal, radial and tangential direction. The variation in the radial direction is the most perceptible and important for wood uses. This research aimed at evaluating the influence of the wood radial sampling position in the charcoal quality of six *Eucalyptus* clones. For evaluating the experiment it was adopted the randomized design disposed in split plot, where clone represented the effect of the plot and radial position the effect of the split. The results indicated that the clone effect was significant for charcoal and fixed carbon yield, apparent relative density and fixed carbon content. The effect of radial position was significant for apparent relative density, volatile materials and fixed carbon content. The effect of clone x radial interaction position was significant for charcoal yield, volatile materials and fixed carbon content. The significance of the interaction indicates that the clone effect depends on the levels of the effect of the radial position, evidencing dependence between the two factors.

Key words: Charcoal, radial position, wood, clones, *Eucalyptus*.

1 INTRODUÇÃO

A variabilidade nas propriedades da madeira exerce papel decisivo sobre a sua melhor forma de utilização. Segundo Malan (1995) a variação no sentido radial é de longe a mais importante fonte de variação. A extensão dessa variação é determinada, principalmente, pela presença da madeira juvenil, pela sua proporção relativa no tronco e pelas suas características físico-químicas e anatômicas. A elevação do gradiente de variação dentro da zona juvenil diminui com o passar do tempo. Essa variação influenciará na forma de uso final da madeira.

Mudanças químicas, físicas e anatômicas são

pronunciadas da medula em direção a casca. Essas alterações influem significativamente na qualidade dos produtos obtidos da madeira. Nesse sentido, a qualidade e a quantidade do carvão vegetal sofrerá significativa modificação em relação à madeira de origem, pois esse produto está intimamente relacionado com as suas características químicas, anatômicas e físicas. Um problema relacionado ao uso do carvão vegetal é a sua variabilidade em qualidade, uma vez que esse produto sofre grande influência da qualidade da madeira e do processo de produção. A variabilidade ocasiona desperdício do material, podendo inclusive dificultar a operação dos altos fornos siderúrgicos.

¹ Professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG.

² Engenheiro Florestal, Departamento de Ciências Florestais/UFLA – Cx.P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG.

A utilização da madeira para produção de energia, apesar de não ser restritiva, depende de algumas características internas da madeira como, por exemplo, o teor de lignina e a densidade básica (TRUGILHO, 1995).

No Brasil, a madeira é amplamente usada para a finalidade energética. Existe uma certa tradição no emprego dos recursos naturais renováveis, em que a energia hidráulica, a lenha, o bagaço de cana e outras fontes primárias contribuem com cerca de 38,40% do total do consumo energético nacional. Neste contexto, a lenha contribui com 8,40% do consumo total (BRASIL, 2004). Observa-se que a energia da biomassa florestal é, ainda, muito importante para o Brasil, especialmente devido à ampla disponibilidade de terras, aliado ao alto índice de insolação (ANDRADE, 1993).

Atualmente, o Setor Florestal brasileiro mantém cerca de 4,6 milhões de hectares de florestas plantadas de rápido crescimento, em regime de produção. O Estado de Minas Gerais detém 1.696.134 ha de florestas plantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*, sendo que o eucalipto participa com 1.535.750 ha (90%) representando a maior área reflorestada em eucalipto do País (ALTERNATIVAS, 2001).

A área plantada pelo setor siderúrgico é da ordem de 1,2 milhão de hectares. Nos últimos anos, o setor assiste a uma redução significativa na sua área plantada, gerando preocupações quanto ao futuro abastecimento das unidades industriais. Somente em Minas Gerais, a área anual de plantio atinge 30 mil hectares, quando se deveria plantar 150 mil hectares (CARVÃO VEGETAL, 2001).

Apesar dessa extensa área plantada, as espécies de eucalipto introduzidas tiveram objetivo básico à produção de lenha. Estas espécies foram selecionadas obedecendo somente ao zoneamento ecológico para reflorestamento proposto por Golfari & Pinheiro Neto (1970). Com o passar dos anos as espécies inicialmente plantadas foram sendo substituídas por outras, geralmente clones, e a produtividade volumétrica foi à característica de maior importância. Seleção com base nas características de qualidade da madeira só foi considerada mais tarde, especialmente para atender à produção de carvão vegetal e de celulose e papel. Vários trabalhos foram realizados visando obter maiores informações com relação à influência da qualidade da madeira e

do processo de obtenção do carvão vegetal. Citam-se, dentre vários, os trabalhos de Almeida (1983), Oliveira (1988) e Trugilho (1995).

Mesmo com a redução do consumo nos últimos anos, o carvão vegetal ainda possui uma posição de grande importância na economia brasileira em especial para Minas Gerais, principal Estado produtor e consumidor. Ocupa posição de destaque no setor siderúrgico, pois contribui para a produção de ferro-gusa, aço e ferro-ligas. O carvão vegetal está intimamente ligado à siderurgia, a qual consome 82% de sua produção. Além da indústria siderúrgica, o carvão vegetal também participa como substituto do óleo combustível nas caldeiras e nos fornos de combustão da indústria de cimento e de materiais primários. Segundo a ABRACAVE (2001) a produção de carvão vegetal em 1999 foi 26,9 milhões de metros de carvão, sendo que 70% desse valor foi obtido com madeira de reflorestamento. O carvão vegetal destinado ao uso siderúrgico representa uma das mais importantes atividades que alavanca o nosso desenvolvimento industrial, tendo visto que em 1999 a produção de ferro-gusa foi de 24,5 milhões de toneladas.

Com a obrigatoriedade da auto-suficiência, as empresas estão dando uma maior importância ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção de madeira, avaliação da sua qualidade, bem como da sua transformação em carvão vegetal. Avaliações que levam em consideração o potencial produtor de carvão e a sua qualidade têm se tornado uma rotina para as empresas que necessitam dessa matéria-prima. Nesse sentido, a busca por uma matéria-prima mais homogênea, especialmente no sentido radial, quanto às características favoráveis à produção de carvão vegetal é importante, pois permitirá aumentar o rendimento do processo de carbonização, bem como melhorar significativamente a qualidade do carvão produzido. Assim, será possível resolver, em parte, o problema da falta de madeira que algumas pesquisas tem indicado para os próximos anos.

Reconhecendo a importância e as potencialidades relativas ao carvão vegetal o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da posição radial de amostragem da madeira na qualidade do carvão vegetal em seis clones de *Eucalyptus* spp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Experimental

Foi utilizada no presente trabalho madeira de seis clones, híbridos naturais de *Eucalyptus* provenientes de plantio experimental (teste clonal) da Companhia Mineira de Metais, Unidade Agroflorestal, localizada no município de Vazante/MG. Os clones são híbridos do *Eucalyptus urophylla* com o *Eucalyptus grandis*, com o *Eucalyptus camaldulensis* e com o *Eucalyptus tereticornis*. O experimento tinha 7 anos de idade e implantado em esquema de agrossilvicultura com espaçamento 10,0 x 4,0 m. Foram avaliadas duas árvores-amostra, escolhidas ao acaso, por clone. As árvores-amostra foram derrubadas e selecionou-se o material na tora compreendida entre 3,30 a 6,30 m de altura (segunda tora). Essa tora foi desdobrada em tábuas de 3,0 cm de espessura até produzir uma prancha radial de 10,0 cm de espessura. Na prancha radial é que foi coletado o material para o estudo proposto. O esquema da amostragem é mostrado na Figura 1, em que 1, 2 e 3 representam as posições radiais de amostragem.

2.2 Carbonização da Madeira e Características Avaliadas no Carvão Vegetal

As carbonizações foram realizadas em um forno elétrico (mufla) adaptado, conforme a Figura 2. O controle do aquecimento foi manual, com incrementos de 50°C a cada 30 minutos, o que corresponde a uma taxa média de 1,67°C por minuto. A temperatura inicial foi sempre igual a 100 °C e a temperatura máxima foi de 450°C, permanecendo estabilizada por um período de 30 minutos. O tempo total de carbonização foi, portanto, de 4 horas. Foram usados em cada ensaio, aproximadamente, 500 g de madeira, dependendo do clone, em forma de retângulos, retirados em cada posição de amostragem radial nas árvores-amostra. O material foi previamente seco em estufa a 105±3 °C.

Após cada carbonização, foi determinado o rendimento gravimétrico de carvão, de líquido pirolenhoso e por diferença de gases não-condensáveis, todos em relação ao peso da madeira seca. Foi determinado também o rendimento em carbono fixo.

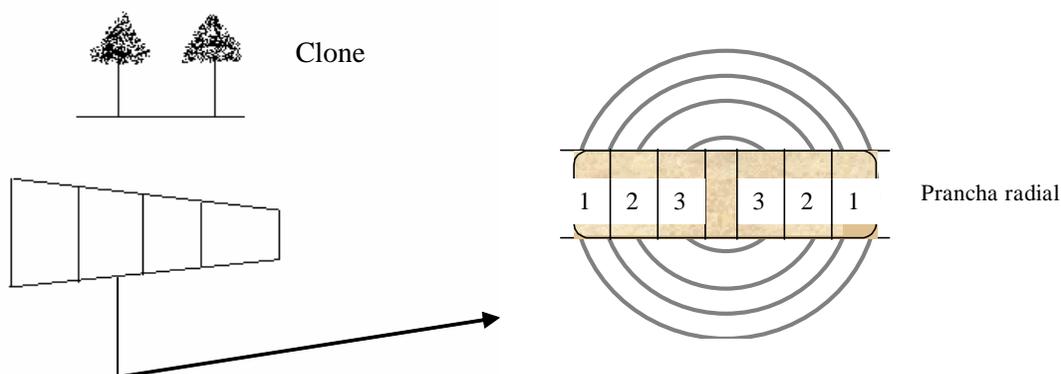
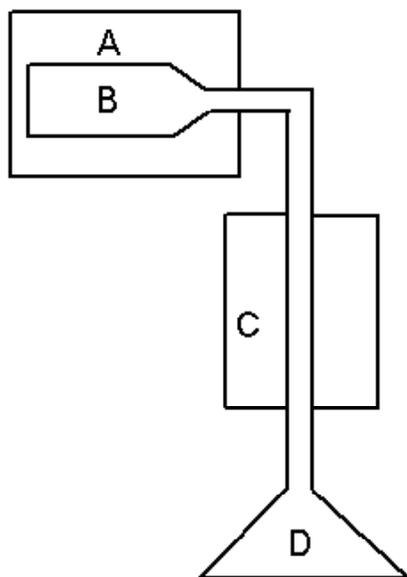


Figura 1 – Esquema da amostragem na tora e posição radial.

Figure 1 – Diagram of logs and radial position sampling.



- A = forno elétrico
 B = cápsula de carbonização
 C = condensador resfriado à água
 D = frasco coletor

Figura 2 – Esquema do equipamento utilizado nas carbonizações.

Figure 2 – Diagram of the equipment used for wood carbonization.

Foi realizada a análise química imediata do carvão para determinar o teor de materiais voláteis, de cinzas e de carbono fixo, por meio da Norma NBR 8112 (ABNT, 1983).

A densidade relativa aparente do carvão vegetal foi determinada pelo método hidrostático, usando-se a água como líquido deslocado.

2.3 Delineamento Experimental

Na avaliação do experimento utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado disposto em parcelas subdivididas, sendo que clone foi o efeito da parcela e a posição radial de amostragem o efeito da subparcela. O modelo estatístico do delineamento utilizado é da seguinte forma:

$$Y_{ik} = \mu + C_i + e_i + P_k + CP_{ik} + e_{ik}$$

em que:

$i = 1, 2, \dots, 6$ (clones); $k = 1, 2$ e 3 (posição radial de amostragem);

Y_{ik} é o efeito da i -ésima observação do clone i na k -ésima posição radial;

μ é a média geral;

C_i é o efeito do i -ésimo clone, efeito fixo;

P_k é o efeito da posição radial de amostragem, efeito fixo;

e_i é o erro a (parcela);

CP_{ik} é o efeito da interação clone x posição radial e;

e_{ik} é o erro b (erro experimental).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores médios e o respectivo teste de comparação múltipla realizado nas características indicativas de qualidade do carvão vegetal avaliadas nos seis clones de *Eucalyptus*. Os resultados indicam a existência de grande diferenciação de comportamento entre os clones e posições radiais. Essas diferenças ocorreram em decorrência das variações nos tipos de madeira de cada clone, devido principalmente as alterações químicas, físicas e anatômicas de sua madeira.

Os resultados médios encontrados estão de acordo com os obtidos por Brito & Barrichelo (1977), Brito et al. (1984) e Trugilho (1995), os quais trabalharam com diferentes espécies de *Eucalyptus*.

Tabela 1 – Valores médios das características avaliadas no carvão vegetal.**Table 1** – Average values of appraised charcoal characteristics.

CLONE	POS	RGC	RLP	RGNC	DRA	TMV	TCz	TCF	RCF
1	1	34,60a	45,35	20,05	0,38	29,98a	0,47	69,26a	23,96
	2	35,85a	44,85	19,30	0,31	29,33a	0,34	70,33a	25,22
	3	37,95a	41,70	20,35	0,26	34,69b	0,45	64,80b	24,60
Média		36,13	43,97A	19,90A	0,32A	31,33	0,42A	68,13	24,59A
2	1	35,50a	40,65	23,85	0,30	30,36a	0,58	69,53a	24,68
	2	35,90a	43,65	20,45	0,26	29,93a	0,27	70,07a	25,16
	3	36,45a	42,80	20,75	0,25	27,29a	0,22	72,50a	26,43
Média		35,95	42,37A	21,68A	0,27A	29,19	0,35A	70,70	25,42A
3	1	33,00a	47,10	19,90	0,34	28,15a	0,31	71,55a	23,61
	2	38,90b	42,85	18,25	0,29	29,63a	0,17	70,41a	27,40
	3	37,60b	44,00	18,40	0,32	32,77b	0,25	66,99b	25,18
Média		36,50	44,65A	18,85A	0,32A	30,18	0,24A	69,65	25,40A
4	1	34,45a	43,85	21,70	0,44	29,62a	0,37	70,01a	24,12
	2	39,05b	43,80	17,15	0,34	32,02a	0,23	67,76a	26,47
	3	38,60b	42,90	18,50	0,29	33,66a	0,17	66,17a	25,54
Média		37,37	43,52A	19,12A	0,36B	31,77	0,26A	67,98	25,38A
5	1	39,20a	41,70	19,10	0,35	29,03a	0,28	71,25a	27,93
	2	42,55b	39,20	18,50	0,31	31,93a	0,37	68,44a	29,13
	3	36,35a	41,70	21,95	0,29	30,60a	0,28	69,68a	25,31
Média		39,37	40,87A	19,85A	0,31A	30,52	0,31A	69,79	27,45B
6	1	42,20a	39,50	18,30	0,35	33,09a	0,25	66,66a	28,13
	2	39,12a	44,26	16,63	0,28	28,47b	0,38	71,15b	27,83
	3	39,41a	43,87	16,73	0,24	33,47a	0,43	66,10a	26,02
Média		40,24	42,54A	17,22A	0,29A	31,68	0,35A	67,97	27,33B
Média POS 1		36,49	43,03a	20,48a	0,36a	30,04	0,37a	69,71	25,41a
Média POS 2		38,56	43,10a	18,38a	0,30b	30,22	0,29a	69,69	26,87b
Média POS 3		37,73	42,83a	19,45a	0,27b	32,08	0,30a	67,71	25,51a

POS – Posição radial; RGC, RLP, RGNC e RCF representam os rendimentos em carvão vegetal, líquido pirolenhoso, gás não-condensável e carbono fixo (%); DRA = densidade relativa aparente (g/cm³); TMV, TCz e TCF representam os teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo (%).

Valores médios seguidos de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, para os efeitos de clone, posição radial e posição radial dentro de clone.

Pelos resultados observa-se uma tendência de maior produção de carvão vegetal nas posições intermediária (2) e central (3), exceto para os clones 5 e 6. A densidade relativa aparente do carvão apresentou comportamento inverso, ou seja, foi maior na posição radial 1 e menor na posição radial 3, exceto para o clone 3. Esse comportamento era esperado uma vez que a densidade da madeira apresenta tendência de aumento do centro para a periferia do tronco.

O teor de cinzas apresentou comportamento diferenciado entre os clones, sendo que na maioria dos casos foi maior na posição radial 1 e menor na

posição radial 3. O clone 6 apresentou comportamento diferenciado dos demais clones.

O teor de carbono fixo não apresentou um padrão de comportamento definido entre os clones, somente os clones 3 e 4 apresentaram variação decrescente da posição radial 1 para a posição 3. O rendimento em carbono fixo foi maior na posição radial 2, exceto para o clone 6.

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram melhor o comportamento médio dos rendimentos e características do carvão vegetal produzido pelos clones em função da posição radial de amostragem.

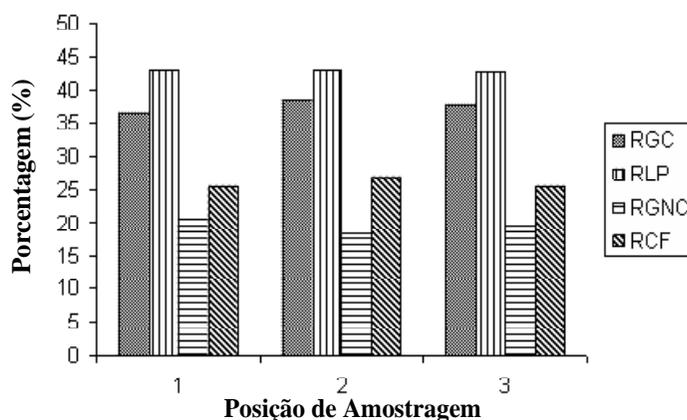


Figura 1 – Rendimento gravimétrico da carbonização (RGC), em líquido pirolenhoso (RLP), em gás não-condensável (RGNC) e em carbono fixo (RCF) em função da posição radial de amostragem.

Figure 1 – Gravimetric charcoal yield (RGC), liquid pyrolygneous (RLP), non condensate gas (RGNC) and fixed carbon (RCF) in relation to radial sampling position.

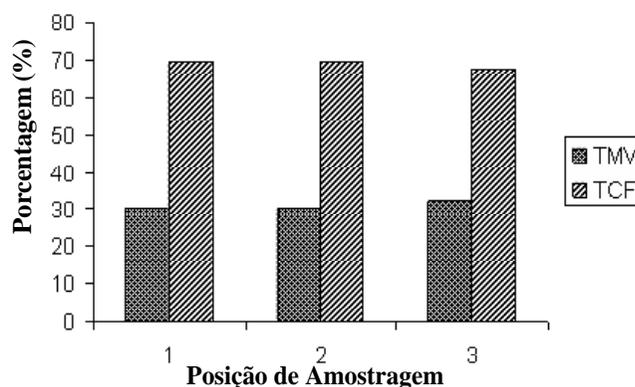


Figura 2 – Teor de materiais voláteis (TMV) e de carbono fixo (TCF) em função da posição radial de amostragem.

Figure 2 – Volatile materials (TMV) and fixed carbon (TCF) content in relation to radial sampling position.

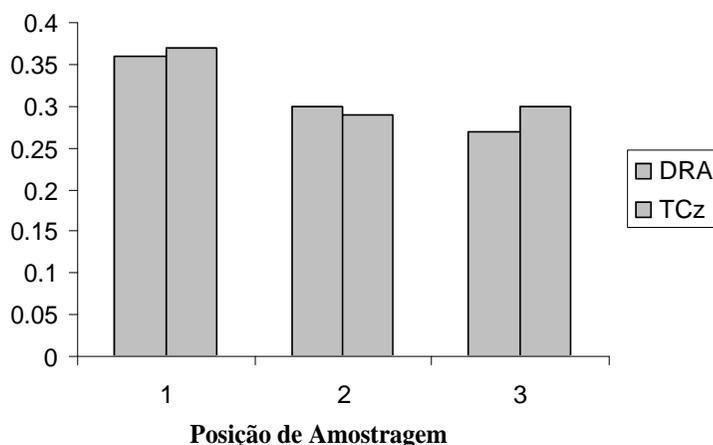


Figura 3 – Densidade relativa aparente (DRA) e teor de cinzas (TCz) em função da posição radial de amostragem.

Figure 3 – Apparent relative density (DRA) and ash content (TCz) in relation to radial sampling position.

Na Tabela 2 apresenta-se o resumo da análise de variância para o delineamento experimental adotado. Observa-se que o efeito de clone foi significativo para o rendimento gravimétrico da carbonização, densidade relativa aparente, teor de carbono fixo e o rendimento em carbono fixo. O efeito da posição radial de amostragem foi significativo para a densidade relativa aparente, teor de materiais voláteis e rendimento em carbono fixo. O efeito da interação clone e posição radial foi significativo para o rendimento gravimétrico da carbonização, teor de materiais voláteis e teor de carbono fixo. O rendimento em líquido pirolenhoso, em gás não-condensável e teor de cinzas não apresentaram efeito significativo para clone, posição radial e interação. Este fato indica que essas variáveis não foram influenciadas pelo material de origem.

Observa-se, ainda, que os coeficientes de variação foram baixos para todas as características, indicando a boa coleta dos dados e a eficiência do delineamento estatístico utilizado, exceto para o teor de cinzas no carvão vegetal. Deve ser ressaltado que o teor de cinzas é uma característica que sempre apresenta alta variabilidade.

Para as características em que o efeito da interação foi significativo procedeu-se o seu desdobramento e avaliou-se o efeito da posição radial dentro de clone. Essa avaliação tem por finalidade identificar quais clones produzem carvão vegetal mais homogêneo, ou seja, aqueles em que a posição radial de amostragem exerce menos influência sobre a qualidade do produto final.

Na Tabela 3 apresenta-se o resumo da análise de variância para os desdobramentos das interações e avaliação do efeito da posição radial dentro de cada clone. Observa-se, pelo Quadro 3, que para o rendimento gravimétrico em carvão os clones 1, 2 e 6 não apresentaram diferença significativa entre as posições radiais. Para o teor de materiais voláteis e de carbono fixo os clones 2, 4 e 5 não apresentaram diferença significativa entre as três posições radiais. Considerando essas três características, observa-se que o clone 2 foi quem produziu carvão vegetal mais homogêneo para as três posições radiais de amostragem. Este resultado indica que esse clone apresenta uma madeira de alta homogeneidade nas propriedades físicas e químicas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para o delineamento experimental adotado.**Table 2** – Summary of variance analysis for the adopted experimental design.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		RGC	RLP	RNGC	DRA	TMV	TCz	TCF	RCF
Clone (C)	5	19,4741*	10,9035ns	12,9519ns	0,00516*	6,0408ns	0,0275ns	8,1301*	8,2924*
Erro a	6	3,1708	5,0683	4,5273	0,00103	1,8029	0,0156	1,3804	1,8567
Pos (P)	2	13,0037ns	0,2389ns	13,2729ns	0,02414**	15,3555*	0,0254ns	15,9279*	7,9531*
C x P	10	10,0662*	8,1432ns	3,1070ns	0,00144ns	9,2849*	0,0228ns	8,8587*	2,9521ns
Erro b	12	3,5256	5,2337	7,2690	0,00086	2,6008	0,0185	2,5260	1,7877
CV ₁ (%)		4,74	5,24	10,95	10,29	4,36	38,83	1,70	5,26
CV ₂ (%)		4,99	5,32	13,87	9,42	5,24	42,39	2,30	5,16
MG		37,59	42,98	19,44	0,311	30,78	0,32	69,04	25,93

Pos = Posição radial; CV = coeficiente de variação; MG = média geral; *, ** e ns significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade e não-significativo; RGC, RLP, RNGC e RCF representam os rendimentos em carvão vegetal, líquido pirolenhoso, gás não-condensável e carbono fixo (%); DRA = densidade relativa aparente (g/cm³); TMV, TCz e TCF representam os teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo (%).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para o desdobramento de posição radial dentro de clone.**Table 3** – Summary of variance analysis for the within clone unfolding radial position.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		RGC	TMV	TCF
Posição Radial/1	2	5,731667ns	17,125617*	17,205800**
Posição Radial/2	2	0,455000ns	5,514817ns	4,994117ns
Posição Radial/3	2	19,220000*	11,157350*	11,282217*
Posição Radial/4	2	12,861667*	8,257067ns	7,447617ns
Posição Radial/5	2	19,261667*	4,228717ns	3,966200ns
Posição Radial/6	2	5,804450ns	15,496267*	15,325400*
Resíduo	12	3,525608	2,600839	2,525975

RGC = rendimentos em carvão vegetal; TMV e TCF representam os teores de materiais voláteis e carbono fixo.

*, ** significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos no presente estudo pode-se afirmar que:

O efeito de clone foi significativo para as variáveis RGC, DRA, TCF e RCF e o efeito de posição radial foi significativo nas características DRA, TMV, TCF e RCF.

O efeito da interação clone x posição radial foi significativo para as características RGC, TMV e

TCF, o que demonstra a existência de uma dependência entre os dois fatores.

O desdobramento da interação clone e posição radial e a avaliação do efeito de posição radial dentro de clone, demonstrou que, para os clones 1, 2 e 6, as posições radiais não influíram significativamente na característica RGC, tendo ocorrido de modo inverso para os clones 3, 4 e 5.

Em relação ao TMV os clones 1, 3 e 6 foram significativamente afetados pelas posições radiais de

amostragem, ao passo que não houve significância para os clones 2, 4 e 5.

Para o TCF as posições radiais afetaram significativamente os clones 1, 3 e 6, não havendo tal efeito para os clones 2, 4 e 5.

Apenas o clone 2 não apresentou diferença significativa entre as posições radiais amostradas ao longo da prancha, sendo considerado o clone de madeira mais homogênea, ou seja, aquele em que às características avaliadas permaneceram mais constantes dentro do lenho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. M. de. **Efeito da temperatura sobre rendimento e propriedades dos produtos da carbonização de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 1983. 40 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.
- ALTERNATIVAS. O uso múltiplo das florestas renováveis. **Ambitec On-line**, [S.l.], v. 2, n. 3, maio/jul. 2001. Disponível em: <<http://www.ecolatina.com.br/ambitec/ed03/index.html>>. Acesso em: 21 nov. 2001.
- ANDRADE, A. M. de. **Efeitos da fertilização mineral e da calagem na produção e na qualidade da madeira e do carvão de eucalipto**. 1993. 105 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTA RENOVÁVEIS-ABRACAVE. **Anuário estatístico online**. Disponível em: <<http://www.abracave.com.br>>. Acesso em: 16 nov. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normas técnicas NBR 8633**. Brasília, 1983. não paginado.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional**. Brasília, DF, 2004. 169 p.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. **Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: I. densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 1977.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; COUTO, L. T. Z.; MENDES, C. J.; REZENDE, G. C. **Estudo do comportamento de madeiras de eucalipto frente ao processo de destilação seca**. Brasília, DF: IBDF, 1984. (Boletim técnico, 8).
- CARVÃO VEGETAL. Importância do eucalipto para a indústria de carvão vegetal. **Revista da Madeira**, [S.l.], v. 11, n. 59, set. 2001. Disponível em: <<http://www.remad.com.br>>. Acesso em: 16 nov. 2001.
- MALAN, F. A. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT, 1995. p. 1-19.
- OLIVEIRA, E. de. **Correlações entre parâmetros de qualidade da madeira e do carvão de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex-Maiden)**. 1988. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- TRUGILHO, P. F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão de *Eucalyptus***. 1995. 160 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.