

CORRELAÇÃO CANÔNICA DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*

Paulo Fernando Trugilho¹; José Tarcisio Lima¹; Fábio Akira Mori¹

RESUMO: A análise de correlação canônica mede a existência e a intensidade da associação entre dois grupos de variáveis. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a correlação canônica entre as características químicas, físicas e dimensionais das fibras da madeira em clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, visando verificar a interdependência entre os grupos de variáveis estudadas. Pelas análises realizadas pôde-se observar que as correlações canônicas foram elevadas e que nos dois casos o primeiro e segundo par foram significativos a 1% de probabilidade. As análises de correlação canônica permitem observar ainda que os grupos considerados

não são independentes. As associações intergrupos indicam que a madeira de alto teor de lignina insolúvel e baixo teor de cinzas está associada com a madeira que possui elevada contração radial e tangencial e alta densidade básica.

Palavras-chave: correlação canônica, madeira, *Eucalyptus*.

CANONICAL CORRELATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WOOD OF *Eucalyptus grandis* AND *Eucalyptus saligna* CLONES

ABSTRACT: The analysis of canonical correlation measures the existence and the intensity of the association between two groups of variables. The research objectified to evaluate the canonical correlation between chemical and physical characteristics and fiber dimensional of wood of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* clones, verifying the interdependence among the groups of studied variables. The analysis indicated that the canonical correlations were high and that in two cases the first and second pair were significant at the level of 1% of probability. The analysis of canonical correlation showed that the groups are not independent. The intergroup associations indicated that the wood of high insoluble lignin content and low ash content is associated with the high radial and tangential contraction and high basic density wood.

Key Words: canonical correlation, wood, *Eucalyptus*

¹ Professores do Departamento de Ciências Florestais da UFLA. Cx. Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. trugilho@ufla.br

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do grau de relacionamento ou associação entre características de um dado material pode ser feita de várias formas. As análises de correlação e de regressão são exemplos típicos de metodologias para a avaliação da interdependência ou da dependência, respectivamente. O interesse, de modo geral, é o conhecimento das relações existente entre pares ou grupos de variáveis.

A análise de correlação canônica é um procedimento estatístico multivariado que permite o exame da estrutura de relações existente entre dois grupos ou conjuntos de variáveis (X e Y) (Abreu & Vetter, 1978). As correlações canônicas referem-se às correlações entre variáveis canônicas, ou seja, entre combinações lineares de variáveis, de tal modo que a correlação entre essas combinações seja máxima. Assim, não existirá nenhuma outra combinação linear de variáveis cuja correlação seja maior que essa.

A análise caracteriza-se por avaliar relações entre dois complexos influenciados, no mínimo, por dois caracteres. De maneira genérica, considera-se que o primeiro complexo é estabelecido por p caracteres e o segundo, por q . O número de correlações canônicas é igual ao menor número de caracteres que constitui um dos complexos (p ou q) e sua magnitude sempre decresce com a ordem em que são estimadas. Entretanto, o primeiro coeficiente é sempre maior ou igual, em valor absoluto, a qualquer coeficiente de correlação simples ou múltipla, entre os caracteres do primeiro e do segundo grupo (Cruz & Regazzi, 1994).

A correlação canônica mede a existência e a intensidade da associação entre os dois grupos de variáveis. O aspecto de maximização da técnica representa uma tentativa de concentrar uma relação de alta dimensão entre dois grupos de variáveis em poucos pares de variáveis canônicas. A análise é baseada na determinação de variáveis canônicas ortogonais em cada conjunto de variáveis, por isso as variáveis em cada conjunto de-

vem ser linearmente independentes. Se esta condição não for satisfeita de início, será necessário descartar as variáveis que são combinações lineares das demais (variáveis redundantes). Representa uma generalização da correlação de Pearson. Segundo a classificação proposta por Kendal (1980), a análise de correlação canônica é uma técnica de avaliação da interdependência entre grupos de variáveis.

A técnica da análise de correlação canônica é muito usada em estudos exploratórios. Um pesquisador pode ter um conjunto grande de variáveis, mas pode estar interessado em estudar somente umas poucas combinações lineares de variáveis desse conjunto. Poderá, então, estudar aquelas combinações lineares cuja correlação é mais elevada. Uma característica importante da análise de correlação canônica é que, diferentemente dos componentes principais, ela é invariante à escala das variáveis.

A análise de correlação canônica se baseia na determinação de variáveis canônicas ortogonais em cada conjunto de variáveis, por isso, as variáveis em cada conjunto devem ser linearmente independentes. Se esta condição não for satisfeita de início, será necessário descartar as variáveis que são combinações lineares das demais variáveis denominadas de redundantes.

Sejam dois grupos de variáveis X e Y , definidos como sendo:

$X' = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]$ é o vetor de medidas de p características que constituem o grupo I, e

$Y' = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_q]$ é o vetor das medidas de q características que constituem o grupo II.

O problema estatístico consiste em estimar a máxima correlação entre combinações lineares de características do grupo I e do grupo II, bem como estimar os respectivos coeficientes de ponderação das características em cada combinação linear. Sendo X_1 e Y_1 uma das combinações lineares das variáveis pertencentes aos grupos I e II, respectivamente, tem-se (Cruz & Regazzi, 1994):

$$X_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_px_p \text{ e}$$

$$Y_1 = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_qy_q,$$

em que:

$a' = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_p]$ é o vetor $1 \times p$ de pesos das características do grupo I; e

$b' = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_q]$ é o vetor $1 \times q$ de pesos das características do grupo II.

Define-se como a primeira correlação canônica aquela que maximiza a relação entre X_1 e Y_1 . As funções X_1 e Y_1 constituem o primeiro par canônico associado àquela correlação canônica que é expressa por:

$$r_1 = \frac{\text{Côv}(X_1, Y_1)}{\sqrt{\hat{V}(X_1) \cdot \hat{V}(Y_1)}},$$

em que:

$$\text{Côv}(X_1, Y_1) = a' S_{12} b;$$

$$\hat{V}(X_1) = a' S_{11} a; \text{ e}$$

$$\hat{V}(Y_1) = b' S_{22} b.$$

Seja,

S_{11} a matriz $p \times p$ de covariâncias entre as características do grupo I;

S_{22} a matriz $q \times q$ de covariâncias entre as características do grupo II;

S_{12} a matriz $p \times q$ de covariâncias entre as características dos grupos I e II.

Para os casos em que se utilizam variáveis padronizadas, têm-se $S_{11} = R_{11}$, $S_{22} = R_{22}$ e $S_{12} = R_{12}$, em que R representa uma matriz de correlações.

Seja R a matriz de correlação da união dos dois grupos de variáveis, na forma

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \text{ sendo } R_{21} = R'_{12}.$$

A estimativa dos vetores a e b é obtida pela maximização da função r^2 , sujeita à restrição de que $a' R_{11} a = b' R_{22} b = 1$. Estas restrições são necessárias para prover estimadores únicos de a e b e indicam que cada combinação linear tem variância igual a 1 (Cruz & Regazzi, 1994).

O primeiro passo é a determinação dos autovalores das equações características:

$$\begin{aligned} |R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21} - \lambda I| &= 0 \quad \text{e} \\ |R_{22}^{-1}R_{21}R_{11}^{-1}R_{12} - \lambda I| &= 0, \end{aligned}$$

seguido do cálculo dos seus respectivos autovetores associados. Os autovalores podem ser calculados a partir de duas equações características distintas, a partir de duas matrizes diferentes, uma de ordem p e outra de ordem q . É claro que se $p = q$ e as variáveis X_1, X_2, \dots, X_p , bem como as variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_q são linearmente independentes, existirão $p = q$ autovalores não-nulos e $p = q$ pares canônicos. Entretanto, se, por exemplo, $p < q$, existirão $q - p$ autovalores nulos da matriz $R_{22}^{-1}R_{21}R_{11}^{-1}R_{12}$ e apenas p pares canônicos.

O sistema de equações lineares é dado por:

$$(R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21} - \lambda I) a = \phi,$$

$$(R_{22}^{-1}R_{21}R_{11}^{-1}R_{12} - \lambda I) b = \phi.$$

Assim, tem-se que:

1. a primeira correlação canônica (r_1) entre a combinação linear das características dos grupos I e II é dada por:

$$r_1 = \sqrt{\lambda_1},$$

em que λ_1 é o maior autovalor da matriz $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21}$, que é quadrada e, em geral,

não simétrica (Jonson & Wichern, 1988) de ordem p ;

2. o primeiro fator canônico é dado por $X_1 = a'X$ e $Y_1 = b'Y$, em que:

\tilde{a} : autovetor associado ao primeiro autovalor de $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21}$ e \tilde{b} : autovetor associado ao primeiro autovalor de $R_{22}^{-1}R_{21}R_{11}^{-1}R_{12}$; e

3. as demais correlações e fatores canônicos são estimados utilizando-se os autovalores e os autovetores das expressões descritas, de ordem correspondente a p ou q -ésima correlação estimada.

A significância da hipótese de que todas as possíveis correlações canônicas são nulas ($H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_s = 0$), com $s = \min(p, q)$, pode ser avaliada pelo teste aproximado de χ^2 , que, segundo Dunteman (1984), citado por Cruz & Regazzi (1994), é dado por:

$$\chi^2 = -t \log_e \left[\prod_{i=1}^s (1 - r_i^2) \right],$$

em que:

$t = n - 0,5(p + q + 3)$;

n = número de observações experimentais.

A estatística está associada a pq graus de liberdade. Se a hipótese é rejeitada, testa-se a hipótese $H_0: \rho_k \neq 0, \rho_2 \neq 0, \dots, \rho_k \neq 0$ e $\rho_{k+1} = \rho_{k+2} = \dots = \rho_s = 0$, por meio de:

$$-t \log_e \left[\prod_{i=k+1}^s (1 - r_i^2) \right], \text{ que está associada a}$$

χ^2 com $(p-k)(q-k)$ graus de liberdade.

A análise de correlação canônica fornece uma maneira simples de reduzir as complexidades envolvidas em relacionar dois conjuntos de variáveis. O principal problema associado com a técnica se refere à interpretação das soluções canônicas. Isto se deve ao fato de que a análise pode identificar várias correlações que, embora estatisticamente significativas, associam as variá-

veis utilizadas de uma forma bastante heterogênea e, conseqüentemente, difícil de ser interpretada. Isto é possível porque os fatores canônicos são representados por funções lineares que podem, não necessariamente, refletir partes significativas da variância dos respectivos domínios de medidas. Com o objetivo de auxiliar no procedimento de interpretação, alguns artifícios têm sido desenvolvidos, a fim de ajudar o pesquisador a identificar que tipos de relações estão sendo representados por um fator canônico. Um desses artifícios é a matriz canônica de estruturação fatorial, a qual representa a correlação entre as variáveis originais e as canônicas (Abreu & Vetter, 1978).

A matriz canônica de estruturação fatorial fornece as correlações das variáveis pertinentes a um domínio de medidas com os fatores canônicos extraídos e substitui os vetores de coeficientes canônicos, nos quais as variâncias não podem ser controladas. Esta matriz é obtida por meio da multiplicação da matriz de correlação das variáveis pertinentes a cada domínio de medidas pela matriz de coeficientes canônicos. Os elementos da matriz canônica de estruturação fatorial são úteis na interpretação dos fatores canônicos, porque eles são similares aos "factor loadings" da análise fatorial (Abreu & Vetter, 1978).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a correlação canônica existente entre o grupo de características químicas com as características físicas da madeira e, outro, envolvendo as características químicas e as características dimensionais das fibras da madeira em clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, visando verificar as associações e a interdependência entre os grupos de variáveis estudadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 material experimental

Foram avaliados sete clones de *Eucalyptus grandis* e três de *Eucalyptus saligna* plantados

experimentalmente em espaçamento de 3,0 x 1,5 m pela CAF FLORESTAL LTDA, em Bom Despacho, MG, a 703 m de altitude e precipitação pluviométrica média anual de 1.375 mm. O sítio possui de topografia plana a ondulada, formada por latossolo vermelho escuro, com alto teor de argila, típica desta região subtropical. De cada clone foram abatidas cinco árvores-amostra, sendo amostradas na base, 25%, 50%, 75% e 100% da altura total. Em cada ponto foi retirado um disco de 5 cm de espessura, os quais fornecerão material para as análises na madeira.

2.2 Características avaliadas

2.2.1 Densidade básica

A densidade básica e a densidade aparente foram determinadas de acordo com o método de imersão em água e em mercúrio, respectivamente, descrito por Vital (1984).

2.2.2 Análise química

A análise química foi feita para determinar o teor de holocelulose, lignina, extrativos totais e cinzas. A análise foi realizada em somente três pontos amostrados nas árvores, ou seja, na base, 50% e 100% da altura total.

O teor de lignina (Klason) foi determinado de acordo com o procedimento descrito por Gomide & Demuner (1986). O teor de lignina solúvel em ácido sulfúrico foi determinado por meio da espectrofotometria, sendo utilizada a equação descrita por Goldschimid (1971). A lignina total foi tomada como sendo a soma das ligninas solúvel e insolúvel.

O teor de extrativos totais foi determinado conforme a Norma M 3/89 da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP, 1974).

O teor de cinzas ou minerais foi feito conforme a Norma M 11/77 da Associação

Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP, 1974).

2.2.3 Análise das Fibras

A preparação do macerado para a análise das fibras, visando à determinação das suas dimensões, foi feita de acordo com o método de Nicholls & Dadswell, descrito por Ramalho (1987). Este método, também conhecido como método do peróxido de hidrogênio (H₂O₂), utiliza como solução macerante água oxigenada 30% e ácido acético glacial, na proporção 1:1. Foram medidas, no total, 50 fibras por árvore-amostra. A análise foi efetuada em todos os discos coletados na base das árvores.

2.2.4 Variação dimensional

Para a determinação das contrações da madeira foi utilizada a norma norte americana American Society for Testing and Materials (ASTM-D-143) (1997), que estabelece que as dimensões lineares sejam tomadas diretamente no corpo de prova, o que simplifica a metodologia. A dimensão dos corpos de prova foi de 2 x 2 x 2,5 cm, livres de defeitos. A contração volumétrica é determinada em função da relação entre diferentes volumes, tendo sido empregado o método de imersão, utilizando-se o mercúrio como líquido a ser deslocado. As medições das dimensões lineares foram feitas com um micrômetro comum, com precisão de 0,02 mm. Os corpos de prova foram retirados nos discos da base de todas as árvores-amostra. Determinou-se o valor das contrações em três condições, a saber: 1) condição de saturação até a umidade de equilíbrio (madeira seca ao ar), 2) condição de saturação até umidade média de 6% e, 3) condição de saturação até absolutamente seca (seco em estufa a 105 ± 3°C).

2.3 Análise de correlação canônica

Foram realizadas análises de correlação canônica para verificar as associações existentes

entre o grupo de características químicas (grupo I) com as características físicas da madeira (grupo II) e entre o grupo de características químicas (grupo III) com as características dimensionais das fibras da madeira (grupo III). Para análises utilizaram-se as matrizes de correlação fenotípica.

Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa GENES, tendo sido adotado o modelo inteiramente casualizado, com dez tratamentos ou genótipos e cinco repetições. Os tratamentos ou genótipos são representados por espécie.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios para as características avaliadas estão apresentados na Tabela 1. Os resultados encontrados estão em conformidade com o normalmente relatado na literatura usual, como em Gonzaga (1983), Trugilho (1995) e Trugilho & Vital (1996). Observa-se que os coeficientes de variação não foram elevados, exceto para o teor de extrativos totais, lignina solúvel e cinzas na madeira.

Tabela 1. Valores médios para as características químicas, físicas e as dimensões das fibras da madeira.

Table 1. Average values for the dimension of fiber, physical and chemical characteristics of wood.

Clone	TET	TLIGins	TLIGsol	TLIGt	CIN	COMP	ESPAR	LARG	CR	CT	CV	DB	DS
1	7,246	29,16	1,43	30,59	0,15	0,94	5,03	18,04	5,84	8,89	25,35	0,508	0,686
2	4,874	31,41	1,18	32,59	0,15	0,99	5,15	18,21	5,06	8,46	17,53	0,520	0,640
3	7,746	27,93	1,24	29,17	0,17	1,15	5,38	18,21	5,83	8,42	13,70	0,548	0,638
4	6,274	31,12	1,54	32,66	0,10	1,02	5,30	18,43	5,50	8,97	13,86	0,584	0,679
5	5,888	32,75	1,48	34,23	0,15	1,03	5,08	17,98	6,17	10,01	14,82	0,615	0,724
6	6,592	29,26	1,27	30,53	0,17	0,95	4,76	17,24	5,18	8,48	13,03	0,593	0,682
7	7,608	31,67	1,76	33,43	0,25	1,05	5,35	19,20	6,21	9,04	14,01	0,532	0,619
8	6,496	30,62	1,00	31,63	0,15	1,01	5,28	19,31	5,85	9,26	14,27	0,583	0,680
9	7,538	30,10	1,00	31,10	0,21	1,07	5,55	20,05	6,17	9,51	25,64	0,514	0,697
10	6,826	30,42	1,39	31,81	0,20	1,12	5,41	19,96	6,06	9,82	14,70	0,603	0,708
Média	6,71	30,44	1,33	31,77	0,17	1,03	5,23	18,66	5,79	9,09	16,69	0,560	0,675
CV	25,37	8,97	36,82	8,38	39,32	10,32	10,10	7,62	10,47	8,88	29,16	7,93	6,61

TET = teor de extrativos totais (%), TLIGins = teor de lignina insolúvel (%), TLIGsol = teor de lignina solúvel (%), CIN = teor de cinzas (%), COMP = comprimento da fibra (mm), ESPAR = espessura da parede celular (μm), LARG = largura da fibra (μm), CR = contração radial (%), CT = contração tangencial (%), CV = contração volumétrica (%), DB = densidade básica (g/cm^3), DS = Densidade seca (g/cm^3)

A Tabela 2 apresenta as correlações canônicas e os pares canônicos estimados entre as características químicas (grupo I) e físicas (grupo II) da madeira. A Tabela 3 apresenta os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. A interpretação por meio das correlações entre as variáveis originais e as canônicas fornece, em geral, o caminho mais adequado (Abreu & Vetter, 1978).

Pela Tabela 2 pode-se observar que todas as correlações canônicas foram elevadas e significativas a 1% de probabilidade,

pelo teste de qui-quadrado. Também verifica-se que a correlação canônica do primeiro par canônico é elevada (0,7684) e que os grupos considerados não são independentes.

Pela Tabela 3 verifica-se que as associações intergrupos são estabelecidas, principalmente, pelas influências de:

i) o primeiro par de fatores canônicos, com correlação de 0,7684, associa a madeira de fibras largas, de parede mais espessa e de pequeno comprimento com a madeira de alta contração radial, tangencial e volumétrica e de baixa densidade básica;

Tabela 2. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características dos grupos I e II.

Table 2. Canonical correlation and canonical pairs between groups I and II.

Variáveis	Pares canônicos		
	1º	2º	3º
COMP	-0,5730	1,4368	-0,3545
ESPAR	0,6741	-1,1116	2,2716
LARG	0,6563	0,5415	-1,8676
CR	-0,3024	0,9948	0,7225
CT	1,5567	-0,3718	-0,8244
CV	-0,6685	-0,5595	-0,5337
DB	-1,5611	0,3379	-0,7038
$\hat{\rho}$	0,7684	0,6501	0,4885
χ^2	77,17	36,99	12,27
GL	12	6	2
α (%)	0,0000	0,0002	0,2161

COMP = comprimento da fibra (mm), ESPAR = espessura da parede celular (μm), LARG = largura da fibra (μm), CR = contração radial (%), CT = contração tangencial (%), CV = contração volumétrica (%), DB = densidade básica (g/cm^3), $\hat{\rho}$ = correlação canônica, χ^2 = Qui-quadrado calculado, GL = graus de liberdade, α = nível de significância.

ii) o segundo par de fatores canônicos, com correlação de 0,6501, associa a madeira de fibras compridas e de parede mais espessa com a madeira de baixa contração volumétrica e a alta densidade básica;

A Tabela 4 apresenta o resultado da análise de correlação canônica para as características químicas (grupo III) e físicas da madeira (grupo VI). Observa-se que as correlações canônicas referentes ao primeiro e segundo pares canônicos foram significativas a 1% de probabilidade. Verifica-se que a correlação canônica do primeiro e segundo pares canônicos é elevada, sendo, respectivamente, de 0,9400 e 0,8856, e que os grupos considerados não são independentes.

A Tabela 5 apresenta os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos entre os grupos III e IV. Pela Tabela 5 verifica-se que as associações intergrupos são estabelecidas, principalmente, pela influência de:

i) o primeiro par de fatores canônicos, com correlação de 0,9400, associa a madeira de alto teor de extrativos totais e o baixo teor de lignina insolúvel com a madeira de alta contração radial e baixa densidade básica;

ii) o segundo par de fatores canônicos, com correlação de 0,8856, associa a madeira de alto teor de lignina insolúvel e alto teor de cinzas com a madeira de elevada contração radial e tangencial.

Tabela 3. Coeficientes da Matriz Estrutural entre o grupo I e II.

Table 3. *Structural Matrix Coefficients between groups I and II.*

Variáveis	Fatores canônicos		
	1º	2º	3º
COMP	0,2748	0,8933	0,3556
ESPAR	0,8094	0,4233	0,4071
LARG	0,9324	0,3452	-0,1076
CR	0,6604	0,6148	-0,0024
CT	0,5856	0,4420	-0,6611
CV	0,5351	-0,6306	0,0295
DB	-0,4138	0,5917	-0,6714

Tabela 4. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características dos grupos III e IV.**Table 4.** Canonical correlation and canonical pairs between groups III and IV.

Variáveis	Pares canônicos		
	1º	2º	3º
TET	1,1362	0,5541	-1,0408
TLIGins	-0,0058	1,0325	-0,8459
CINZ	-0,2899	0,3121	1,2860
CR	1,7986	-0,0419	-0,3070
CT	-2,0069	1,5077	0,4152
CV	0,9758	-1,2301	-0,9864
DB	1,2046	-1,4710	-1,7012
$\hat{\rho}$	0,9400	0,8856	0,4146
χ^2	174,33	77,51	8,49
GL	12	6	2
α (%)	0,0000	0,0000	1,44

TET = teor de extrativos totais (%), TLIGins = teor de lignina insolúvel (%), TLIGsol = teor de lignina solúvel (%), CIN = teor de cinzas (%), CR = contração radial (%), CT = contração tangencial (%), CV = contração volumétrica (%), DB = densidade básica (g/cm³), $\hat{\rho}$ = correlação canônica, χ^2 = Qui-quadrado calculado, GL = graus de liberdade, α = nível de significância.

Tabela 5. Coeficientes da matriz estrutural entre os grupos II e IV.**Table 5.** Structural matrix coefficients between groups III and IV.

Variáveis	Fatores canônicos		
	1º	2º	3º
TET	0,9712	0,1541	0,1816
TLIGins	-0,6330	0,7074	-0,3144
CINZ	0,3697	0,5901	0,7177
CR	0,5325	0,6823	-0,1010
CT	-0,0338	0,6266	-0,2690
CV	0,2182	-0,0366	0,0790
DB	-0,2321	0,0512	-0,3389

4 CONCLUSÕES

Os resultados das análises efetuadas permitiram concluir que:

As correlações canônicas foram elevadas, sendo que nas duas análises, o primeiro e segundo pares foram significativos a 1% de probabilidade;

As análises de correlação canônica permitem observar que os grupos considerados não são independentes e que as associações intergrupos são estabelecidas, principalmente, pela influência de:

- Madeira de fibras largas, de parede mais espessa e de pequeno comprimento está associada com a madeira de alta contração radial, tangencial e volumétrica e de baixa densidade básica;

- Madeira de fibras mais compridas e de parede mais espessa está associada com a madeira de baixa contração volumétrica e a alta densidade básica;

- Madeira de alto teor de extrativos totais e baixo teor de lignina insolúvel está associada com a madeira de alta contração radial e baixa densidade básica;

- Madeira de alto teor de lignina insolúvel e alto teor de cinzas está associada com a madeira de elevada contração radial e tangencial.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. A.; VETTER, D. A análise de relações entre conjuntos de variáveis na matriz geográfica: correlação canônica. In: FAISSOL, S. **Tendências atuais na geografia urbano/regional**: teorização e quantificação. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 133-144.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard Methods of Small Clear Specimens of Timber. In: _____. **Annual book of ASTM standards**. Danvers, 1997. p. 23-53 (Designation: D 143-94).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL-ABTCP. Normas técnicas ABCP. São Paulo: ABTCP, 1974. n. p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV. Imprensa Universitária, 1994. 390 p.
- GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins**: occurrence, formation, structure and reactions. New York: John Wiley & Sons, 1971. p. 241-266.
- GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, ago. 1986.
- GONZAGA, J. V. **Qualidade da madeira e da celulose Kraft de treze espécies de Eucalyptus**. 1983. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. 607 p.
- KENDALL, M. **Multivariate analysis**. [S. 1.]: Charles Griffing, 1980. 210 p.
- RAMALHO, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 4 p.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1).

TRUGILHO, P. F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus***. 1995. 160 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TRUGILHO, P. F.; VITAL, B. R. Correlação entre algumas características físicas, químicas e anatômicas e a variação dimensional da madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 515-533, out./dez. 1996.