

Colorimetria como ferramenta de agrupamento de madeira de clones de eucalipto

Márcio da Fonseca Martins^{1*}, Rafael Beltrame¹, Rafael de Avila Delucis², Darci Alberto Gatto¹, Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori³, Gleison Augusto dos Santos⁴

¹Universidade Federal de Pelotas, Rua Conde de Porto Alegre, 793 CEP 96010-290, Pelotas, RS, Brasil

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

³Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Campus III, CEP 80210-00070, Curitiba, PR, Brasil

⁴CMPC Celulose Riograndense, Centro de Produção Tecnológica, Rua São Geraldo, 1680, CEP 92500-000, Guaíba, RS, Brasil

*Autor correspondente:
marciofm88@gmail.com

Termos para indexação:

Híbridos
CIEL *a*b*
Medula-casca
Tonalidade
Luminosidade

Index terms:

Hbrids
CIEL *a*b*
Pith-bark
Tone
Lightness

Histórico do artigo:

Recebido em 25/05/2015
Aprovado em 14/10/2015
Publicado em 31/12/2015

doi: 10.4336/2015.pfb.35.84.929

Resumo - A homogeneidade da cor da madeira em um lote a ser comercializado é de fundamental importância, pois refletirá na qualidade dos produtos resultantes de seu beneficiamento. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar, por meio da técnica de colorimetria, os parâmetros colorimétricos da madeira de 25 clones de *Eucalyptus* spp., bem como classificá-los em grupos, em razão do grau de similaridade de sua cor. Foram determinados os parâmetros: luminosidade (L^*), coordenada cromática verde-vermelho (a^*), coordenada cromática azul-amarelo (b^*), cromaticidade (C^*) e ângulo de tinta (h). A caracterização colorimétrica foi realizada nas faces radial e tangencial, bem como de três posições na direção radial, mediante emprego de um colorímetro. Em comparação com o plano tangencial, os resultados apontaram que no plano radial foram verificados os maiores valores de L^* , bem como de h na madeira selecionada próxima a casca. Além disso, observaram-se valores de L^* mais elevados nas amostras oriundas de posições radiais intermediárias. Por fim, verificou-se que à medida que o desenvolvimento radial ocorria, a madeira apresentava tons menos intensos da cor amarela. A definição dos tons de cores da madeira auxiliará o mercado madeireiro na homogeneização de seus produtos, o que facilitará sua comercialização.

Colorimetry as grouping tool of eucalyptus clones wood

Abstract - The homogeneity of wood color in a batch to be marketed is of fundamental importance, as it will reflect in products quality resulting from its processing. In this context, this study aimed to evaluate, through colorimetric technique, the colorimetric parameters of *Eucalyptus* spp. wood from 25 clones and classify them into groups, according to color similarity degree. It was determined the lightness (L^*), red-green color coordinate (a^*), yellow-blue chromatic coordinate (b^*), chromaticity (C^*) and ink angle (h). Radial and tangential faces and three positions in the radial direction were characterized using a colorimeter. Comparing to tangential planes, the results showed that radial plane presented larger values of L^* and h in wood near the bark. Furthermore, it was observed higher values of L^* in samples from intermediate radial positions. Finally, it was found that, as radial growth occurred, developed timber showed less intense yellow shades. The definition of the wood color tones will be useful in timber market in the homogenization of their products, which will facilitate their marketing.

Introdução

A cor é considerada uma propriedade sensorial que pode ser utilizada para avaliar a qualidade da madeira. De acordo com Mori et al. (2005), a cor é uma característica importante, pois permite classificar esteticamente a madeira em diversos ramos da atividade industrial madeireira, como indústria moveleira, indústria de painéis reconstituídos e serrarias.

Por meio do conhecimento da cor da madeira é possível elaborar planos de triagem para madeiras serradas ou laminadas, garantindo a obtenção de produtos de madeira sólida com qualidades homogêneas (Stangerlin et al., 2013). A coloração da madeira pode variar significativamente de uma espécie florestal para outra. Mori et al. (2005) relataram a existência de madeiras com coloração amarela, avermelhada, alaranjada, bem como com tons de roxo. Conforme Mady (2000), essa variabilidade na coloração da madeira deve-se à composição química das substâncias extraíveis.

Para avaliar a cor da madeira de forma quantitativa e precisa, utiliza-se a colorimetria, técnica que descreve uma cor segundo diferentes elementos, com o auxílio de equipamentos específicos, tais como colorímetros e espectrofotômetros. Dentre os sistemas mais utilizados para avaliar a cor da madeira, destaca-se o método CIELAB ou CIEL*a*b*, criado pela *Comission International d'Eclairage* (CIE), o qual se baseia em três elementos principais: luminosidade, tonalidade ou matiz e saturação ou cromaticidade (Camargos & Gonçalves, 2001).

Além da determinação de características organolépticas da madeira *in natura*, a avaliação da cor da madeira é estudada no meio científico com vistas a ser consolidado no meio industrial, qualificando produtos acabados, avaliando o mecanismo de biodeterioração ou intemperismo, analisando as modificações oriundas de um tratamento preservativo, entre outros (Cademartori et al., 2013; Mattos et al., 2013; Stangerlin et al., 2013). Além disso, a utilização de técnicas de colorimetria tem demonstrado utilidade para a classificação de madeiras com propriedades físicas e mecânicas semelhantes, diferindo amostras provenientes de diferentes plantios, o que favorece a obtenção de lotes com propriedades mais homogêneas e previsíveis (Nishino et al., 2000; Moya & Marín, 2011)

Sabe-se que a homogeneidade da cor em um lote de madeira influencia diretamente na qualidade da maioria dos produtos resultantes de seu beneficiamento. Assim, torna-se fundamental determinar a cor da madeira, bem como analisar sua variabilidade. Além disso, quando se deseja atender o padrão de mercado exigido mundialmente, a análise final da cor também se faz necessária.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a madeira de 25 clones de *Eucalyptus* spp. por meio da análise de seus parâmetros colorimétricos, bem como classificá-los em grupos em razão do grau de similaridade de sua cor.

Material e métodos

O material utilizado no presente estudo foi procedente de um teste clonal de híbridos interespecíficos de *Eucalyptus* spp., conduzido no município de Tapes, RS, pertencente a empresa CMPC Celulose Riograndense. O povoamento foi implantado com espaçamento inicial de 3,0 m x 3,0 m, contendo 138 clones oriundos de hibridação interespecífica de *Eucalyptus* spp. Foram selecionados 25 clones com aproximadamente 8 anos de idade, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos clones de *Eucalyptus* spp. selecionados para o estudo.

Clone	Genealogia	Clone	Genealogia
3	<i>E. globulus</i> x <i>E. grandis</i>	26	<i>E. grandis</i> x <i>E. grandis</i>
7	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	27	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>
8	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	29	<i>E. grandis</i> x <i>E. grandis</i>
9	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	31	<i>E. saligna</i> x <i>E. saligna</i>
10	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	33	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>
11	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	34	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>
12	<i>E. grandis</i> x <i>E. grandis</i>	53	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
13	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	54	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
21	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	64	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
22	<i>E. saligna</i> x <i>E. saligna</i>	68	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
23	<i>E. saligna</i> x <i>E. saligna</i>	72	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
24	<i>E. saligna</i> x <i>E. saligna</i>	73	<i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>
25	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>		

Para avaliação dos parâmetros colorimétricos, foram retirados discos das árvores com espessura de aproximadamente 8 cm, a 1,30 m do solo (DAP), os quais foram segmentados em cunhas diametraais opostas.

A partir destas cunhas, foram confeccionadas 150 amostras, com auxílio de uma serra de fita, orientadas segundo seus planos anatômicos, radial x tangencial x axial, com dimensões de 3,0 cm x 3,0 cm x 4,0 cm,

respectivamente. Para cada clone foram confeccionadas seis amostras, sendo um par de amostras próximo à medula, um par em uma região intermediária na direção medula-casca e outro próximo à casca (Figura 1).

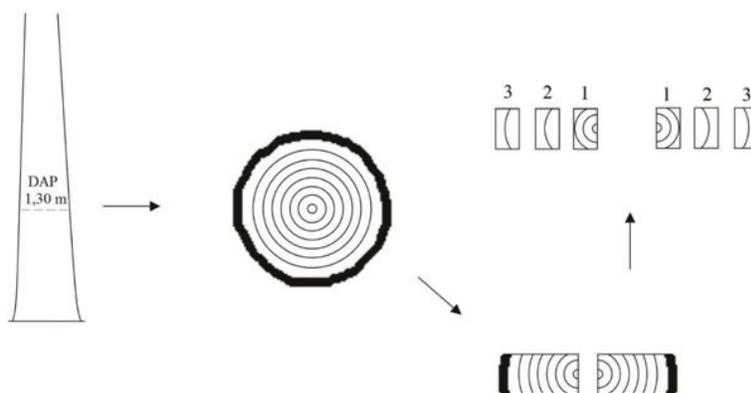


Figura 1. Preparo das amostras para avaliação da colorimetria. Em que: (1) - próximo à medula; (2) - medula-casca; (3) - próximo à casca.

Na sequência, as amostras foram climatizadas a 20 °C e 65% de umidade relativa, até atingirem teor de umidade de equilíbrio de 12%.

Dessa maneira, foram avaliados os parâmetros colorimétricos: luminosidade (L^*), coordenada cromática verde-vermelho (a^*), coordenada cromática amarelo-azul (b^*), cromaticidade (C^*) e ângulo de tinta (h), utilizando um colorímetro portátil modelo CR-400 da Konica Minolta, com abertura de sensor de 8 mm.

A luminosidade, expressa pela variável L^* , define a escala cinza entre o branco e o preto, assumindo o valor 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total. A tonalidade é expressa pelas cores vermelho, verde, amarelo e azul. Os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos pelas variáveis $+a^*$; $-a^*$, $+b^*$ e $-b^*$, respectivamente. Cada variável é expressa entre 0 e 60. A tonalidade pode ser dada também em função do ângulo de tinta, expresso pela variável h , a qual é derivada dos valores de a^* e b^* . Já a saturação ou cromaticidade, expressa pela variável C^* é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza, no eixo de luminosidade L^* , variando entre 0 e 60. Dessa maneira, quanto mais distante do eixo, mais saturada será a cor (Camargos & Gonzalez, 2001).

O equipamento foi configurado para utilização de fonte de luz iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, de acordo com padrões estabelecidos pelo sistema CIEL*a*b*. As leituras foram realizadas em triplicata para as faces radial e tangencial, totalizando seis leituras em cada amostra.

Para análise estatística dos dados colorimétricos, empregou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, tendo como fatores o plano anatômico em dois níveis (plano radial e tangencial) e a posição radial em três níveis (próximo à medula, medula-casca e próximo à casca).

Os parâmetros colorimétricos obtidos foram submetidos à análise de variância fatorial, avaliando-se o efeito de cada fator isolado e a interação entre os mesmos, a qual direcionou o desdobramento mais adequado para cada variável. Em caso de rejeição da hipótese nula, as médias foram comparadas por meio de testes de médias HSD de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Paralelamente, os 25 clones foram classificados em agrupamentos pelo grau de similaridade, com base nos parâmetros colorimétricos L^* , a^* e b^* . A classificação foi realizada por meio de uma análise multivariada

de clusters (classificação hierárquica), utilizando-se a distância euclidiana quadrática, o método Ward de ligação e estandardização pelo número de pontuações Z. A segmentação dos agrupamentos foi definida pela linha Fenon, traçada visualmente no dendrograma em razão da distância euclidiana. Posteriormente, foi realizada uma análise de discriminantes para estimar a probabilidade de correção da classificação dos tratamentos nos grupos formados pela análise de clusters.

Resultados e discussão

Diante dos resultados apresentados na Tabela 2, pode-se verificar que os valores obtidos não apresentaram acentuada variação, o que demonstra a similaridade entre os clones para as variáveis estudadas.

Tabela 2. Valores médios, para cada clone, das variáveis L*, a*, b*, C* e h.

Clone	L*	a*	b*	C*	h
C3	77,555 _(2,09)	8,184 _(15,75)	18,429 _(6,92)	20,208 _(7,74)	66,340 _(3,72)
C7	77,394 _(2,09)	5,939 _(21,70)	17,214 _(7,41)	18,226 _(8,59)	71,114 _(3,47)
C8	75,328 _(2,15)	10,415 _(12,38)	21,097 _(6,05)	23,570 _(6,64)	63,900 _(3,86)
C9	75,824 _(2,14)	7,660 _(16,83)	19,454 _(6,56)	20,949 _(7,47)	68,801 _(3,59)
C10	75,682 _(2,14)	9,052 _(14,24)	18,886 _(6,75)	20,964 _(7,47)	64,567 _(3,82)
C11	74,405 _(2,18)	9,570 _(13,47)	22,990 _(5,55)	24,939 _(6,28)	67,281 _(3,67)
C12	78,057 _(2,08)	7,335 _(17,57)	19,383 _(6,58)	20,741 _(7,55)	69,423 _(3,55)
C13	77,164 _(2,10)	7,048 _(18,29)	20,570 _(6,20)	21,755 _(7,19)	71,087 _(3,47)
C21	76,203 _(2,13)	7,259 _(17,76)	18,953 _(6,73)	20,305 _(7,71)	69,101 _(3,57)
C22	77,835 _(2,08)	6,740 _(19,12)	17,513 _(7,28)	18,781 _(8,33)	69,084 _(3,57)
C23	73,508 _(2,21)	11,455 _(11,25)	20,419 _(6,25)	23,434 _(6,68)	60,899 _(4,05)
C24	76,469 _(2,12)	6,721 _(19,18)	19,100 _(6,68)	20,267 _(7,72)	70,708 _(3,49)
C25	74,940 _(2,16)	8,433 _(15,28)	20,577 _(6,20)	22,270 _(7,03)	67,886 _(3,63)
C26	71,699 _(2,26)	8,428 _(15,29)	20,699 _(6,16)	22,371 _(7,00)	68,011 _(3,63)
C27	75,491 _(2,15)	8,439 _(15,27)	19,340 _(6,60)	21,125 _(7,41)	66,531 _(3,71)
C29	77,890 _(2,08)	8,790 _(14,66)	19,028 _(6,70)	21,013 _(7,45)	65,564 _(3,76)
C31	77,388 _(2,09)	9,219 _(13,98)	19,479 _(6,55)	21,564 _(7,26)	64,646 _(3,82)
C33	77,620 _(2,09)	6,865 _(18,77)	17,443 _(7,31)	18,761 _(8,34)	68,549 _(3,60)
C34	77,441 _(2,09)	7,197 _(17,91)	18,234 _(6,99)	19,620 _(7,98)	68,547 _(3,60)
C53	79,453 _(2,04)	6,287 _(20,50)	18,075 _(7,06)	19,157 _(8,17)	70,979 _(3,47)
C54	76,379 _(2,12)	8,835 _(14,59)	19,960 _(6,39)	21,867 _(7,16)	66,330 _(3,72)
C64	76,610 _(2,12)	7,149 _(18,03)	19,001 _(6,71)	20,321 _(7,70)	69,543 _(3,55)
C68	75,710 _(2,14)	7,975 _(16,16)	19,567 _(6,52)	21,181 _(7,39)	67,958 _(3,63)
C72	76,903 _(2,11)	7,922 _(16,27)	18,752 _(6,80)	20,395 _(7,67)	67,351 _(3,66)
C73	76,633 _(2,12)	7,764 _(16,60)	19,167 _(6,65)	20,713 _(7,56)	68,127 _(3,62)

Em que: C - clone; L* - luminosidade; a* - coordenada cromática azul-amarelo; b* - coordenada cromática verde-vermelho; C - cromaticidade; h - ângulo de tinta. Coeficiente de variação entre parênteses (%).

Dentre os fatores analisados pela análise de variância multifatorial, destaca-se o fator posição, por apresentar efeito significativo dentro de todos os parâmetros colorimétricos ao nível de 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$). No entanto, o fator plano foi significativo apenas para a variável L* (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição dos parâmetros colorimétricos L*, a*, b*, C* e h, em razão dos fatores plano e posição.

Parâmetro	FV	SQ	GL	QM	Teste F
L*	A: Plano	650,182	1	650,182	52,17**
	B: Posição	3140,55	2	1570,28	125,99**
	A x B	1,01132	2	0,505661	0,04 ^{ns}
	Resíduos	14881,8	1194	12,4638	
a*	A: Plano	2,70465	1	2,70465	0,97 ^{ns}
	B: Posição	1069,4	2	534,701	190,99**
	A x B	14,5375	2	7,26874	2,60 ^{ns}
	Resíduos	3342,76	1194	2,79963	
b*	A: Plano	0,345441	1	0,345441	0,11 ^{ns}
	B: Posição	1269,06	2	634,529	202,74**
	A x B	3,1586	2	1,5793	0,50 ^{ns}
	Resíduos	3737,02	1194	3,12983	
C*	A: Plano	1,41385	1	1,41385	0,32 ^{ns}
	B: Posição	1976,43	2	988,217	224,35**
	A x B	2,47434	2	1,23717	0,28 ^{ns}
	Resíduos	5259,39	1194	4,40485	
h	A: Plano	19,9279	1	19,9279	1,79 ^{ns}
	B: Posição	2955,99	2	1478,0	132,83**
	A x B	92,6344	2	46,3172	4,16*
	Resíduos	13285,9	1194	11,1272	

Em que: L* - luminosidade; a* - coordenada cromática azul-amarelo; b* - coordenada cromática verde-vermelho; C - cromaticidade; h - ângulo de tinta; * e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente; ^{ns} - não significativo.

O plano radial apresentou valor de L* em torno de 2% maior que o plano tangencial (Tabela 4). Entretanto, essa diferença percentual entre as faces radial e tangencial é muito pequena, sendo que a olho nu não é possível distingui-la. Segundo Burger & Richter (1991), a face longitudinal radial é mais reluzente, devido ao efeito das faixas horizontais dos raios. Por outro lado, a L* não apresentou qualquer tendência retilínea no sentido radial. Os maiores valores de L* foram observados na região intermediária, entre a medula e a casca.

O parâmetro a* decresceu significativamente no sentido medula-casca, o que indica uma redução dos tons de vermelho próximo à casca. O maior valor observado foi próximo à medula, ~ 25% superior ao valor médio obtido próximo à casca (Tabela 4).

Tabela 4. Valores dos parâmetros colorimétricos em razão dos fatores face anatômica e posição radial.

	Face		
	Radial	Tangencial	
L*	77,120 _(4,51) b	75,648 _(5,60) a	
	Posição radial		
	Medula	Medula-casca	Casca
L*	74,334 _(4,58) a	78,288 _(3,76) c	76,530 _(5,63) b
a*	9,002 _(18,16) c	8,331 _(20,09) b	6,750 _(25,41) a
b*	20,705 _(8,46) c	19,069 _(9,81) b	18,228 _(9,17) a
C*	22,617 _(8,93) c	20,844 _(10,69) b	19,482 _(10,44) a
h	66,600 _(4,81) a	66,569 _(4,73) a	69,913 _(5,23) b

Em que: L* - luminosidade; a* - coordenada cromática azul-amarelo; b* - coordenada cromática verde-vermelho; C - cromaticidade; h - ângulo de tinta. Nas linhas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente conforme o teste HSD de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Coeficiente de variação entre parênteses (%).

Infere-se esta redução no sentido medula-casca em função da maior presença de extrativos no cerne da madeira, visto que, de acordo com Wiedenhoeft (2010), esta região é caracterizada pelo armazenamento em longo prazo dessas substâncias químicas. Em seu trabalho, Mori et al. (2004) obtiveram correlação significativa dos polifenóis com o parâmetro a* em madeira proveniente de clones do gênero *Eucalyptus*. Dessa maneira, pela lignina ser um polifenol que naturalmente se apresenta em maior quantidade próximo à medula, tal fato é mais um indício de que a presença de determinadas substâncias químicas em maior ou menor quantidade em diferentes partes do tronco influencia nas tonalidades vermelho da madeira.

Estabelecendo uma relação entre a cor e as características químicas da madeira no sentido medula-casca, percebe-se que, com o desenvolvimento diametral das árvores, sucessivas camadas de células vão morrendo próximo à medula e, em seu interior, depositam-se substâncias como extrativos fenólicos e terpenos, que condicionam as características cromáticas da madeira (Rowell et al., 2005).

O parâmetro b*, da mesma maneira que o a*, reduziu significativamente na direção radial. Observou-se valor médio mais elevado próximo à medula, em torno de 12% em relação ao material analisado próximo à casca. Ou seja, verificou-se tonalidade amarela mais forte na região próxima à medula, diferentemente do observado

por Mori et al. (2005). Os autores, ao analisarem clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. com idade entre 7 e 14 anos de idade, encontraram cores mais amareladas próximo à casca.

Conforme Romagnoli et al. (2013), em estudo com madeira de *Tabebuia serratifolia*, os níveis do parâmetro b* estiveram associados aos teores de determinados compostos extraíveis da madeira, mais especificamente a algumas naftoquinonas, como o lapachol e a desidro- α -lapachona.

O parâmetro C* é dependente do comportamento dos parâmetros a* e b*. Dessa maneira, devido às reduções de ambas as coordenadas cromáticas, observou-se uma diminuição significativa da saturação de cor, isto é, uma maior influência dos tons acinzentados na coloração da madeira. Nesse contexto, o comportamento do parâmetro C* é coerente com os aspectos colorimétricos observados na madeira de eucalipto. Em geral, é possível distinguir cerne (próximo à medula) e alburno (próximo à casca) devido à coloração mais acinzentada do alburno.

O parâmetro h só mostrou-se significativo próximo a casca, onde observou-se incremento de 5% e tendência de deslocamento a tonalidades de amarelo (Tabela 4).

Para o mesmo parâmetro h em função do plano anatômico, observou-se ausência de significância (Tabela 5) dentro das posições medula e medula-casca.

Tabela 5. Interação entre os fatores plano (A) e posição (B) em razão do parâmetro h.

Plano	Posição		
	Medula	Medula-casca	Casca
Radial	66,347 _(4,69) aA	66,808 _(4,65) aA	70,314 _(4,68) bB
Tangencial	66,853 _(4,90) aA	66,330 _(4,80) aA	69,513 _(5,68) bA

Em que: h - ângulo de tinta. Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Coeficiente de variação entre parênteses (%).

Na posição casca, a face radial mostrou uma coloração com maior influência de tonalidade amarela. Além disso, considerando-se apenas a face radial, a madeira próxima à casca apresentou uma tendência significativa de maior influência dos tons de amarelo.

Comparando-se os clones por análise multivariada de clusters (Figura 3), verificou-se que a linha Fenon, traçada a uma distância euclidiana de 7,5 separou os clones em três grupos, com base em suas características cromáticas. No Grupo 1 concentraram-se 16% dos clones, no grupo 2, 68% e os demais 16% dos clones foram classificados no Grupo 3.

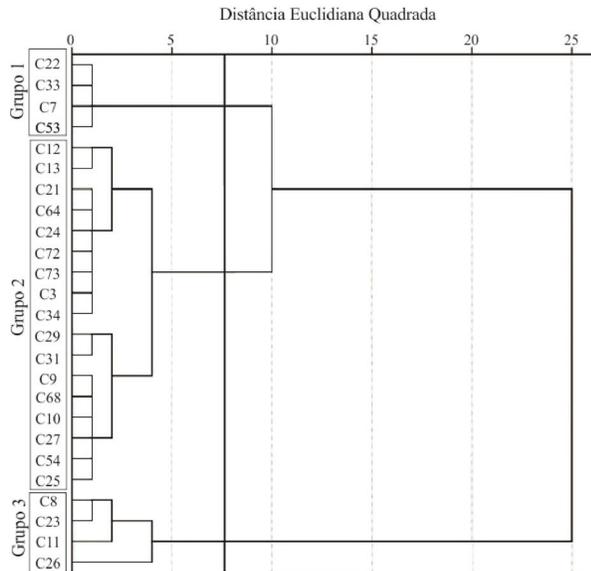


Figura 3. Dendrograma obtido pela análise de agrupamento de clusters em função dos parâmetros colorimétricos.

Os grupos definidos pela análise de cluster foram em sua totalidade ratificados pela análise de discriminante, onde cada clone foi classificado dentro de seu respectivo grupo com 100% de correção.

Em análise do aspecto genético dos clones, vinculada à sua respectiva classificação atribuída pela análise de clusters, verifica-se no Grupo 1 as seguintes genealogias: *E. saligna* x *E. saligna*, *E. urophylla* x *E. grandis* (duas vezes) e *E. urophylla* x *E. globulus*. No grupo 3, as genealogias encontradas foram: *E. urophylla* x *E. grandis* (duas vezes), *E. saligna* x *E. saligna* e *E. grandis* x *E. grandis*. O que não oferece uma perspectiva de conclusão sob a ótica das diferentes genealogias examinadas nesse estudo, pois por se tratar de uma técnica muito sensível, o método CIEL*a*b* diferenciou clones atribuídos a todos os genes.

Portanto, tendo em vista a sensibilidade da técnica de colorimetria empregada nesse estudo, a qual separou diversos clones de mesma genealogia em grupos distintos, é possível recomendá-la para a qualificação de clones de *Eucalyptus* spp., tendo em vista o emprego dessas madeiras com base em suas características cromáticas. Contudo, mais resultados são necessários para determinar as causas da diferenciação entre clones verificada para a cor no presente estudo. Nesse sentido, recomendam-se análises químicas (técnicas de espectroscopia, caracterização via úmida, etc.) e anatômicas (descrição microscópica) como premissas interessantes.

Conclusões

Em geral, o fator posição radial teve maior influência na variação colorimétrica da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. em relação ao fator plano anatômico.

Ambas as coordenadas cromáticas reduziram no sentido radial, o que indica maior influência de tons de amarelo próximo à casca. Da mesma maneira, a redução da saturação de cor comprovou que a madeira próxima à casca, em sua maioria de alburno, tende a apresentar tons mais acinzentados em relação à madeira de cerne.

A análise de cluster comprovou a similaridade da cor da madeira de clones de *Eucalyptus* spp., o que ratifica a importância da técnica de colorimetria na classificação de lotes de madeira provenientes de um mesmo material genético.

Referências

- BURGER, M. L.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel. 1991. 154 p.
- CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. A. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 71, set. 2001.
- CADEMARTORI, P. H. G.; SCHNEID, E.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; BELTRAME, R. Thermal modification of *Eucalyptus grandis* wood: variation of colorimetric parameters. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 15, n. 1, p. 57-64, 2013.
- MADY, F. T. M. **Conhecendo a madeira**: informações sobre 90 espécies comerciais. Manaus: SEBRAE-AM, 2000. 212 p.
- MATTOS, B. D.; CADEMARTORI, P. H. G.; LOURENÇON, T. V.; GATTO, D. A. Colour changes of brazilian eucalypts wood by natural weathering. **International Wood Products Journal**, v. 5, n. 1, p. 33-38, 2013.
- MORI, C. L. S. O.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILO, P. F.; GONÇALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 137-146, 2005.
- MOYA, R.; MARÍN, J. D. Grouping of *Tectona grandis* (L.f.) clones using wood color and stiffness. **New Forests**, v. 42, n. 3, p. 329-345, 2011. DOI: 10.1007/s11056-011-9255-y.
- NISHINO, Y.; JANIN, G.; YAMUDA, Y.; KITANO, D. Relations between colorimetric values and densities of sapwood. **Journal of Wood Science**, v. 46, n. 4, p. 267-272, 2000. DOI: 10.1007/BF00766215.
- ROMAGNOLI, M.; SEGOLONI, E.; LUNA, M.; MARGARITELLI, A.; GATTI, M.; SANTAMARIA, U.; VINCIGUERRA, V. Wood colour in Lapacho (*Tabebuia serratifolia*): chemical composition and industrial implications. **Wood Science and Technology**, New York, v. 47, n. 4, p. 701-716, 2013. DOI: 10.1007/s00226-013-0534-y.

ROWELL, R. M.; PETERSEN, R.; HAN, J.S.; ROWELL, J. S.; TSHABALALA, M. A. Cell wall chemistry.. In: ROWELL R. M. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. Boca Raton: CRC Press, 2005. cap. 3.

STANGERLIN, D. M.; COSTA, A. F.; GONÇALEZ, J. C.; PASTORE, T. C. M.; GARLET, A. Monitoramento da biodeterioração da madeira de três espécies amazônicas pela técnica da colorimetria. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 4, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000400004.

WIEDENHOEFT, A. Structure and function of wood. In: _____. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. p. 46-64.

