

## AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA DA MADEIRA DE *Corymbia citriodora* BIODEGRADA EM ENSAIO DE CAMPO

RAFAEL DE AVILA DELUCIS<sup>1</sup>; RAFAEL BELTRAME<sup>2</sup>; DARCI ALBERTO  
GATTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – r.delucis@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - beltrame.rafael@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – darcigatto@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A colorimetria tem galgado degraus importantes com vistas a se consolidar no setor industrial madeireiro. Pesquisas vêm sendo realizadas no meio científico nacional e internacional, principalmente a fim de determinar a utilidade dos métodos quantitativos da cor, apontando de forma incipiente que por meio da cor da madeira é possível avaliar características químicas, anatômicas e físicas, bem como procedimentos como a biodeterioração e a secagem (MOTTONEN et al., 2002; MORI et al., 2005; MATTOS et al., 2013).

De acordo com George et al., (2005), a lignina é o principal constituinte da madeira que interfere em sua estabilidade colorimétrica quando exposta ao intemperismo devido ao mecanismo de absorção de luz visível e ultravioleta de seus grupos cromóforos. Dentre esses ensaios colorimétricos, o principal é o método CIELAB. O presente estudo objetivou avaliar a estabilidade colorimétrica da madeira de *Corymbia citriodora* após ser submetida a um ensaio de campo.

### 2. METODOLOGIA

Para o estudo, foram selecionadas cinco árvores ao acaso com aproximadamente 100 anos de idade, em plantios homogêneos localizados no município de Charqueadas, Rio Grande do Sul (29°57'35"S 51°39'15"O). De cada árvore derrubada, foi selecionada a primeira tora de 1,5m de comprimento, a qual foi transformada em um pranchão central. Em sequência, foram confeccionadas 16 amostras orientadas em relação ao eixo longitudinal do pranchão com as dimensões de 1,0 x 1,0 x 20,0cm (dimensão maior para direção longitudinal), retiradas nas regiões próximas a medula e a casca, de modo a caracterizar os lenhos juvenil e adulto respectivamente. As amostras foram climatizadas ao teor de umidade de 12% (65% de UR e 20 °C de temperatura), condição a partir da qual foram instalados os campos de apodrecimento no município de Piratini, Rio Grande do Sul (31°15'45"S 53°07'36,5"O).

Nos campos de apodrecimento as amostras foram enterradas até a metade de seu comprimento e organizadas a uma distância de 30cm entre si. Foram propostos três tipos de campos, um em uma região de campo aberto, outro em uma região de banhado e o último no interior de um plantio homogêneo de *Pinus elliottii*. As amostras foram recolhidas após um período de 45 dias e novamente climatizadas ao teor de umidade de 12%.

Os ensaios colorimétricos foram realizados com auxílio de um colorímetro portátil da marca Konica Minolta, modelo CR-400 com abertura de sensor de 8mm. O aparelho foi configurado para utilização de fonte de luz (iluminante) D65 e ângulo de observação de 10° no padrão CIELAB. Dessa maneira foram quantificados os parâmetros: luminosidade (L\*), coordenada cromática verde-

vermelho ( $a^*$ ); coordenada cromática azul-amarelo ( $b^*$ ); cromaticidade ( $C^*$ ); ângulo de tinta ( $h^\circ$ ). Os ensaios foram realizados em triplicata nas faces radial e tangencial das amostras, bem como em três posições distintas ao longo de seu comprimento, na região encontrada enterrada no campo, na linha de afloramento próxima ao solo e na região exposta, próxima da altura total da amostra.

Para a análise estatística, foi empregado um planejamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial, tendo como fatores a região de leitura da cor em três níveis (região enterrada, linha de afloramento e região exposta), o ambiente de exposição em três níveis (campo aberto, campo banhado e campo floresta), o tipo de lenho em dois níveis (lenho juvenil e lenho adulto) e a face anatômica em dois níveis (face radial e face tangencial). A partir da análise de variância multifatorial realizada, foram definidos os desdobrados necessários para cada parâmetro colorímetro em razão dos fatores propostos, os quais foram realizados por meio de testes de médias HSD de Tukey a 1 e 5% de probabilidade de erro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância multifatorial empregada apontou que dentro do parâmetro luminosidade ( $L^*$ ), os efeitos dos fatores “Ambiente” ( $F= 8,99$ ;  $p<0,01$ ) e “Lenho” ( $F=52,30$ ;  $p<0,01$ ) foram significativos. Dentro do parâmetro coordenada cromática verde-vermelho ( $a^*$ ) somente o efeito do fator “Região de leitura” foi significativo ( $F= 43,76$ ;  $p<0,01$ ). Para o parâmetro coordenada cromática azul-amarelo ( $b^*$ ), os fatores “Região de leitura da cor” ( $F=21,76$ ;  $p<0,01$ ), “Ambiente” ( $F= 8,96$ ;  $p<0,01$ ) e “Lenho” ( $F=27,17$ ;  $p= 0,01$ ) foram significativos.

Para a variável cromaticidade ( $C^*$ ), os fatores com efeito significativo foram a “Região de leitura da cor” ( $F= 36,51$ ;  $p<0,01$ ), o “Ambiente” ( $F=8,15$ ;  $p<0,01$ ) e o “Lenho” ( $F=17,88$ ;  $p<0,01$ ). Por fim dentro da variável ângulo de tinta ( $h^\circ$ ), os fatores que apresentaram efeito significativo foram a “Região de leitura da cor” ( $F= 12,91$ ;  $p<0,01$ ) e o “Lenho” ( $F= 22,14$ ;  $p<0,01$ ). Ainda segundo a análise de variância multifatorial, nenhuma interação entre fatores denotou-se significativa.

Pela Tabela 1, observa-se que a região exposta apresentou uma cor com tonalidade mais avermelhada, mais amarelada e mais viva, seguida da linha de afloramento e por último a região enterrada. Já o ângulo de tinta, apresentou um comportamento peculiar, pois a região enterrada apresentou valores mais elevados do que as regiões da linha de afloramento e exposta, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 1 - Desdobramento dos parâmetros colorimétricos a partir do fator Região.

	Região enterrada	Linha de afloramento	Região exposta	Teste F
$a^*$	7,15 <sub>(13,76)</sub> a	9,22 <sub>(19,17)</sub> b	11,18 <sub>(14,52)</sub> c	43,31**
$b^*$	18,47 <sub>(15,05)</sub> a	20,49 <sub>(10,49)</sub> b	22,60 <sub>(14,18)</sub> c	13,59**
$C^*$	19,83 <sub>(14,04)</sub> a	22,54 <sub>(9,32)</sub> b	25,29 <sub>(11,85)</sub> c	25,37**
$h^\circ$	68,64 <sub>(4,00)</sub> b	65,71 <sub>(7,14)</sub> a	63,42 <sub>(7,25)</sub> a	9,66**

Em que:  $a^*$ = coordenada cromática vermelho-verde;  $b^*$ = coordenada cromática azul-amarelo;  $C^*$ = cromaticidade;  $h^\circ$ = ângulo de tinta; \* = significativo em 5% de probabilidade de erro; \*\* = significativo em 1% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não possuem diferença significativa de acordo com o teste HSD de Tukey. Coeficiente de variação entre parênteses.

De acordo com George et al., 2005, as alterações colorimétricas devido a agentes intempéries estão condicionadas a fatores atmosféricos como a umidade relativa do ar e aos níveis de exposição a luz solar e chuvas. Dessa maneira, é possível associar a cor da região exposta à maior incidência de luz ultravioleta e visível oriundas do sol.

Segundo Mattos et al., (2013), a cromaticidade, associada ao ângulo de tinta, estão vinculados ao grau de acinzentamento da madeira. Conforme esses autores à medida que decrescem os valores de C\*, a madeira vai adquirindo uma coloração mais acinzentada. Portanto é possível verificar que a região exposta da madeira degradada apresentou um grau mais elevado de acinzentamento.

Os resultados contidos na Tabela 2 dão conta de que a madeira submetida ao campo floresta apresentou cor mais clara, mais amarelada e mais viva do que a madeira exposta ao campo aberto. Nesse contexto, o campo banhado apresentou valores intermediários, não diferindo estatisticamente dos outros dois campos (aberto e banhado).

Tabela 2 - Desdobramento dos parâmetros colorimétricos a partir do fator Ambiente.

	Campo aberto	Campo banhado	Campo floresta	Teste F
L*	44,63 (12,00) a	46,66 (13,13) ab	50,67 (15,81) b	5,21**
b*	19,21 (11,42) a	20,48 (17,56) ab	21,86 (14,54) b	4,54*
C*	21,31 (11,67) a	22,46 (17,45) ab	23,89 (14,31) b	3,60*

Em que: L\*= luminosidade; b\*= coordenada cromática azul-amarelo; C\*= cromaticidade; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não possuem diferença significativa de acordo com o teste HSD de Tukey. Coeficiente de variação entre parênteses.

Esses resultados podem ser atribuídos ao micro-clima formado nos campos de apodrecimento experimentados. Desse modo, o isolamento térmico e a menor exposição aos raios solares e a chuva proporcionados pelas árvores de *Pinus elliottii* podem estar associados à tonalidade evidenciada na madeira exposta ao campo floresta. Em contrapartida, no campo aberto a exposição aos raios solares e as chuvas, assim como as temperaturas mais acentuadas, possivelmente estão vinculadas a cor da madeira com aspecto mais escura, menos amarelada e mais opaca encontrada nesse campo.

Os resultados da Tabela 3 indicam que o lenho juvenil degradado apresentou uma cor mais clara, mais avermelhada, mais viva e menos acinzentada do que seu respectivo lenho adulto. Essas diferenças colorimétricas podem estar vinculadas ao processo de degradação, mas também à características da madeira *in natura*.

Tabela 3 - Desdobramento dos parâmetros colorimétricos em razão do fator Lenho.

	Lenho juvenil	Lenho adulto	Teste F
L*	51,60 (12,98) b	43,05 (9,34) a	43,15**
b*	21,85 (14,30) b	19,19 (14,08) a	14,99**
C*	23,66 (14,47) b	21,45 (14,66) a	8,10**
h°	67,90 (5,92) b	63,95 (6,73) a	16,16**

Em que: L\*= luminosidade; b\*= coordenada cromática azul-amarelo; C\*= cromaticidade; h°= ângulo de tinta; \*\* = significativo em 1% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não possuem diferença significativa de acordo com o teste HSD de Tukey. Coeficiente de variação entre parênteses.

Em seu estudo, Mori et al. (2004) obtiveram correlação significativa e negativa entre a cromaticidade e o comprimento de fibras. Por meio desse resultado, é possível presumir que o lenho juvenil apresente valores mais elevados de cromaticidade, já que suas fibras são significativamente mais curtas do que as do lenho adulto (LARA PALMA et al., 2010). Tal comportamento é concordante com o do presente estudo, indicando que essas diferenças obtidas na comparação entre lenhos podem estar vinculadas a questões intrínsecas a madeira antes de ser submetida ao ensaio de campo e não ao mecanismo de degradação.

As diferenças significativas evidenciadas e quantificadas entre as regiões de medição, ambientes de exposição e lenhos juvenil e adulto apontam que o procedimento CIELAB de colorimetria é um método sensível e eficiente para a avaliação de madeira degradada devido a agentes intempéries, tais como a incidência de luz solar e chuvas, a umidade relativa do ar, entre outros fatores climatológicos adversos encontrados em um teste de campo.

#### 4. CONCLUSÕES

A cor da madeira degradada de *Corymbia citriodora* variou significativamente em razão das regiões de medição, dos ambientes de exposição e dos lenhos juvenil e adulto. Não foi constatada diferença significativa entre as faces radial e tangencial. Na região exposta, a madeira apresentou maior grau de acinzentamento. A madeira testada no micro-clima formado pela floresta de *Pinus elliottii* apresentou-se mais clara, mais amarelada e mais viva. Em contrapartida, a testada no campo aberto, apresentou cor mais escura, menos amarelada e mais opaca. Em consideração aos lenhos juvenil e adulto, não foi possível verificar se as diferenças colorimétricas atribuídas a essa comparação foram advindas do mecanismo de degradação ou de características intrínsecas a madeira sã.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GEORGE, B.; SUTTIEB, E.; MERLIN, A.; DEGLISE, X. Photodegradation and photostabilisation of wood – the state of the art. **Polymer Degradation and Stability**. v. 8, n.2, p. 268-274, 2005.
- LARA PALMA, H.A.; LEONELLO, E.C.; BALLARIN, A.W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, v.16, n.suplemento, p.141-148, 2010.
- 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.0, n.0, 2013.
- MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; LIMA, J.T.; TRUGILHO, P.F.; OLIVEIRA, A.C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, v. 14, n.2, p.123-132, 2004.
- MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GANÇALEZ, J.C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, v. 11, n.2, p. 137-146, 2005.
- MÖTTÖNEN, K.; ALVILA, L.; PAKKANEN, T. CIELab Measurements to determine the role of felling season, log storage and kiln drying on coloration of silver Birch wood. **Scandinavian Journal Forest Research**, v.17, n.2, p.179-191. 2002.