

CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DAS MADEIRAS DE MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens* Taub.) E DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) VISANDO À UTILIZAÇÃO EM INTERIORES

COLORIMETRY CHARACTERIZATION OF THE WOOD OF MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens* Taub.) AND OF RUBBER TREE (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) AIMING AT INSIDE USE

Cristine da Silva Autran¹ Joaquim Carlos Gonzalez²

RESUMO

Ainda que recente, a técnica para a determinação da cor da madeira por meio da colorimetria quantitativa mostra-se precisa e eficaz. O sistema CIELAB 1976, que determina os parâmetros colorimétricos L*, a*, b*, C e h*, mostrou-se eficiente para a determinação da cor das madeiras de muirapiranga (*Brosimum rubescens*) e de seringueira (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16). A madeira de muirapiranga é de cor vermelha-amarronzada (L* de 42,39), tendo o pigmento vermelho (a* de 22,02) como determinante, apesar de o pigmento amarelo (b*) ter influência significativa na definição de sua cor. A madeira de seringueira apresenta cor amarela (L* de 77,55), fortemente influenciada pelo pigmento amarelo (b* de 19,61). Considerando o parâmetro cor, ambas as madeiras apresentam potenciais para serem utilizadas em interiores.

Palavras-chave: madeira; muirapiranga; seringueira; cor.

ABSTRACT

Although recent, the technique for the determination of wood color through the quantitative colorimetry seems to be efficient. The CIELAB 1976 system which determines the L*, a*, b*, C and h* colorimetric parameters, seemed to be efficient for the determination of the color of the muirapiranga wood (*Brosimum rubescens*) and of rubber tree (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16). The muirapiranga wood is of brownish red color (L* of 42,39), having the red pigment (a* out of 22,02) as determinant, although the yellow pigment (b*) has significant influences on the definition of its color. The rubber tree wood presents yellow color (L* of 77,55), strongly influenced by the yellow pigment (b* of 19,61). Considering the color as a parameter, both wood presents potentials for use.

Keywords: wood; muirapiranga; rubber tree; color.

INTRODUÇÃO

A madeira é um material extremamente versátil, com aplicabilidade diversificada de usos. Esse amplo espectro é resultado da variedade das características físico-mecânicas dentre as inúmeras espécies existentes, que são valorizadas ou não de acordo com a destinação final do material (Forest Products Laboratory – FPL, 1999). Assim, o conhecimento tecnológico sobre madeiras que têm potencial para utilização na indústria, como é o caso da seringueira e da muirapiranga, contribui para introduzir essas espécies no mercado.

Nesse sentido, os critérios da qualidade de uma madeira variam de acordo com a sua utilização e necessitam de definições para um melhor aproveitamento no produto final. Esses critérios de qualidade da madeira se referem à sua capacidade em preencher os requisitos necessários para a fabricação de um produto e às suas características tecnológicas, que devem permitir sua melhor utilização. Assim, uma madeira destinada à construção deve ser caracterizada considerando, sobretudo, sua resistência mecânica. Da mesma maneira, a valorização da madeira na forma de lâminas ou como madeira serrada, visando ao segmento moveleiro ou outro uso interior, depende fortemente de seu aspecto, de sua estética, de seu desenho e, em especial, de sua cor.

Segundo Camargos e Gonzalez (2001), a escolha de uma determinada espécie de madeira dá-se primeiramente pelas características visuais, isto é, cor e figura. Isso resulta na utilização em larga escala de

1. Arquiteta, MSc., Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília (DF). cristineautran@terra.com.br

2. Engenheiro Florestal, PhD., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília (DF). goncalvez@unb.br

espécies mais comuns em detrimento de outras pouco conhecidas, mas com características semelhantes. Por meio dessas características, é possível obter a valorização de espécies pouco conhecidas, fazendo-se analogias com outras espécies já tradicionais, que induzem os termos de referência como: “padrão mogno”, “padrão cerejeira”, entre outros.

Geralmente, a caracterização tecnológica da madeira está baseada em suas propriedades físicas, mecânicas e anatômicas. No entanto, existem outras menos freqüentes, como: cor, secagem, durabilidade natural que complementam a caracterização da espécie. Esses dados são pouco utilizados por exigirem maior tempo de execução e recursos mais especializados como laboratórios apropriados.

Atualmente, os métodos mais utilizados para a determinação da cor de madeiras tropicais são por comparação, usando os atlas de cores (escala Munsell). Para pesquisas científicas e controle de qualidade industrial, são necessárias técnicas mais refinadas de determinação da cor. Nesse contexto, a colorimetria quantitativa é uma das metodologias mais eficientes e precisas para determinação da cor (Gonzalez *et al*, 2001).

A determinação das cores de madeiras, sobretudo de madeiras tropicais, vem se aperfeiçoando com o uso de técnicas mais precisas.

O uso da colorimetria quantitativa, que determina de maneira exata a cor da madeira e que leva em consideração seu aspecto superficial (desenho, textura, grã), representa uma das melhores metodologias para o estudo e a determinação da qualidade da madeira sob o ponto de vista colorimétrico (Gonzalez *et al*, 2001; Camargos e Gonzalez 2001).

O objetivo deste trabalho é caracterizar a cor da madeira das espécies muirapiranga (*Brosimum rubescens*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*), utilizando-se o sistema CIELAB 1976, visando suas aplicações em interiores.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A coloração da madeira, em especial do cerne, é um caractere importante na sua identificação. A coloração é oriunda da presença de extrativos nas paredes celulares, tais como: taninos, resinas, óleos depositados sobretudo no cerne (Panshin e Zeeuw, 1970). Algumas dessas substâncias são tóxicas para insetos e fungos, o que confere à madeira uma coloração escura e maior durabilidade (Burger e Ritcher, 1991).

A cor da madeira é instável, podendo ser alterada por diversos fatores, tais como: raios solares, temperatura, teor de umidade, reações químicas de fotoxidação e por degradação causada por organismos xilófagos. Essa instabilidade está relacionada diretamente aos elementos anatômicos constituintes da madeira que exercem grande influência na formação da cor (Camargos e Gonzalez, 2001).

Segundo Gonzalez *et al* (2001), para a medição e quantificação da cor, o sistema mais utilizado é o CIE (Comission International de L'Eclairage ou Comissão Internacional de Iluminantes), que define a sensação da cor por meio de três elementos: a luminosidade ou brilho, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade.

Segundo Greenberg e Greenberg (1995), para uma melhor compreensão do sistema CIELAB 1976, são necessárias algumas definições sobre teoria das cores:

- Cores Primárias: a percepção da cor de um objeto depende de três fatores: a luz, o objeto que está sendo visto e o observador. Existem três comprimentos de onda: o vermelho, o verde e o azul, que constituem a base para todas as cores da natureza, por isso são denominados de cores primárias da luz. Todas as demais cores do espectro são criadas pela combinação (adição) de diferentes intensidades desses três comprimentos, por isso, as primárias são também chamadas de aditivas.

- Cores Secundárias: quando as cores primárias se sobrepõem, duas a duas, elas geram três cores: cyan, magenta e amarelo, denominadas cores secundárias. Quando todas as primárias estão presentes na mistura, tem-se a cor branca.

- Cores Complementares: cada uma das cores secundárias é formada por duas primárias e não possui a terceira cor, isso faz que as primárias sejam complementos das secundárias. As cores complementares são

as que mais diferem umas das outras, exatamente pelo fato de a secundária não possuir, em sua mistura, sua cor primária complementar. Por exemplo: o amarelo é formado pelo vermelho e pelo verde e não possui o azul, que é sua cor complementar.

- **Tonalidade:** a tonalidade corresponde ao comprimento de onda da cor dominante, isto é, da cor observada: as diferentes sensações que a cor produz no olho humano dependem de seu comprimento que, por sua vez, é determinado pela energia vibratória do elemento radiante.

- **Saturação:** diz respeito à pureza, isto é, ao quanto a cor é diluída pela luz branca. A pureza de uma luz colorida é a proporção entre a luz pura da cor dominante e a luz branca necessária para produzir a sensação. Por exemplo: é por meio da saturação que o rosa é diferenciado do vermelho.

- **Brilho:** tem relação com a noção cromática de intensidade. Quanto mais baixo o brilho, mais cinza existe na cor, pois o brilho é o intervalo compreendido entre o preto a branco.

A luminosidade é expressa pela variável L^* , que assume a variável 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total. É expressada graficamente por uma reta vertical perpendicular ao centro de um círculo.

A tonalidade é expressa pelas cores primárias: vermelho, verde, amarelo e azul e é representada por duas retas perpendiculares entre si que se cruzam no eixo de um círculo. A reta horizontal é formada por duas semi-retas que vão do centro à extremidade do círculo. A semi-reta que vai do centro ao extremo do círculo, formando um ângulo de 0° , representa o vermelho e a semi-reta que vai do centro ao extremo do círculo, formando um ângulo de 180° , representa o verde. Na reta vertical, estão o amarelo e o azul. Graficamente, a semi-reta que vai do centro até a extremidade do círculo, formando um ângulo de 90° , representa o amarelo e a semi-reta que vai do centro à extremidade do círculo, formando um ângulo de 270° , representa o azul. Os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos, respectivamente, pelas coordenadas $+a^*$, $-a^*$, $+b^*$ e $-b^*$ que variam de 0 a 60 sem unidade de medida (Figura 1).

A tonalidade h^* é expressa pelo ângulo do círculo, também conhecido como ângulo de tinta e deriva dos valores de a^* e b^* .

A saturação é desvio partindo do ponto correspondente ao cinza no eixo L^* (luminosidade). Graficamente, essa corresponde ao raio do círculo de tonalidade, partindo do cinza do eixo de luminosidade até a cor pura espectral localizada na extremidade do círculo. Assim, é expressa pela variável C , variando de 0 a 60.

Os elementos claridade, saturação e tonalidade definem o sistema conhecido como CIELAB, que é atualmente utilizado para colorimetria quantitativa (CIELAB 1976, citado por Camargos e Gonzalez, 2001). A Figura 1 mostra, de forma resumida, a teoria colorimétrica, sistema CIELAB 1976.

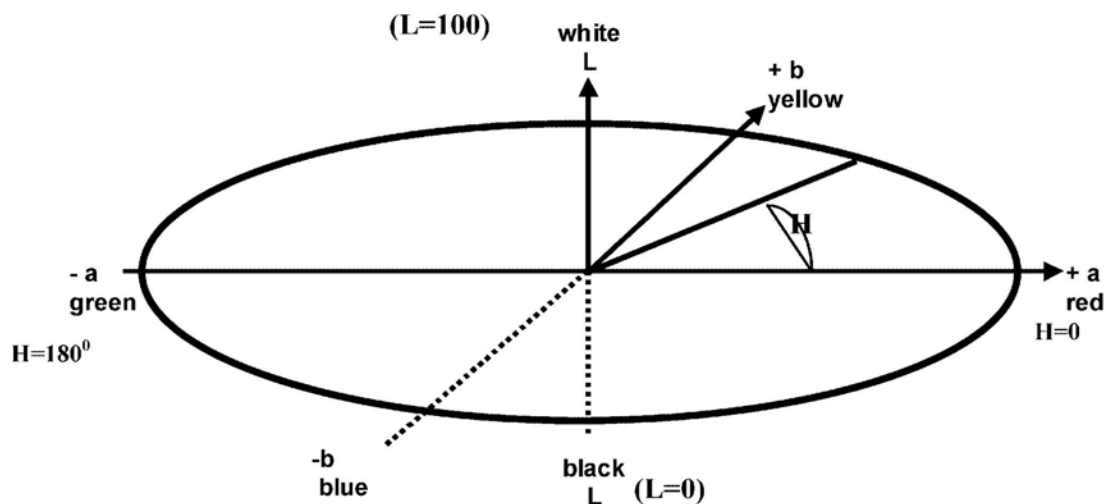


FIGURA 1: Sistema de coordenadas de cores CIELAB 1976 (Fonte: Star Color, 2004).

FIGURE 1: System of color coordenations CIELAB 1976 (Source: Star Color, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Produtos Florestais – LPF do IBAMA/Brasília e na Universidade de Brasília – UnB. As espécies analisadas foram a Muirapiranga (*Brosimum rubescens*) e a Seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Foram coletadas três árvores de cada espécie, das quais foram retiradas, do diâmetro à altura do peito (DAP), seções com 1,20 m de comprimento. Partindo dessas seções, foram confeccionados 15 corpos-de-prova por espécie, com formato reduzido de 2 x 2 x 30 cm, utilizados para a determinação da colorimetria. De cada direção (tangencial e radial), foram tomadas cinco medições aleatoriamente, perfazendo um total de 75 medições, por árvore, dos parâmetros colorimétricos L* (luminosidade), a* (coordenada do eixo vermelho-verde), b* (coordenada do eixo azul-amarelo), C (saturação) e h* (ângulo de tinta).

Para o cálculo desses parâmetros, foi utilizado o mesmo procedimento adotado por Gonzalez (1993), segundo o sistema CIELAB 1976, por meio das equações:

$$C = (a^{*2} + b^{*2})/2$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

O equipamento utilizado para as medições foi o espectrofotômetro Datacolor International Microflash – Model 200, acoplado a um computador. O iluminante utilizado foi do tipo “padrão A10”, correspondendo à luz incandescente (padrão de iluminação recomendado para o uso em colorimetria) e ângulo do observador de 10°.

Os valores obtidos dos parâmetros colorimétricos, após a caracterização das cores, foram comparados estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% e a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores médios dos parâmetros colorimétricos das espécies estudadas muirapiranga (*Brosimum rubescens*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*), e de outras espécies conhecidas, tomadas como referências: ipê (*Tabebuia serratifolia*), Mogno (*Swietenia macrophylla*), Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) e Eucalipto (*Eucalyptus grandis*).

TABELA 1: Valores médios¹ de caracterização colorimétrica da madeira de muirapiranga e seringueira.
TABLE 1: Average values¹ of colorimetry characterization of muirapiranga wood and rubber tree.

Espécies	Variáveis	L*	a*	b*	C	h*
Muirapiranga ¹ (<i>Brosimum rubescens</i>)		42,39	22,02	15,56	26,99	35,10
Ipê (<i>Tabebuia serratifolia</i>)		39,00	10,00	16,00	18,90	58,00
Mogno (<i>Swietenia macrophylla</i>)		55,48	19,23	29,41	35,20	56,64
Hevea ¹ (<i>Hevea brasiliensis</i>)		77,55	6,56	19,61	20,74	71,74
Pau-marfim (<i>Balfourodendron riedelianum</i>)		84,10	3,30	21,80	22,10	81,40
Eucalipto (<i>Eucalyptus grandis</i>)		63,62	11,90	17,43	21,12	55,74

Em que: 1 = média de 150 medições; L* = claridade; a* e b* = coordenadas cromáticas; C = saturação; h* = ângulo de tinta.

Os parâmetros colorimétricos (L*, a*, b*, C e h*) permitem caracterizar de maneira quantitativa e qualitativa a cor de cada espécie. De acordo com a Tabela 1, observa-se que a madeira de muirapiranga caracteriza-se pela coloração vermelha, que é definida pelo alto valor do parâmetro a* (pigmentação vermelha). Sua luminosidade (L* = 42,39) está entre as das madeiras mais escuras, como é o caso do ipê (39,00) e do mogno (55,48). A predominância do pigmento vermelho a* (22,02) é a característica marcante da espécie; no entanto o pigmento amarelo dado pela coordenada b* (15,56) exerce uma forte influência na caracterização da cor dessa madeira, explicando a sua coloração “vermelha amarronzada”. A variável h*, que determina o ângulo de tinta da espécie, confirma a influência do pigmento vermelho nesta madeira, colocando-a próxima ao eixo a*.

A seringueira está classificada entre as madeiras de coloração amarela, com predominância do pigmento amarelo (b* = 19,61), havendo uma pequena presença do pigmento vermelho (a* = 6,56). Sua luminosidade (L* = 77,55) a coloca entre as madeiras mais claras, como o pau-marfim (84,10) e o E. *grandis*

(63,62). Mais uma vez, o ângulo de tinta ($h^* = 71,74$) contribui para caracterizar a coloração amarela dessa madeira, situando-a próximo do eixo b^* no sistema CIELAB 1976.

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos entre as três árvores de muirapiranga. Segundo os valores observados, os parâmetros de L^* (luminosidade), a^* (vermelho), b^* (amarelo) e C (saturação) para as árvores 1 e 3 são estatisticamente iguais e diferem da árvore 2 estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 2: Valores médios¹ dos parâmetros colorimétricos entre três árvores de muirapiranga.

TABLE 2: Average values¹ of colorimetric parameters among three muirapiranga trees.

Parâmetros	L^*	a^*	b^*	C	h^*
Árvores					
1	43,39a	22,02a	15,56a	26,97a	35,15a
2	39,86b	20,96b	14,60b	25,57b	34,63a
3	44,07a	23,10a	16,53a	28,43a	35,53a

Em que: 1 = média de 50 medições por árvore; L^* = claridade; a^* e b^* = coordenadas cromáticas; C = saturação; h^* = ângulo de tinta. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Assim sendo, o parâmetro L^* das árvores 1 (43,39) e 3 (44,07) indica que a madeira possui maior claridade em relação à madeira da árvore 2 (39,86). Apesar de os valores de L^* serem, geralmente, inversamente proporcionais aos valores de a^* , a influência dos altos valores de b^* aumentam a claridade da madeira para a espécie, contribuindo para explicar essa aparente distorção.

Os altos valores da coordenada a^* (coloração vermelha) em relação à coordenada b^* (coloração amarela) para as árvores 1 (22,02) e 3 (23,10) confirmam a predominância de uma cor mais avermelhada. O mesmo ocorre para a árvore 2 (20,96), porém a coloração dessa árvore é mais escura em consequência do menor valor do parâmetro L^* (luminosidade). Os parâmetros h^* (ângulo de tinta) das três árvores, próximo à coordenada a^* , confirmam a coloração vermelha como característica da espécie.

A Tabela 3 informa os valores médios das direções de desdobro tangencial (Tg) e radial (Ra) da madeira de muirapiranga. Assim, observa-se que os valores dos parâmetros de L^* , b^* e h^* entre as duas direções – tangencial e radial – não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%. Por outro lado, aos parâmetros a^* e C mostram diferenças significativas. Apesar de a direção radial apresentar maior quantidade de pigmentação vermelha, isso não refletiu na claridade da madeira. Sendo assim, conclui-se que a pigmentação amarela presente, nesta espécie, é decisiva na formação de sua cor. Assim, pode-se esperar que a madeira de muirapiranga tenda a apresentar nuances de pigmentos avermelhados mais vivos na direção radial de desdobro. Essa informação é confirmada pelo parâmetro C , que varia proporcionalmente aos valores de a^* e b^* .

TABELA 3: Valores médios¹ dos parâmetros colorimétricos das direções tangencial (Tg) e radial (Ra) de desdobro da madeira de muirapiranga.

TABLE 3: Average values¹ of colorimetric parameters in tangencial (Tg) and radial (Ra) directions of unfold of muirapiranga wood.

Variáveis	L^*	a^*	b^*	C	h^*
Direções					
Tangencial	42,13a	21,53a	15,27a	26,41a	35,20a
Radial	42,65a	22,52b	15,86a	27,57b	35,00a

Em que: 1 = média de 75 medições por árvore, nas direções tangencial e radial; L^* = claridade; a^* e b^* = coordenadas cromáticas; C = saturação; h^* = ângulo de tinta. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 4 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos para as três árvores de seringueira. Segundo esses valores, pôde-se observar que para todas as variáveis colorimétricas, as árvores 1 e 2 são estatisticamente iguais e diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, da árvore 3.

TABELA 4: Valores médios¹ dos parâmetros colorimétricos entre três árvores de seringueira.TABLE 4: Average values¹ of colorimetric parameters among three rubber trees.

Árvores \ Parâmetros	L*	a*	b*	C	h*
1	77,14a	6,96a	20,07a	21,34a	70,69a
2	76,28a	7,20a	20,32a	21,55a	71,25a
3	79,25b	5,51b	18,43b	19,33b	73,28b

Em que: 1 = média de cinquenta medições por árvore; L* = claridade; a* e b* = coordenadas cromáticas; C = saturação; h* = ângulo de tinta. Médias seguidas pelo mesmo número, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O alto valor de L* da árvore 3 indica uma maior claridade da madeira dessa árvore em relação às árvores 1 e 2. Os valores de a* e b* para a árvore 3 indicam que esta possui uma menor quantidade de pigmentação vermelha a* (5,51) e amarela b* (18,43), em relação às árvores 1 e 2, explicando a cor mais clara da madeira dessa árvore. Esse fato é confirmado pela variável h* (ângulo de tinta) que possui valor mais próximo da coordenada b* (pigmentação amarela). Os valores de C, maiores para as árvores 1 e 2, confirmam a coloração mais saturada e conseqüentemente mais escura da madeira dessas duas árvores.

Em geral, pode-se concluir que a árvore 3 é mais clara, tendendo para a cor amarela-clara e as árvores 1 e 2 possuem uma coloração mais escura, tendendo para a cor amarela-rosada.

A Tabela 5 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos para as faces tangencial e radial da madeira de seringueira.

TABELA 5: Valores médios¹ dos parâmetros colorimétricos das direções tangencial (Tg) e radial (Ra) de desdobro da madeira de seringueira.TABLE 5: Average values¹ of colorimetric parameters in tangential (Tg) and radial (Ra) directions of unfold of rubber tree wood.

Direções \ Variáveis	L*	a*	b*	C	h*
Tangencial	78,94a	6,69a	19,60a	20,74a	71,37a
Radial	78,17a	6,43a	19,66a	20,70a	72,12a

Em que: 1 = média de 75 medições por árvore, nas direções tangencial e radial; L* = claridade; a* e b* = coordenadas cromáticas; C = saturação; h* = ângulo de tinta. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os valores observados, as faces tangencial e radial das três árvores de seringueira são estatisticamente iguais a 5% pelo teste de Tukey. Nesse caso, o sentido de desdobro não interfere na coloração da madeira, pois a coloração amarela é estatisticamente igual para os sentidos tangencial e radial.

CONCLUSÕES

A colorimetria quantitativa, como técnica para a caracterização e qualificação da madeira, mostrou-se precisa e adequada, visto que geralmente são utilizados métodos muito subjetivos como os catálogos de comparação de cores.

Por meio dos dados fornecidos pelo sistema CIELAB 1976, foi possível diferenciar as tonalidades entre faces, no caso da madeira de muirapiranga, o que não seria possível da maneira convencional. A madeira de muirapiranga é caracterizada pela pigmentação vermelha, demonstrada pelos altos valores de a*. No entanto, a coloração da madeira também é influenciada pela variável b* (pigmentação amarela), que exerce grande influência em sua coloração final e a coloca no grupo das madeiras de tonalidade vermelho-amarronzado. Essa espécie apresenta uma quantidade maior de pigmento vermelho na face radial, permitindo que durante o desdobro se possa classificar o tipo de madeira pela cor, de acordo com a solicitação do mercado.

A madeira de seringueira é de cor amarela, caracterizada pelos parâmetros L* e b* (pigmentação amarela). Essa madeira não apresenta diferenças significativas de coloração entre as direções radial e tangencial. Isso é, independente da direção de desdobro, essa madeira apresentará cor semelhante.

Ambas as espécies têm potencial para serem utilizadas em interiores, pois possuem características indispensáveis – desenhos e cores bem definidas.

É importante salientar a importância dessa técnica para a classificação cromática com maior homogeneidade dos lotes de madeiras, aumentando a qualidade dos materiais fornecidos, de acordo com o uso final e ao mercado consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- BURGER, M. B. ; RITCHER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo : Nobel, 1991.
- CAMARGOS, J. A. A. ; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 71, 2001.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook : wood as an engineering material. Madison : U. S. Department of Agriculture. **Forest Service**. Forest Products Laboratory, 1999. 463p. (Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113)
- GONÇALEZ, J. C. **Caracterisation technologique de quatre especes peu connues da la forêt Amazonienne: anatomie, chimie, couler, propriétés physiques et mécaniques**. Nancy, 1993. 446f. : il. Thèse (Doctorat) – Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Nancy, 1993.
- GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; COSTA, A. F.; VALLE, A. T. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 72, 2001.
- GREENBERG, A. D.; GREENBERG, S. **PhotoShop - Versão 3.0**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3. ed. New York : McGraw-Hill, 1970. v.1.
- STAR COLOR. **CIE Lab Color System**. Disponível em <<http://www.starcolor.co.th/1qc.html>> Acesso em: 3 dez. 2004.