III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

COR DA MADEIRA DE ANDIROBA DE FLORESTAS DE TERRA FIRME E VÁRZEA, AMAPÁ, BRASIL

Anderson Vasconcelos Firmino[1]
Graziela Baptista Vidaurre Dambroz[2]
Marcelino Guedes[3]
João Gabriel Missia da Silva[4]
José Clailson Franco Coelho[5]
Alice Soares Brito[6]
Sofia Maria Gonçalves Rocha[7]
Isabela Dias Reboleto[8]

[1] Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Universidade Federal do Espírito Santo
[2] UFES Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
[3] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
[4] Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
[5] Universidade Federal do Acre
[6] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
[7] Centro de Ciências Agrárias / Universidade Federal do Espírito Santo
[8] Departamento de Ciências Florestais e da Madeira / Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Universidade Federal do Espírito Santo

COR DA MADEIRA DE ANDIROBA DE FLORESTAS DE TERRA FIRME E VÁRZEA, AMAPÁ, BRASIL

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a cor da madeira de andiroba proveniente de dois diferentes ambientes naturais de crescimento, floresta de terra firme e de várzea. Foram colhidas oito árvores da espécie, quatro em cada ambiente, na Reserva Extrativista do Rio Cajari, Amapá, Brasil. Do tronco de cada árvore foi retirado um disco acima da região que finalizava as raízes adventícias. Em cada disco, foram marcadas e seccionadas uma seção diametral para a retirada de corpos de prova de 2x2x2 cm no sentido medula-casca, para avaliação da cor da madeira pelos parâmetros colorimétricos do sistema CIE*L*a*b*. A madeira de andiroba, em ambos os ambientes naturais de crescimento foi caracterizada pela coloração marrom-claro. A madeira proveniente da floresta de várzea apresentou maior claridade e tonalidade amarela, e a análise do plano de corte radial demonstrou uma maior tonalidade amarela em relação ao plano tangencial.

Palavras-chave: *Carapa guianensis,* ambientes de crescimento, colorimetria, qualidade da madeira.

WOOD COLOR OF ANDIROBA FROM FIRM GROUND AND LOWLAND FORESTS, AMAPÁ, BRAZIL

Abstract: The aim of this work was to evaluate the color of andiroba wood from two different natural growth environments, firm ground and lowland forests. Eight trees of the species were harvested, four in each environment, at the Cajari River Extractive Reserve, Amapá, Brazil. From the trunk of each tree was removed a disk above the region that finished the adventitious roots. In each disk, diametric section was marked and sectioned to remove 2x2x2 cm specimens in the pith-bark direction, to evaluate the color of the wood by the colorimetric parameters of the CIEL*a*b system. Andiroba wood, in both natural growth environments was characterized by light brown coloration. The wood from the lowland forest presented greater clarity and yellow tonality, and analysis of the radial cut plane showed a greater yellow tonality in relation to the tangential plane.

Keywords: *Carapa guianensis,* growth environments, colorimetry, wood quality

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Carapa guianensis* Aubl., conhecida vulgarmente como andiroba, pertence à família Meliaceae, é uma espécie nativa da Amazônia (LOUREIRO e SILVA, 1968; PENNINGTON et al., 1981). Suas árvores são de médio a grande porte, possuem tronco reto, com a presença de sapopemas e copa média a densa. As andirobeiras possuem potencial para exploração madeireira e não madeireira, sendo a madeira moderadamente pesada, de fácil trabalhabilidade e de bom acabamento (FERRAZ et al., 2002).

No Brasil, a espécie ocorre na bacia Amazônica, nas florestas de terra firme, áreas de vegetação localizadas em regiões mais elevadas que não sofrem inundações pela cheia dos rios (OLIVEIRA e AMARAL, 2004), e com maior frequência nas florestas de várzea (KENFACK, 2011), que ocorrem ao longo dos rios e das planícies inundáveis e são adaptadas às condições hidrológicas sazonais (JUNK, 1982).

Os diferentes ambientes de crescimento exercem uma pressão seletiva sobre as árvores, pois podem provocar alterações de caráter morfológico e estrutural, levando os indivíduos e por fim as espécies, a se adaptarem ao ambiente. E a ação de fatores como temperatura, luz, água e nutrientes são determinantes na variabilidade e modificações das propriedades da madeira (RIZZINI, 1997; PINHEIRO, 1999).

Uma das propriedades da madeira que pode ser alterada pelas condições ambientais é a cor, que é uma característica importante para identificação das espécies, na indicação do seu uso e na definição do valor comercial, principalmente, quando associada aos aspectos de textura e desenho (MORI et al., 2005; BARROS et al., 2014).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a cor da madeira de andiroba proveniente de dois ambientes naturais de crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta do Material e amostragem

As árvores foram provenientes da Reserva Extrativista do Rio Cajari, situada no extremo sul do Estado do Amapá (0°15’ S e 52°25’ O e 1°5’ S e 51°31’ O). A área da reserva é de 501.771 ha, abrangendo os municípios de Laranjal do Jarí, Mazagão e Vitória do Jari.

Foram colhidas oito árvores, sendo quatro provenientes de floresta de terra firme com diâmetro entre 50 a 53 cm e quatro em floresta de várzea com diâmetro entre 50 a 70 cm, contemplando o diâmetro mínimo de corte de 50 cm, exigido pela legislação brasileira para o corte das espécies florestais por meio do manejo florestal na Amazônia.

Do tronco de cada árvore foi retirado um disco acima da região que finalizava as raízes adventícias. Em cada disco, foi marcada e seccionada uma seção diametral para a retirada de corpos de prova de 2x2x2 cm no sentido medula-casca, para avaliação da cor da madeira (Figura 1).

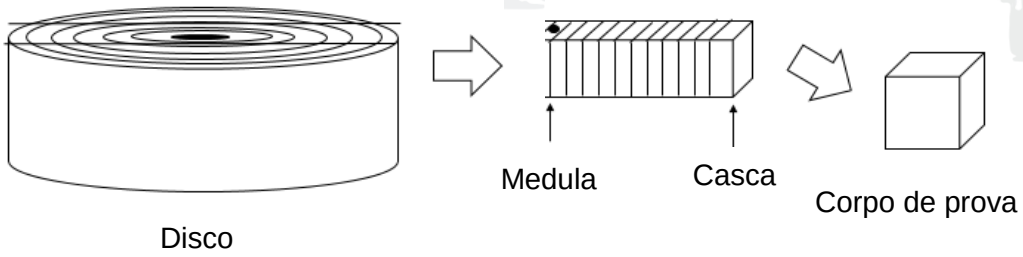


Figura 1. Esquema da retirada dos corpos de prova no sentido medula-casca para o estudo da cor da madeira de andiroba.

2.2 Cor da madeira

Para avaliação da cor da madeira utilizou-se o sistema CIE*L*a*b* (1976), pelos parâmetros colorimétricos luminosidade ou claridade (L*) no eixo preto e branco, a qual varia de 0 a 100, matiz do eixo verde-vermelho (a*) e azul-amarelo (b*), ambos variando entre -60 a +60 (BARROS et al., 2014; GARCIA et al., 2014).

A saturação (C), com variação de 0 a 60, e o ângulo de tinta (h*) compreendido entre 0 e 360º foram calculados pelas Equações 1 e 2, respectivamente. A variação total da cor da madeira com os ambientes de crescimento das árvores e planos de corte (tangencial e radial) foi calculada pela Equação 3, conforme Konica e Minolta (1998). Adicionalmente foi realizada a classificação da variação total da cor com base em níveis de percepção visual (Tabela 1).

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5} \quad (1) \qquad h^* = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2) \qquad \Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Em que:
C= saturação;
h*= ângulo de tinta;
∆E*= variação total da cor da madeira;
a*= coordenada cromática do eixo verde - vermelho;
b*= coordenada cromática do eixo azul - amarelo;
ΔL*, Δa* e Δb*= variação das coordenadas L*, a* e b*.

Tabela 1. Classificação da variação total da cor (ΔE*) da madeira

Variação Total da Cor (∆E*)	Classificação
Desprezível	0,0 - 0,5
Ligeiramente perceptível	0,5 - 1,5
Notável	1,5 - 3,0
Apreciável	3,0 - 6,0
Muito Apreciável	6,0 - 12,0

Fonte: Adaptado de Hikita et al. (2001).

Utilizou-se um espectrofotômetro portátil (KONICA MINOLTA, 1998) para a obtenção dos parâmetros da cor da madeira, mediante a três leituras diretas em 160 amostras do sentido medula-casca dos discos, nos planos tangencial e radial, totalizando 480 observações. As superfícies das amostras foram previamente lixadas com lixa de granulometria 60.

O diâmetro de abertura da área de iluminação do aparelho foi de 3 mm (“SAV – Small Area View”). O iluminante utilizado foi o padrão D65 e o ângulo de observação de 10º. Para as leituras, o equipamento foi calibrado com o padrão preto e branco, e para a calibração do padrão branco foi utilizada uma placa de calibração específica.

2.3 Análise estatística dos dados

O experimento foi conduzido sob o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 2 x 2. Os fatores analisados foram o ambiente (terra firme e várzea) e os planos de corte (tangencial e radial). As pressuposições de homogeneidade de variância e normalidade dos dados foram verificadas pelos testes de Bartlett e Shapiro - Wilk, respectivamente.

Foi realizado o teste t de Student para as médias dos fatores ambiente de crescimento das árvores e planos de corte.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da cor da madeira de andiroba

A predominância do pigmento amarelo (b*), que compõe a cor mais clara, foi característica marcante da madeira da espécie nos dois ambientes de crescimento das árvores. No entanto, o pigmento vermelho (a*) exerce forte influência na consolidação da cor original, explicando a coloração marrom. A variável C caracteriza a andiroba como de baixa saturação, evidenciando a cor amarela e vermelha em tons mais acinzentados. Os valores de ângulo de tinta (h*) confirmam a influência do pigmento amarelo na madeira de andiroba, por estar mais próximo ao eixo b* no sistema CIE*L*a*b* (1976).

Resultados semelhantes foram encontrados para a madeira de andiroba plantada na Costa Rica, que apresentou valores médios de L*: 47,16; a*: 15,86; e b*: 31,84 (sentido tangencial de observação). Esses dados evidenciam que a cor do lenho da espécie é uma combinação de tons de branco, vermelho e amarelo (VALVERDE e MOYA, 2010).

Pela tabela de cores proposta por Camargos e Gonçalez (2001), a madeira de andiroba proveniente de florestas de terra firme e de várzea foi caracterizada pela coloração marrom-claro. Além disso, a mesma pode ser classificada em luminosidade média, como as espécies tauari [*Cariniana micrantha* Ducke (L*: 63,04)] e pequiarana [*Caryocar glabrum* (L*: 64,04)] da floresta Amazônica (BARROS et al., 2014).

Não ocorreu interação entre os fatores ambientes de crescimento e planos de corte (radial e longitudinal), o que evidencia a independência dos fatores. Entretanto, quando considerados isoladamente, os mesmos apresentaram diferenças significativas no teste “t” de Student para os parâmetros colorimétricos.

3.2 Cor da madeira de andiroba proveniente de florestas de terra firme e de várzea

O lenho da andiroba proveniente de floresta de várzea caracterizou-se por maior luminosidade e tonalidade amarela e ângulo de tinta mais próximo a coloração amarela em comparação a madeira oriunda de floresta de terra firme. A variação total da cor da madeira de andiroba entre os ambientes, classificada em função da percepção visual, foi notável (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros colorimétricos e perfis da madeira de andiroba proveniente de floresta de terra firme e de várzea, Amapá, Brasil.

Ambiente	L	a*	b*	C	h*	ΔE*
Várzea	62,50**	11,29^{ns}	19,65 **	22,23^{ns}	61,00**	2,14[1]
Terra firme	60,47	10,90	19,09	22,50	59,66	
Perfis das amostras no sentido medula-casca						



Em que: L*= luminosidade; a* e b*= coordenadas cromáticas; C= saturação; h*= ângulo de tinta; ΔE*= variação total da cor da madeira. ** e **ns**= as médias diferem ou não entre os ambientes pelo teste t de Student, significativamente a 1%. [1]Diferença de cor classificada pela percepção visual.

As árvores das florestas de várzea estão fisiologicamente adaptadas ao regime diário de entrada e saída de água dos rios. A formação do lenho nessa tipologia florestal resulta na variação da cor entre os lenhos de andiroba de floresta de terra firme e de várzea.

As adaptações fisiológicas das árvores ao excesso de água no solo consistem em aumento da resistência estomática, declínio da fotossíntese e condutância hidráulica da raiz, e a redução da translocação de fotoassimilados (KOZLOWSKI, 1997; PARENT et al., 2008; STRIKER, 2012), o que afeta o crescimento e formação das suas estruturas anatômicas (SHANKLIN e KOZLOWSKI, 1985; PEZESHKI, 2001). A inundação também altera o equilíbrio dos elementos e dos compostos no solo, resultando em importantes mudanças químicas, físicas, biológicas e mineralógicas nas áreas de floresta alagada (TAIZ e ZEIGER, 2004; LIMA et al., 2005; MARTINEZ et al., 2011). E, como as respostas fisiológicas das árvores estão associadas ao seu habitat, essas variações são refletidas na formação do xilema das espécies (DICKISON, 2000). Portanto, essas variações que ocorrem no lenho exercem influência na formação da cor da madeira das espécies florestais presentes nesses ambientes.

Outro fator essencial nessa variação dos parâmetros colorimétricos pode estar relacionada com a quantidade e tipo de extrativos presentes na madeira de andiroba. Em um estudo da relação dos parâmetros colorimétricos e extrativos da madeira de teca, ocorreram correlações positivas e negativas, evidenciando a influência dos extrativos na cor da madeira (GARCIA e MARIMÔNIO, 2016).

3.3 Cor da madeira de andiroba nos planos de corte radial e tangencial

Os maiores valores médios dos parâmetros colorimétricos b*, C e h* (Tabela 3) foram observados para a madeira no plano de corte radial, caracterizando-se por tonalidade amarela mais saturada, comprovada também pelo ângulo de tinta, mais próximo do eixo da coordenada azul – amarelo (b*). Pela classificação por percepção visual proposta por Hikita et al. (2001) a diferença da cor da madeira entre os planos de corte foi notável.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros colorimétricos nos planos de corte radial e tangencial da madeira de andiroba

Planos de corte	L*	a*	b*	C	h*	ΔE*

Radial	62,18^{ns}	11,06^{ns}	19,82**	22,72 **	60,98 **	1,7[1]
Tangencial	60,78	11,13	18,92	22,00	59,68	

Em que: L*= luminosidade; a* e b*= coordenadas cromáticas; C= saturação; h*= ângulo de tinta; ΔE*= variação total da cor da madeira. ** e ns= as médias diferem ou não entre os planos de corte pelo teste "t" de Student, significativamente a 1%. [1]Diferença de cor classificada pela percepção visual.

Estudos microscópicos revelaram que produtos químicos descoloridos na madeira estão concentrados nas células de parênquima radial, justificando a maior luminosidade e tonalidade amarelada de baixa saturação encontrada no plano radial (MÖTTÖNEN e KÄRKI, 2007).

Assim como para a madeira de andiroba, maiores valores médios de luminosidade e saturação da cor foram observados no plano de corte radial na madeira de pequiarana (*Caryocar glabrum*) (BARROS et al., 2014). Já Autran e Gonçalez (2006) não encontraram diferenças significativas de luminosidade e saturação entre os planos tangencial e radial das madeiras de muirapiranga (*Brosimum rubescens*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Portanto, destaca-se a importância da cor na escolha do sistema de desdobro para a madeira de andiroba. Caso a preferência de mercado seja por peças serradas com tonalidade mais amarela, as toras devem ser desdobradas no plano radial, já que os valores de (b*) são mais elevados nesse plano. Já, para a aquisição de lotes de madeiras mais escuras, o desdobro tangencial é o mais adequado. Em adição a caracterização da cor, devem ser considerados os parâmetros de desempenho da produção como rendimento em madeira serrada e a eficiência operacional para cada sistema de desdobro.

4. CONCLUSÔES

A madeira de andiroba foi caracterizada pela coloração marrom - claro tanto nas árvores oriundas de floresta de terra firme quanto nas de várzea.

No ambiente de crescimento das florestas de várzea a madeira foi mais clara e amarelada que a de floresta de terra firme.

A madeira no plano de corte radial exibiu uma maior tonalidade amarela em relação ao plano de corte tangencial.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA-AP, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTRAN, C. S.; GONÇALEZ, J. C. Caracterização colorimétrica das madeiras de Muirapiranga (*Brosimum rubescens* Taub.) e de Seringueira (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) visando à utilização em interiores. CIÊNCIA FLORESTAL, v. 16, n. 4, p. 445-451, 2006.

BARROS, S. V. et al. Caracterização colorimétrica das madeiras de três espécies florestais da Amazônia. CERNE, v. 20 n. 3, p. 337-342, 2014.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. BRASIL FLORESTAL, n. 71, p. 30-42, 2001.

DICKISON, W. Integrative plant anatomy. Carolina do Norte: Academic press. 2000, 533p.

FERRAZ, I. D. K. et al. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera*, D.C): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. ACTA AMAZÔNICA, v. 32, n. 4, p. 647-661, 2002.

GARCIA, R. A. et al. Colorimetria de madeiras dos gêneros E*ucalyptus* e C*orymbia* e sua correlação com a densidade. CERNE, v. 20, n. 4, p. 509-517, 2014.

GARCIA, R. P, MARINONIO, G. B. Variação da Cor da Madeira de Teca em função da densidade e do teor de extrativos. Floresta e Ambiente, v. 23, n.1, p. 124-134, 2016.

HIKITA, Y. et al. Weathering testing of timber: discoloration. In: High performance utilization of wood for outdoor. Ed. Imamura, Y. 2001.

JUNK, W. J. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. HYDROBIOLOGY TROPICAL, v. 15, n. 1, p. 285-301, 1982.

KENFACK, D. Resurrection in Carapa (Meliaceae): a reassessment of morphological variation and species boundaries using multivariate methods in a phylogenetic context. BOTANICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY, v. 165, n. 2, p. 186-221, 2011.

KONICA MINOLTA SENSING Inc. Comunicação precisa da cor: Controle de qualidade da percepção à instrumentação. 1998, 59p.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. TREE PHYSIOLOGY, v. 1, n. 7, p. 1-29, 1997.

LIMA, H. N. et al. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. ACTA AMAZÔNICA, v. 35, n. 3, p. 317-330, 2005.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. Catálogo das madeiras brasileiras. Belém: Ministério do Interior – SUDAM. 1968, 233p.

MARTINEZ, G. B. et al. Respostas morfofisiológicas de plantas de açacu (*Hura crepitans* l.) provenientes de várzeas do rio amazonas: efeito da anoxia do solo. REVISTA ÁRVORE, v. 35, n. 6, p. 1155-1164, 2011.

MORI, C. L. S. O. et al. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. CERNE, v. 11, n. 2, p. 137-146, 2005.

MÖTTÖNEN, V.; KÄRKI, T. Effect of drying force on birch wood colour change during high temperature drying. BALTIC FORESTRY, v. 13, n. 1, p. 126-130, 2007.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta. ACTA AMAZONICA, v. 34, n. 1, p. 21–34, 2004.

PARENT, C. et al. An overview of plant responses to soil waterlogging. PLANT STRESS, v. 2, n. 1, p. 20-27, 2008.

PENNINGTON, T. D. et al.. Meliaceae. Flora Neotropica, New York.1981, 470p.

PEZESHKI, S. R. Wetland plant responses to soil flooding. ENVIRONMENTAL AND EXPERIMENTAL BOTANY, v. 46, n. 3, p. 299-312, 2001.

PINHEIRO, A. L. Considerações sobre taxonomia, filogenia, ecologia, genética, qualidade da madeira. Viçosa, Minas Gerais: SIF. 1999, 144p.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições. 1997, 748p.

SHANKLIN, J.; KOZLOWSKI, T. T. Effect of flooding of soil on growth and subsequent responses of *Taxodium distichum* seedlings to SO2. ENVIRONMENTAL POLLUTION SERIES A ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL, v. 38, n. 3, p. 199-212, 1985.

STRIKER, G. G. Flooding Stress on Plants: Anatomical, Morphological and Physiological Responses. In: Botany. Ed. Mworia, J. K. p. 3-28. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed. 2004, 719p.

VALVERDE, J. C.; MOYA, R. Efectos de la intemperie en el color de dos acabados aplicados en madera de *Cedrela odorata* y *Carapa guianensis*. MADERAS CIENCIA Y TECNOLOGÍA, v. 12, n. 3, p. 171-180, 2010.