

Colorimetria e extrativos da madeira de teca atacada por *Ceratocystis fimbriata*

Jackeline Eliada Cichoski da Silva ^{1*}; Ariany Mendes Cruz ¹; Bárbara Luísa Corradi Pereira ¹; Aylson Costa Oliveira ¹

¹ Laboratório de Tecnologia da Madeira / Universidade Federal de Mato Grosso;
*e-mail correspondente: jackecichoski@gmail.com

Resumo: Teca é uma das madeiras tropicais mais valorizadas no mercado internacional. Sua coloração é atrativa, com cerne e alburno bem distintos, sendo o alburno claro e cerne marrom e brilhante. A cor da madeira pode também ser alterada de forma indesejável, por exemplo, devido ao ataque de fungos. Objetivou-se avaliar a influência do ataque de *Ceratocystis fimbriata* nos parâmetros colorimétricos e extrativos da madeira de cerne e alburno da madeira de teca. O ataque do fungo modificou com maior intensidade os parâmetros colorimétricos do alburno e não influenciou significativamente o teor de extrativos.

Palavras-chave: CIEL*a*b*, Propriedades Químicas, Sanidade.

Colorimetry and extractives of teak wood attacked by *Ceratocystis fimbriata*

Abstract: Teak is one of the most valued tropical timber in the international market. Its coloration is attractive, with very different heart and sapwood, being the light sapwood and heartwood brown and shiny. The color of the wood may also be undesirably altered, for example due to fungal attack. The objective of this study was to evaluate the influence of the attack of *Ceratocystis fimbriata* on the colorimetric parameters and extractive content of the heart and sapwood of the teak wood. The fungus attack modified with greater intensity the colorimetric parameters of the sapwood, and did not influence the extractive content.

Keywords: CIEL*a*b*, Chemical Properties, Health.

1. INTRODUÇÃO

A *Tectona grandis* (Linn. F.), conhecida como teca, é uma das madeiras tropicais mais

valorizadas no mercado internacional. Em relação à cor, a espécie apresenta cerne e alburno bem distintos. Como o alburno claro e o cerne marrom e brilhante (Garcia & Marimonio, 2016). Esses autores afirmaram que a cor natural da madeira é influenciada pela impregnação de diversas substâncias orgânicas, principalmente pelos extrativos. Esses são depositadas na parede celular, de forma mais acentuada no cerne.

A cor da madeira pode também ser alterada de forma indesejável, por exemplo, devido ao ataque de fungos. Cita-se o fungo causador da murcha de *Ceratocystis*, cujo sintoma típico é observado na seção transversal do lenho, na forma de estrias radiais escuras (Baker & Harrington, 2004). O primeiro relato de *Ceratocystis fimbriata* (Ellis e Halsted) causando murcha em *T. grandis* no Brasil foi reportado por Firmino et al. (2012). Contudo, não há estudos sobre a influência do ataque do fungo nas propriedades da madeira.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ataque de *C. fimbriata* nos parâmetros colorimétricos e extrativos da madeira de cerne e alburno de *T. grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Seis árvores de *T. grandis*, com 17 anos de um plantio comercial, localizado em Santo Antônio do Leverger-MT foram abatidas. Dessas, três estavam atacadas pelo fungo *C. fimbriata* e três estavam sadias. De cada árvore retirou-se um disco com 5 cm de espessura em uma altura de aproximadamente 50 cm do solo. Os discos foram fracionados em três regiões: alburno, cerne periférico (transição entre cerne e alburno) e cerne. Posteriormente, as amostras foram passadas separadamente por um moinho tipo Willey. A granulometria utilizada dos materiais foram as que ficaram retidas na peneira de 60 mesh.

Os parâmetros colorimétricos foram mensurados com auxílio de um espectrofotômetro portátil (marca: Konica Minivolta, modelo: CR-410). No qual, foram obtidas a luminosidade (L^*) e as coordenadas cromáticas (matrizes a^* e b^*) das amostras. Já os parâmetros de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h°) foram calculados. Com o auxílio do conversor Nix Color Sensor (2019), L^* , a^* e b^* foram transformados em RGB - (Red, Green, Blue). Assim, foi construída uma figura representativa das cores. Calculou-se também a variação de cor (ΔE), conforme a norma ASTM D2244 (ASTM, 2016). A variação de cor foi classificada conforme Hikita et al. (2001).

O teor de extrativos solúveis em etanol foi determinado de acordo com a norma TAPPI T 204 cm-97 (1997), em duplicatas. Utilizaram-se amostras de madeira seca ao ar que foram submetidas à extração em etanol. A metodologia utilizou 95% C_2H_5OH por volume, um aparelho tipo Soxhlet em ciclo de cinco horas.

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Ou seja, com duas condições de sanidades (sadia e atacada por *Ceratocystis fimbriata*) e três regiões da madeira (alburno, cerne periférico e cerne), com três repetições, totalizando 18 unidades amostrais. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), efetuando-se os respectivos desdobramentos das interações significativas. A comparação entre os diferentes tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de significância, quando encontradas diferenças significativas.

3. RESULTADOS

Houve interação significativa entre os fatores região e sanidade para os parâmetros L, C e b* (Tabela 1), ou seja, o comportamento do fator sanidade depende da região da madeira, havendo dependência entre os fatores. Em relação à sanidade, na madeira sadia, a luminosidade (L), saturação (C) e o parâmetro b* do alburno foram estatisticamente superiores aos resultados obtidos para cerne e cerne periférico. Para a madeira atacada por *C. fimbriata*, observou-se que apenas que a luminosidade do alburno foi estatisticamente superior às demais regiões. Os parâmetros C e b*, na madeira atacada por *C. fimbriata*, foram estatisticamente iguais ($p < 0,05$) em todas as regiões da madeira. Em relação às regiões da madeira, no alburno, os parâmetros L, C e b* foram estatisticamente superiores para madeira sadia. Porém, para cerne e cerne periférico, em geral, os parâmetros L, C e b* foram estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros colorimétricos L, C e b*

PARÂMETRO	REGIÃO DA MADEIRA	SANIDADE	
		SADIA	DOENTE
L	Alburno	70,01 Aa	59,43 Ba
	Cerne periférico	50,95 Ab	47,51 Bb
	Cerne	52,17 Ab	50,02 Ab
C	Alburno	23,84 Aa	15,27 Ba
	Cerne periférico	18,33 Ab	16,35 Aa
	Cerne	19,11 Ab	17,74 Aa
b*	Alburno	23,31 Aa	14,58 Ba
	Cerne periférico	16,90 Ab	14,88 Aa
	Cerne	17,72 Ab	16,44 Aa

Parâmetro de Luminosidade (L), saturação (C) e coordenada cromática b*. Para um mesmo parâmetro, mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna não diferem-se entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os parâmetros a* e h° indicaram a interação não significativa. Ou seja, as variáveis foram independentes, sendo analisados os fatores separadamente (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros colorimétricos a^* e h°

PARÂMETRO	SANIDADE		REGIÃO DA MADEIRA		
	Sadia	Doente	Alburno	Cerne periférico	Cerne
a^*	5,96 a	6,41 a	4,73 B	6,92 A	6,90 A
h°	71,03 a	68,80 b	75, 43 A	66,37 B	67,94 B

Parâmetro de coordenada cromática a^* e tonalidade (h°). Mesmas letras em cada linha, dentro do mesmo fator, minúsculas para sanidade e maiúsculas para região da madeira, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O ataque do fungo *C. fimbriata* não afetou o parâmetro a^* , porém para o parâmetro h° da madeira sadia foi estatisticamente superior. Em relação às regiões da madeira, o alburno apresentou valor médio estatisticamente menor para o parâmetro a^* . E foi maior para o parâmetro h° , quando comparado às madeiras de cerne e cerne periférico.

Na Tabela 3 pode ser observada a representação das cores e as variações numéricas de cores (ΔE), causada pelo ataque de *C. fimbriata* e a classificação visual da variação.

Tabela 3. Representação visual e numérica da variação de cor (ΔE) das regiões da madeira causadas pelo ataque de *C. fimbriata* e classificação visual

Madeira	Alburno	Cerne periférico	Cerne
Sadia			
Atacada por <i>Ceratocystis</i>			
ΔE	14,02	4,12	2,93
Classificação	Muito apreciável	Apreciável	Notável

Parâmetro de Variação de cor (ΔE).

Não houve interação significativa para o teor de extrativos solúveis em etanol. Ou seja, as variáveis foram independentes e os fatores (sanidade e regiões da madeira) foram avaliados separadamente (Figura 1).

a a A A

Mesmas letras, dentro do mesmo fator, minúsculas para sanidade e maiúsculas para região da madeira, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Figura 1: Valores médios e desvio padrão de extrativos solúveis em etanol para as duas condições de sanidade da madeira (A) e para as três regiões da madeira (B).

Para a madeira sadia e atacada por *C. fimbriata*, o teor de extrativos foi estatisticamente igual (Figura 1A). Apresentou um valor médio de 15,63 e 14,87% e desvio padrão de 1,75 e 1,90%. Já para as regiões da madeira, o teor de extrativos do alburno foi estatisticamente inferior às demais regiões (Figura 1B).

4. DISCUSSÃO

Foi observada, de modo geral, a redução da luminosidade (L^*) da madeira atacada por *C. fimbriata*, ou seja, a madeira tornou-se 9% mais escura (Tabela 1). Essa diferença foi mais expressiva no alburno, cuja redução de L^* foi de cerca de 15%. Ainda assim, o alburno manteve-se mais claro que o cerne periférico e cerne. De acordo com Burger & Richter (1991), o alburno é naturalmente mais claro e sofre maiores alterações por efeito da alta presença de nutrientes e células vivas, sendo mais atrativo para o ataque de insetos e fungos.

Os parâmetros C e b^* foram diminuídos pelo ataque do fungo *C. fimbriata* apenas na madeira do alburno (Tabela 1). Isso significa que a cor do alburno, ao ser atacado pelo referido fungo, tornou-se 36% menos saturada e 37% menos amarela. Na madeira sadia, os parâmetros C e b^* foram estatisticamente maiores no alburno (p-valor: 0,97 e 0,90, respectivamente). Porém, na madeira atacada pelo fungo, os parâmetros citados foram estatisticamente iguais nas três regiões da madeira.

O *C. fimbriata* é um patógeno que provoca a desintegração do sistema vascular da planta. O escurecimento dos vasos é atribuído ao transporte de substâncias resultantes da oxidação e polimerização de compostos fenólicos (Tamura et al., 2012). Entende-se então que, pelo alburno ser a parte ativa da madeira que contém nutrientes, favorece o ataque do fungo, e por ser claro, pode-se observar maior alteração na cor.

O ataque de *C. fimbriata* não afetou a coordenada cromática a^* (verde-vermelho), independentemente da região da madeira. Já relação às regiões da madeira, independentemente da sanidade, o alburno apresentou 31% menos pigmentação vermelha, quando comparado ao cerne periférico e cerne. A coordenada b^* (Tabela 1) apresentou valores mais elevados quando comparada à coordenada a^* (Tabela 2). O que sugere que houve predominância da tonalidade amarela na formação da cor da madeira de teca, para todas as regiões avaliadas, bem como condições de sanidade.

Ao avaliar-se o ângulo tonal (h°), observou-se uma diminuição na madeira atacada pelo fungo, independentemente da região avaliada. Comparando-se as regiões da madeira, independentemente da condição de sanidade, o parâmetro h° do alburno foi estatisticamente

superior (p-valor: 0,36). De acordo com Mesquita (2016) quanto maior a quantidade do parâmetro b^* , o ângulo de tinta (h) tende ser superior a 45° , o que confirma maior participação da cor amarela.

Desta forma, o ataque do fungo *C. fimbriata* causou alteração da cor (ΔE) das regiões da madeira de teca (Tabela 3). Essa alteração implica na desvalorização comercial dessa madeira.

Para o teor de extrativos solúveis em álcool, o ataque do fungo não influenciou na porcentagem dos extrativos. O teor de extrativos do alburno foi 18% menor que do cerne periférico e cerne. Segundo Burger & Richter (1991), conforme as células se aproximam da medula, há perda gradativa da atividade vital. Ou seja, ocorre a deposição de compostos resultantes da transformação dos materiais de reserva contidas nas células parenquimáticas. Algumas dessas substâncias são repelentes e/ou tóxicas, compactando o tecido, e dando ao cerne uma durabilidade natural maior que ao alburno.

5. CONCLUSÕES

- O ataque do fungo *Ceratocystis fimbriata* influenciou nos parâmetros colorimétricos, causando modificações perceptíveis na cor da madeira, principalmente no alburno.
- O teor de extrativos não foi influenciado pelo ataque de *C. fimbriata* e as regiões de cerne e cerne periférico apresentaram maiores teores de extrativos.

6. REFERÊNCIAS

American Society Testing Materials - ASTM D2244 - Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. Barr Harbor, 2016.

Baker CJ, Harrington TC. *Ceratocystis fimbriata*. Kew, Surrey: CABI Publishing, 2004. 14p.
Burger LM, Richter HG. Anatomia da madeira. Nobel: São Paulo; 1991.

Firmino AC, Tozze Jr HJ, Furtado EL. First report of *Ceratocystis fimbriata* causing wilt in *Tectona grandis* in Brazil. New Disease Reports 2012; 25(24): 24.

Garcia RA, Marinonio GB. Variação da cor da madeira de Teca em função da densidade e do teor de extrativos. Floresta e Ambiente 2016; 23(1): 124-134.

Hikita Y, Toyoda T, Azuma M. Weathering testing of timber: discoloration. In: Imamura, Y. (Ed.). High performance utilization of wood for outdoor uses. Kyoto: Press-Net; 2001.

Mesquita RRS. Comportamento das madeiras de curupixá (*Micropholis* sp.) e tauri (*Couratari* sp.) submetidas ao intemperismo artificial com diferentes produtos de acabamento [dissertação]. Brasília: Engenharia Florestal, Universidade de Brasília; 2016.

Nix Color Sensor (2019). Nix Sensor Ltd. [cited 2019 abr. 15]. Available from: <https://www.nixsensor.com/free-color-converter>.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry – TAPPI. TAPPI test methods T 204 cm-97: solvent extractives of wood and pulp. Atlanta: Tappi Press, 1997.

Tumura KG, Pieri C, Furtado EL. Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. *Summa Phytopathologica* 2012; 38(1): 54-60.

