

Emprego de técnica de colorimetria e ferramentas de sensoriamento remoto para avaliar o tratamento por CCB de mourões de madeira

Colorimetric technique and remote sensing tools used to evaluate the CCB treatment in wooden posts

Evandro Teleginski¹, Gilmara de Oliveira Machado², André Luis Luis Christoforo³,
Diogo Aparecido Lopes Silva⁴, Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho⁵ e
Francisco Antonio Rocco Lahr⁶**Resumo**

A madeira, por ser fonte de alimento de vários organismos xilófagos (fungos, cupins e brocas), necessita de tratamento preservativo para o prolongamento da sua vida útil, usualmente tratada com o preservante CCB (borato de cobre cromatado). Os métodos para avaliação da retenção e distribuição dos ingredientes ativos preservativos no lenho podem ser por digestão das amostras de madeira tratada e posterior quantificação por espectrofotômetro de absorção atômica, ou métodos mais simples, utilizando reagentes colorimétricos, em que a solução ao encontrar cobre ou boro altera a coloração, permitindo a diferenciação das áreas tratadas das não tratadas. Com o auxílio do método de substituição de seiva, esta pesquisa teve como objetivo principal utilizar a Técnica de Colorimetria juntamente com ferramentas alternativas de sensoriamento remoto para avaliar o tratamento por CCB em mourões para cercas de madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Pinus taeda* L. Foi realizada a Colorimetria para detecção da presença de boro no sentido radial, e em seguida os pixels foram quantificados com software de sensoriamento remoto, sendo constatada uma impregnação média de $80,76\% \pm 1,31$ para o eucalipto e de $83,48\% \pm 2,70$ para o pinus. O fator preponderante na absorção da solução CCB consistiu possivelmente na predominância de lenho juvenil em ambas as espécies de madeira. O tratamento atingiu o requisito mínimo de 5 kg de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira estipulado pela norma brasileira ABNT NBR 6232, evidenciando que os mourões tratados são aptos de serem utilizados diretamente no solo.

Palavras-chave: Madeira tratada, colorimetria, substituição de seiva, biodeterioração.

Abstract

Wood, being a food source for various xylophagous organisms (fungi, termites and borers), requires preservative treatment for prolonging its useful life, usually treated with the CCB (chromated copper borate) preservative. The methods for evaluation of retention and distribution of active ingredients in the wood preservatives may be by digestion of wood samples treated and subsequent quantification by atomic absorption spectrophotometer, or simpler methods, using colorimetric reagents, where the chemical solution to identify copper or boron has changed its color, allowing differentiation of the treated areas versus the untreated. With the aid of sap replacement method, this research aimed to use the Colorimetric technique along with alternative remote sensing tools to evaluate the CCB treatment in *Eucalyptus dunnii* Maiden and *Pinus taeda* L. Colorimetry was performed to detect the presence of boron in the radial direction, and then the pixels were quantified with remote sensing software, and found an average impregnation of $80.76\% \pm 1.31$ for eucalyptus and $83.48\% \pm 2.70$ for pine. The major factor

¹Engenheiro Florestal. UNICENTRO - Universidade Estadual do Centro-Oeste. PR 153 Km 7 - Riozinho - 84500000 - Irati, PR, Brasil. E-mail: evteleginski@yahoo.com.br.

²Professora Associada do Departamento de Engenharia Florestal. UNICENTRO - Universidade Estadual do Centro-Oeste. PR 153 Km 7 - Riozinho - 84500000 - Irati, PR, Brasil. E-mail: gilmaramachado@yahoo.com.br.

³Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil. UFSCar - Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310 -36307352 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: christoforoal@yahoo.com.br.

⁴Professor Efetivo do Departamento de Engenharia de Produção. UFSCar - Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba. Rodovia João Leme dos Santos, km 110 SP-264 - Parque do Itinga - 18052780 - Sorocaba, SP, Brasil. E-mail: diogo.apls@hotmail.com.

⁵Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. UFES - Universidade Federal do Espírito Santo / Centro de Ciências Agrárias. Av. Gov. Lindemberg, 316 - 29550000 - Jerônimo Monteiro, ES, Brasil. E-mail: p_gutemberg2001@yahoo.com.br.

⁶Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas. USP - Universidade de São Paulo / EESC - Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador São-carlense, 400 - 13566590 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: frocco@sc.sup.br.

in the CCB absorption solution was possibly by the prevalence of juvenile wood in both species. The treatment reached the minimum requirement of 5 kg per cubic meter of active ingredient of wood stipulated by the Brazilian standard NBR 6232, showing that the treated poles can be used directly in the ground.
Keywords: Treated wood, colorimetry, sap replacement, bio-deterioration.

INTRODUÇÃO

De acordo com dados estimativos da Associação Brasileira de Preservação da Madeira (ABPM, 2014), o volume de madeira tratada por ano no Brasil é de apenas 1,5 milhões de m³, sendo que 15% do volume de madeiras tratadas são destinados para o setor elétrico. O maior percentual (de 60 a 65%) de madeira tratada é utilizado em áreas rurais (mourões, colunas, vigas), com especial aplicação em mourões para cerca; 15% para o segmento ferroviário (dormentes) e entre 5 e 10% é utilizado na construção civil. Nos Estados Unidos são utilizados mais de 12 milhões de m³ de madeira tratada por ano, e aproximadamente 70% da produção é destinada ao setor da construção. No Canadá são 3,2 milhões de m³, e na Europa 4 milhões de m³ são utilizados especificamente em sistemas construtivos (AGROLINK, 2014).

Dentre as espécies de madeira plantadas e comercializadas no país destacam-se as do gênero pinus e eucalipto, por apresentarem boa adaptação às condições de clima e temperatura, por serem de crescimento rápido quando comparadas as outras espécies de madeira, e por apresentar boa relação entre resistência mecânica e densidade (CALIL NETO et al, 2014), encontrando aplicações diversas na forma de elementos estruturais para a construção civil, construção rural, mourões para cercas, postes para rede de distribuição de energia elétrica entre outras (GUIOTOKU; MAGALHÃES, 2005; ZANGIÁCOMO et al., 2013).

Os processos de tratamento químico da madeira são desde os mais simples, como imersão, pintura, aspersão, substituição de seiva, banho quente – frio, até os mais sofisticados, que utilizam vácuo e pressão em usinas com autoclaves (TEIXEIRA, 2012).

Um bom produto preservativo deve apresentar determinadas características como, por exemplo, toxidez ao maior número possível de organismos xilófagos, ser resistente à lixiviação, apresentar baixa toxidez aos seres humanos e animais domésticos e não aumentar as características de combustibilidade, condutibilidade e de inflamabilidade da madeira (TEIXEIRA, 2012).

O borato de cobre cromatado (CCB) é um preservativo comercial que pode ser utilizado no tratamento de mourões para cerca (GUIOTOKU; MAGALHÃES, 2005; RAMOS et al., 2006). As proporções dos componentes do CCB são baseadas na norma brasileira ABNT NBR 6232 (1973) para penetração e retenção de preservativo em postes de madeira, sendo que a solução deve conter pelo menos 2,5% (m/v) de preservantes (GUIOTOKU; MAGALHÃES, 2005).

A impregnação do CCB na madeira ocorre de forma lenta e gradativa, ao contrário do arseniato de cobre cromatado (CCA), que possui impregnação rápida, entretanto, não sendo o CCA ideal para o emprego do método de substituição de seiva. O CCB é um preservante alternativo ao CCA, cuja maior demanda encontra-se na Europa, uma vez que o preservante CCA foi proibido em alguns dos seus países (MAGALHÃES; PEREIRA, 2003).

O preservativo CCB, segundo a norma brasileira ABNT NBR 9480 (2009), tem sua composição química especificada como cromo hexavalente, calculado como CrO₃ (63,5%); cobre, calculado como CuO (26,0%); e boro, calculado como B (10,5%). O cobre tem a função de fungicida, não permitindo o desenvolvimento dos fungos xilófagos. O boro tem a função de inseticida principalmente contra os cupins, prejudicando o sistema digestivo destes insetos.

Os métodos para avaliação da retenção e distribuição dos ingredientes ativos preservativos no lenho podem ser por digestão das amostras de madeira tratada, e posterior quantificação por espectrofotômetro de absorção atômica, ou métodos mais simples, utilizando-se de reagentes colorimétricos, onde a solução ao encontrar o cobre ou boro altera sua coloração, permitindo a diferenciação das áreas tratadas das não tratadas (GUIOTOKU; MAGALHÃES, 2005). Segundo norma brasileira ABNT NBR 6232 (1973), para a detecção de boro na madeira podem ser utilizados o reagente colorimétrico álcool polivinílico e iodo, e para a detecção do cobre pode ser utilizado o Cromoazurol-S.

Segundo Meneses e Almeida (2012), o sensoramento remoto é uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoração dos recursos terrestres

em escala global, possibilitando suas aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoração ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, previsões de safras, cadastramentos multifinalitários, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras. Em linhas, gerais, os sistemas de sensoriamento conseguem detectar, classificar (cores diferenciadas pelas respectivas diferenças nos comprimentos das ondas) e quantificar os espectros visíveis e também os não visíveis (MORAES, 2002).

Em razão da potencialidade das ferramentas de sensoriamento remoto no tratamento de imagens, com aplicações diversas em várias áreas, mas sendo poucas as destinadas ao estudo da madeira, este trabalho objetivou utilizar a Técnica de Colorimetria juntamente com ferramentas de sensoriamento remoto para avaliar o tratamento por CCB de mourões para cerca de madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Pinus taeda* L., fazendo-se uso do método de substituição de seiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram abatidas duas árvores de *Eucalyptus dunnii* com 4,5 anos de idade e duas de *Pinus taeda* com 9,5 anos. Cada tronco foi desdobrado em quatro mourões de 2,2 m cada. A madeira foi em seguida caracterizada, apresentando teor de umidade inicial, na base úmida, de $58,05\% \pm 0,67$ para o eucalipto e de $57,8\% \pm 0,99$ para o pinus. A densidade básica média do eucalipto foi de $0,438 \text{ g/cm}^3 \pm 0,021$ e de $0,394 \text{ g/cm}^3 \pm 0,023$ para o pinus. A porosidade medida nas madeiras de eucalipto foi de $59,063\%$, e de $59,807\%$ para as madeiras de pinus.

Pelo método da substituição de seiva (TORRES et al, 2011; PAES et al, 2007), os mourões recém colhidos tiveram as bases submersas em uma solução de borato de cobre cromatado (Figura 1). As absorções do preservativo foram aferidas medindo o nível da solução durante o tempo do experimento e correlacionando esse nível com o volume de solução absorvida. Cabe destacar que as madeiras de eucalipto absorveram, em média, $740,21 \text{ L} \pm 49,77$ de preservativo, e as de pinus, $704,50 \text{ L/m}^3 \pm 88,35$. A média de ingredientes ativos (Cr, Cu e B) impregnados foi de $6,18 \text{ kg i.a./m}^3 \pm 0,41$ para o eucalipto, e de $5,88 \text{ kg i.a./m}^3 \pm 0,73$ para o pinus.



Figura 1. Mourões com bases submersas em uma solução de borato de cobre cromatado.
Figure 1. Wooden poles with the base submerged in a chromated copper borate solution.

No que se refere à Colorimetria para detecção de boro na madeira, depois da secagem dos mourões (40 dias), foram retirados três discos de madeira de cada uma das quatro peças e para as duas espécies, extraídos a 50 cm da zona de afloramento do mourão no solo, na metade do mourão (110 cm) e a 160 cm das suas bases (na ponta do mourão). As superfícies dos discos foram lixadas sucessivamente com o uso de lixas nº 80 e 120 para facilitar a visualização da reação colorimétrica.

No preparo dos reagentes colorimétricos foi utilizada a metodologia proposta pela norma ABNT NBR 6232 (1973) para a detecção do boro. As soluções colorimétricas foram produzidas no Laboratório de Solos Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO - PR). Para a solução I, foram dissolvidos 10g de álcool polivinílico em 1L de água destilada. Depois de completada a diluição, a solução foi filtrada e em seguida foram adicionados 50 mL de ácido clorídrico concentrado. Para a solução II, foram dissolvidos 10g de iodeto de potássio em 100 mL de água destilada. Em seguida foram adicionados 12,7g de iodo metálico. A solução foi completada para 1000 mL com água destilada.

Para promover a reação colorimétrica, com um pincel, a superfície de cada disco recebeu a solução I. Os discos foram secos à temperatura ambiente por 1 hora. Em seguida, cada disco recebeu a solução II. Para completar a reação, os discos foram secos por duas horas em estufa ($103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

As imagens dos discos tratados com o preservante das condições supracitadas foram obtidas com o uso de câmera fotográfica com resolução de 2736×3648 pixels, totalizando 9,51 megapixels por foto. As áreas de interesse das imagens foram recortadas com o software Adobe Photoshop® CS6, gerando um arquivo no formato "TIFF" com quatro bandas, incluindo a transparência.

A classificação não supervisionada dos pixels foi realizada no software ENVI v. 4.7, pelo algoritmo *Iso Data*, com três interações. A classificação não supervisionada utiliza o critério do próprio software em relação ao espectro da luz, diminuindo-se a subjetividade humana na detecção das cores, sendo a detecção dos pixels padronizada (MORAES, 2002).

Primeiramente foram quantificados os pixels totais do disco de madeira utilizando o recorte da imagem no formato TIFF. Em seguida foram obtidos os pixels de cada tonalidade, sendo que a cor vermelha (classe 1) representa a área com a coloração azul-escuro mais intensa e com maior teor de boro (Figura 2). A coloração verde-escuro (classe 8) usada como critério pelo software representa as áreas com reação colorimétrica menos intensa, o que indica uma menor presença de boro. As demais classes representam a madeira que não teve reação colorimétrica.

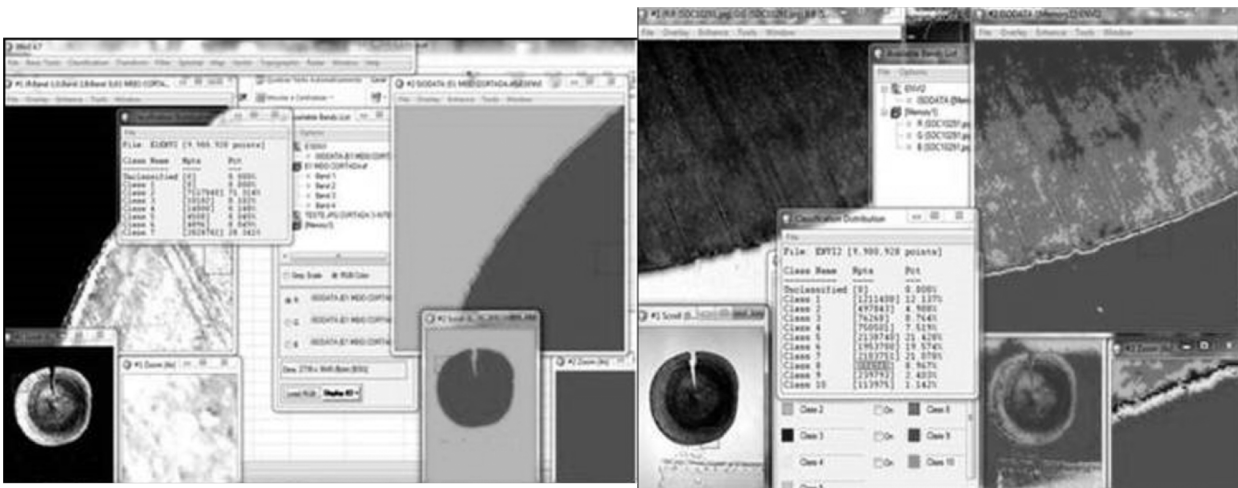


Figura 2. Processo de detecção e classificação de pixels.
Figure 2. Process for the detection and classification of pixels.

Para a obtenção dos percentuais de reação colorimétrica (%RC), somou-se os pixels pertencentes às classes 1 (C1) e 8 (C8) e dividiu-se este valor pelo número total de pixels (NPx) representado pelo disco de madeira, assim como expressa a Equação 1, adaptada da metodologia do trabalho de Moraes (2002).

$$\%RC = 100 \cdot \frac{C1 + C8}{NPx} \quad (\%) \quad (1)$$

Conhecidos os valores dos percentuais de reação colorimétrica (Equação 1) dos discos por espécie de madeira (EM) e pela região de extração (RE) dos discos ao longo do comprimento dos mourões, foi idealizado um planejamento fatorial completo (DIC), combinando-se os níveis do fatores EM (pinus; eucalipto) e RE (base [b]; meio [m]; ponta [p]), que forneceu seis tratamentos distintos. A influência dos fatores isolados assim como da interação entre ambos nos valores dos percentuais de reação colorimétrica foi investigada pela Análise de Variância (ANOVA), considerada ao nível de 5% de significância, realizada com o auxílio do Minitab® versão 14. Pela formulação das hipóteses da ANOVA, se a probabilidade P (P-valor) é superior ao nível de significância do teste (5%), as médias são consideradas estatisticamente equivalentes (aceitação da hipótese nula), e não equivalentes de caso contrário (aceitação da hipótese alternativa). Para validação da ANOVA foram testadas a normalidade (teste de Anderson-Darling) e a homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett) dos resíduos para os percentuais de reação colorimétrica. Pela formulação dos testes de validação, P-valor superior a 0,05 (nível de significância) implica que a distribuição dos resíduos é normal e que a variância entre os tratamentos é equivalente, validando assim o modelo da ANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta as fotografias dos discos de madeira e suas respectivas análises de pixels.

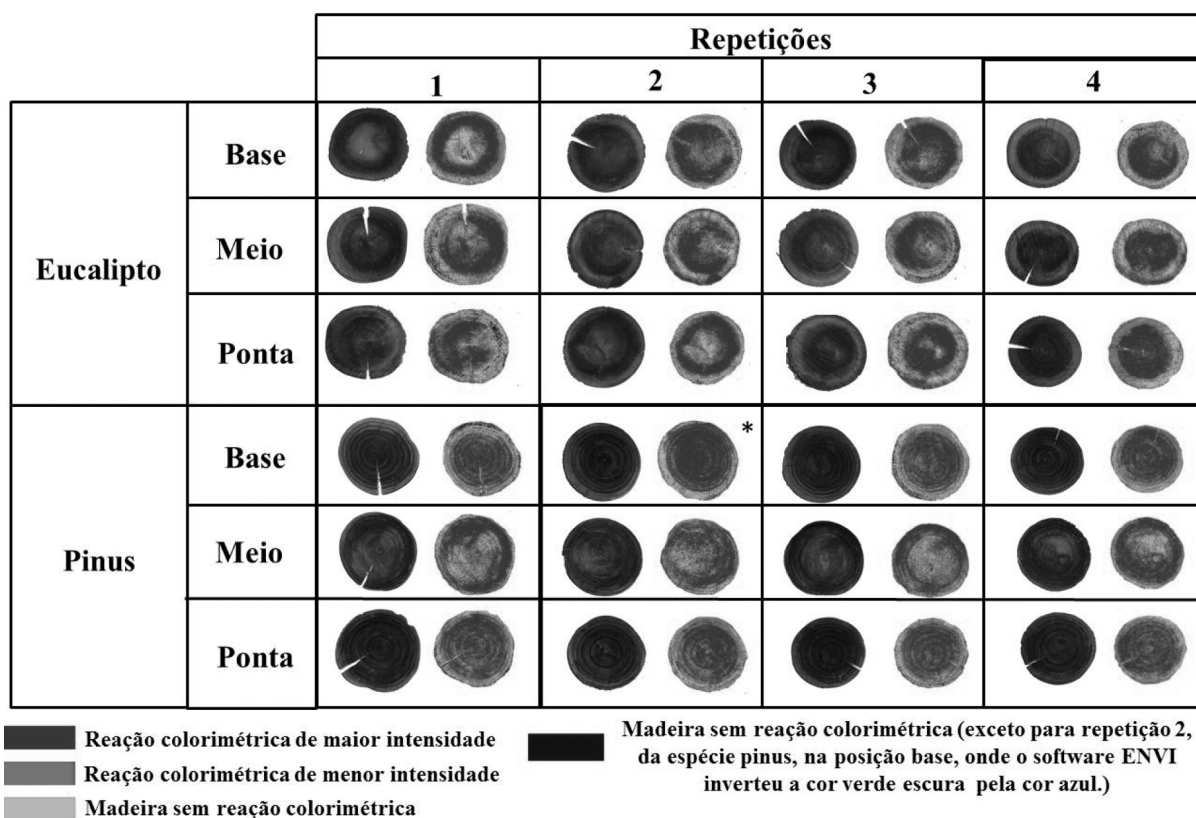


Figura 3. Discos de madeira submetidos à reação colorimétrica para detecção da impregnação de boro.

Figure 3. Wooden disks submitted to color reaction for the detection of boron impregnation.

Observa-se da Figura 2 que a maior retenção de boro ocorreu na região central dos discos, e que isso ocorreu pelo fato de que os discos são formados predominantemente por madeira sem cerne diferenciado. A madeira juvenil é formada nos primeiros anos da árvore e se situa no entorno e próxima à medula; estende-se da base até o ápice do tronco. Em toras de árvores muito jovens, como é o caso das madeiras utilizadas nesse experimento, quase toda a madeira é juvenil. O lenho juvenil apresenta células com menor comprimento médio e de menor densidade, a qual é decorrente dessas células, que apresentaram paredes mais finas com maiores lumens. Nos discos da posição “meio” houve uma tendência de a reação colorimétrica concentrar-se para o lado. Isto pode ter sido causado pela posição dos mourões que ficaram levemente inclinados, o que pode ter favorecido o depósito de CCB em apenas um dos lados. Portanto, recomenda-se girar os mourões no sentido radial durante o tratamento com CCB.

Na Tabela 1 são apresentados os valores percentuais da área que sofreu reação colorimétrica com o elemento boro, sendo a média, *Sd* o desvio-padrão e *Cv* (%) o coeficiente de variação.

Tabela 1. Percentual das áreas dos discos com reação colorimétrica na detecção de boro.

Table 1. Percentage of the areas of the disks with colorimetric detection reaction in boron.

Espécie	Posição	%RC (Repetições)				\bar{X}	Sd	Cv(%)
		1	2	3	4			
Eucalipto	Base	81,80	83,31	85,79	74,58	81,37	4,81	5,92
	Meio	74,46	87,92	75,09	89,17	81,66	7,96	9,76
	Ponta	74,82	80,10	75,90	86,22	79,25	5,17	6,52
Pinus	Base	73,45	80,69	79,36	89,29	80,69	6,5	8,10
	Meio	86,37	86,68	83,09	88,23	86,09	2,16	2,51
	Ponta	82,05	87,37	78,68	86,65	83,68	4,08	4,88
Eucalipto (todos os discos)						80,76	1,31	1,63
Pinus (todos os discos)						83,48	2,70	3,24

A Tabela 2 apresenta os resultados da ANOVA do planejamento fatorial completo, sendo SQ a soma dos quadrados, GL os graus de liberdade, MQ a média dos quadrados, MQA a média dos quadrados ajustados e EM×RE a interação dos fatores espécie de madeira (EM) e região de extração (RE) dos discos ao longo do comprimento dos mourões.

Tabela 2. Resultados da ANOVA dos percentuais de pixels.
Table 2. ANOVA results of the percentage of pixels.

Fonte	GL	SQ	MQ	MQA	F-valor	P-valor
EM	1	44,69	44,69	44,69	1,51	0,235
RE	2	37,45	37,45	18,73	0,63	0,542
EM×RE	2	34,71	34,71	17,36	0,59	0,566
Resíduos	18	532,58	532,58	29,59		
Total	23	649,44				

Os resultados dos P-valores dos testes de normalidade de Anderson-Darling e de homogeneidade de variâncias de Bartlett sobre os resíduos da ANOVA dos %RC foram iguais a 0,717 e 0,502, respectivamente, validando o modelo da ANOVA.

Observa-se na Tabela 2 que o P-valor encontrado para os fatores isolados e para a interação dos fatores foi maior do que 0,05, implicando que não há diferença estatística na área de distribuição radial do boro entre as espécies e entre as posições de extração dos discos ao longo do comprimento dos mourões. Mesmo com diferenças anatômicas entre as espécies eucalipto e pinus, os percentuais de reação colorimétrica não diferiram estatisticamente. Possivelmente, o fator preponderante para a absorção do CCB é de que a madeira de ambas as espécies (eucalipto e pinus) são constituídas basicamente por lenho juvenil, estando o eucalipto ainda sem a presença de cerne diferenciado, e o pinus com baixa presença de lenho tardio.

Em função da não significância da localização de extração dos discos de madeira ao longo do comprimento dos mourões para ambas as espécies de madeira, que apresentaram valores de percentuais de reação colorimétrica estatisticamente equivalentes, e com a distribuição do boro no sentido radial atingiu aproximadamente 80% da seção transversal dos discos, constata-se que o tratamento com CCB dos mourões investigados atingiu o requisito mínimo de 5 kg de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira estipulado pela norma brasileira ABNT NBR 6232 (1973).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a distribuição do boro no sentido radial atingiu aproximadamente 80% da madeira de *Eucalyptus dunnii* e *Pinus taeda*, e que pela análise de variância, não houve diferença estatística significativa na distribuição radial do boro por espécie de madeira e pela localização dos discos de madeira extraídos ao longo dos mourões. Isso revela que o tratamento por CCB foi eficiente e atingiu o requisito mínimo de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira estipulado pela norma brasileira ABNT NBR 6232 (1973), estando os mourões aptos a serem utilizados diretamente no solo.

A análise e quantificação de pixels como ferramenta de sensoramento remoto demonstrou potencial na detecção e quantificação da distribuição de preservantes na madeira, havendo a possibilidade desta técnica ser utilizada também em laboratórios de análise da qualidade da madeira tratada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6232: Penetração e retenção de preservativo em postes de madeira. Rio de Janeiro, 1973. 19 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9480: Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

ABPM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVAÇÃO DA MADEIRA. **Setor elétrico:** cruzeta roliça de madeira tratada já tem norma técnica. 2014. Disponível em: < <http://www.abpm.com.br/noticia/setor-eletrico-cruzeta-roliça-de-madeira-tratada-ja-tem-norma-tecnica> > Acesso em: 20 mai. 2014.

AGROLINK. **Nova fase:** ABNT lança 2 normas técnicas para madeira tratada. Disponível em: < http://www.agrolink.com.br/gripeaviaria/artigo/nova-fase--abnt-lanca-2-normas-tecnicas-para-madeira-tratada_164740.html > Acesso em: 20 mai. 2014.

CALIL NETO, C.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R.; CALIL JR., C. Avaliação da resistência ao cisalhamento e a delaminação em madeira laminada colada. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 989-996, 2014.

GUIOTOKU, M.; MAGALHÃES, W. L. E. **Método de imersão prolongada para tratamento preservativo de mourões de *Eucalyptus benthamii* e *dunnii*.** Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 146)

MAGALHÃES, W. L. E.; PEREIRA, J. C. D. **Método de substituição de seiva para preservação de mourões.** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 5 p. (Comunicado Técnico, 97)

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília. UNB. 2012. Disponível em: Acesso em: 20 mai. 2014.

MORAES, E. C. **Fundamentos de sensoriamento remoto.** São José dos Campos: INPE, 2002. 22 p.

PAES, J. B.; GUEDES, R. S.; LIMA, C. R.; CUNHA, M. C. L. Tratamento preservativo de peças roliças de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) de WIT.) pelo método de substituição da seiva. *Revista Ciências Agrárias*, Belém, n. 47, p. 231-246, 2007.

RAMOS, I. E. C.; PAES, J. B.; SOBRINHO, D. W. F.; SANTOS, G. J. C. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) em ensaio de apodrecimento acelerado. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 811-820, 2006.

TEIXEIRA, J. G. **Efeito preservativo de produtos químicos naturais e do tratamento térmico na biodeterioração da madeira de *Pinus caribaea* Morelet.** 2012. 48 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

TORRES, P. M. A.; PAES, J. B.; LIRA FILHO, J. A.; NASCIMENTO, J. W. B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pelo método de substituição de seiva. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 275-282, 2011.

ZANGIÁCOMO, A. L.; CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO LAHR, F. A. Avaliação do módulo de elasticidade de peças estruturais roliças e de corpos-de-prova de *Pinus elliottii*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 283-291, 2013.

Recebido em 23/05/2015

Aceito para publicação em 15/01/2016

