

Avaliação do tratamento sob pressão de postes
de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana* com CCA-CEvaluation of the treatment with CCA-C under pressure on
Eucalyptus saligna and *Eucalyptus cloeziana* Wood polesEduardo Schneid¹, Darci Alberto Gatto² e Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori³**Resumo**

O presente estudo tem como objetivo avaliar o tratamento sob pressão de postes de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*, considerando a influência do tempo e da pressão aplicada, na penetração e na retenção da solução hidrossolúvel Arseniato de Cobre Cromatado tipo C (CCA-C). Os tratamentos para a preservação da madeira foram realizados em uma autoclave industrial horizontal utilizando-se a solução preservativa CCA-C por meio do processo célula cheia. Os parâmetros dos tratamentos foram: vácuo inicial de 600 mmHg durante 30 minutos, pressão de 10 kgf/cm² ou 12 kgf/cm² durante 60, 90 ou 120 minutos e vácuo final de 600 mmHg durante 15 minutos. Após cada tratamento de impregnação, foram selecionados ao acaso três postes para as análises de penetração e retenção do CCA-C. Os resultados de penetração demonstraram que a maioria dos postes de ambas as espécies foram classificadas como profunda/irregular. Nos postes da espécie *Eucalyptus saligna*, apenas o tratamento que recebeu pressão de 12 kgf/cm² e tempo de 120 minutos apresentou retenção média (9,9 kg/m³) acima do exigido pela norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013). Enquanto nos postes de madeira de *Eucalyptus cloeziana*, nenhum tratamento apresentou retenção média superior ao exigido pela norma.

Palavras Chave: Impregnação da madeira, arseniato de cobre cromatado, qualidade de tratamento preservativo.

Abstract

This study aims to evaluate the influence of pressure and time in the penetration and retention of chromated copper arsenate solution (CCA-C) in *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus cloeziana* wood poles. The treatments were performed in a horizontal autoclave using a preservative solution of CCA-C and Bethell method. The parameters of the treatments were: initial vacuum of 600 mmHg for 30 minutes, pressure of 10 kgf/cm² or 12 kgf/cm² for 60, 90 and 120 minutes and final vacuum of 600 mmHg for 15 minutes. After the impregnation, three wood poles were randomly selected for the analysis of CCA-C penetration and retention. The results showed that the penetration was classified as deep/irregular in the most of poles for both species. Only treatment with pressure of 12 kgf/cm² for 120 minute showed mean value of retention (9.9 kgf/cm²) higher than the mean value required by NBR 16202:2013 (ABNT, 2013). On the other hand, all the mean values of retention in *Eucalyptus cloeziana* poles were lower than the mean value required in the standard aforementioned.

Keywords: impregnation of wood; chromated copper arsenate; quality of preservative

INTRODUÇÃO

Os postes de madeira utilizados em redes de distribuição elétrica e de telefonia no Brasil são produzidos a partir de madeira do gênero *Eucalyptus*. A preferência pela utilização das espécies desse gênero está associada a algumas vantagens, tais como rápido crescimento e incremento anual, propriedades mecânicas adequadas e al-

burno com boa permeabilidade, esta última que permite o tratamento da madeira com produtos preservativos. A principal desvantagem em utilizar postes de madeira é, justamente, pela madeira ser um material de origem orgânica, susceptível ao ataque de organismos xilófagos.

Nos postes de madeira, em condição de uso, os organismos xilófagos que causam a degradação biológica da madeira, de forma mais expres-

¹Doutorando Engenharia Civil. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina - Rua João Pio Duarte Silva, Florianópolis-SC, Brasil - Caixa Postal 476 - 88040900 - E-mail: eduardoschneid87@gmail.com

²Professor Adjunto do Curso de Engenharia Industrial Madeireira. UFPel - Universidade Federal de Pelotas - Rua Conde de Porto Alegre 793, Pelotas - RS - 96010-290 - E-mail: darcigatto@yahoo.com

³Doutorando em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Florestais e da Madeira. UFPR - Universidade Federal do Paraná - Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Curitiba- PR - 80210-170 - E-mail: pedrocademartori@gmail.com

siva, são os fungos apodrecedores e os cupins subterrâneos que agem, principalmente, na região de afloramento (BUENO, 2001).

Uma vez que a madeira a ser utilizada tem baixa resistência natural à degradação biológica, faz-se necessário que as peças sejam tratadas, a fim de aumentar sua vida útil de serviço. Atualmente, entre os métodos de preservação utilizados por indústrias do setor, os mais eficientes são aqueles aplicados em autoclave, sob condições de vácuo e pressão, denominados como célula-cheia. Nesse método de tratamento, o preservativo mais utilizado é o Arseniato de Cobre Cromatado (CCA).

No entanto, para garantir durabilidade à madeira contra os agentes biodegradadores, o tratamento de impregnação deve ser adequado e eficiente. Wolfe (1999) propõe que, a degradação dos postes de madeira de forma precoce está associada a três fatores: baixa penetração do preservativo; inadequada retenção do preservativo e uso de substâncias preservativas de baixa qualidade.

Dessa forma, a qualidade dos tratamentos deve ser avaliada, os principais parâmetros de avaliação são a penetração e a retenção do preservativo utilizado. A penetração pode ser definida como a profundidade e a distribuição do preservativo na madeira tratada. Já a retenção é a quantidade de solução retida em um determinado volume de madeira. Esses dois parâmetros de qualidade são influenciados pela madeira a ser tratada e pelos procedimentos de tratamento utilizados (GALVÃO et al., 1967; LEPAGE, 1986; SANTINI, 1988).

Conforme Defavari et al. (2007), três fatores tem relação direta com o processo industrial: a pressão aplicada, responsável pela penetração do líquido, ou seja, quanto maior a pressão, maior a penetração da solução preservativa; o tempo de pressão também tem influência na penetração, assim como na retenção do preservativo na madeira; e a temperatura, que tem relação diretamente proporcional a viscosidade do líquido, facilitando a penetração.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade do tratamento por meio da influência da pressão aplicada e tempo de pressão na penetração e retenção da solução hidrossolúvel CCA-C em postes de madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os postes de madeira utilizados no presente estudo foram das espécies *Eucalyptus saligna* e

Eucalyptus cloeziana, sendo que todos os postes tinham comprimento de 12 metros e diâmetro médio de 27,5 cm. Os postes de ambas as espécies foram oriundos de povoamentos florestais, localizados na região metropolitana de Porto Alegre, com idade média de 18 anos.

Os tratamentos químicos para a preservação da madeira foram realizados em autoclave industrial horizontal, utilizando-se a solução química hidrossolúvel Arseniato de Cobre Cromatado tipo C, conhecido como CCA-C, com concentração de 2% de ingrediente ativo. Após cada tratamento, a solução era recuperada e reutilizada para o próximo tratamento.

Antecedendo o tratamento químico, o teor de umidade dos postes foi medido por meio de medidor de resistência elétrica, conforme recomenda a norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013), deve ser inferior a 30%, ou seja, abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF).

Para a impregnação da solução, foi utilizado o processo célula cheia, método de Burnett, que é comumente utilizado para impregnação de soluções hidrossolúveis. Esse processo tem como principais etapas um vácuo inicial, pressão e vácuo final.

Os parâmetros dos tratamentos para impregnação da solução hidrossolúvel CCA-C na madeira de ambas as espécies utilizadas foram: vácuo inicial de 600 mmHg durante 30 minutos, pressão de 10 kgf/cm² ou 12 kgf/cm² durante 60, 90 ou 120 minutos e vácuo final de 600 mmHg durante 15 minutos. O delineamento experimental para os tratamentos preservativos da madeira realizados em autoclave apresenta-se na Tabela 1.

Em cada tratamento, foram tratados em média 40 postes. Após, selecionou-se ao acaso três postes de cada tratamento para as análises de penetração e retenção do CCA-C conforme a norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013), a qual estabelece que para um lote de até 90 postes de madeira, sejam realizados ensaios de penetração e retenção em três postes tratados. Essas análises foram realizadas a partir de baguetas oriundas do alburno de cada poste selecionado. As baguetas foram retiradas perpendicularmente aos anéis de crescimento e diametralmente opostos com o auxílio de uma broca extratora e furadeira elétrica, conforme recomenda norma NBR 6232:2013 (ABNT, 2013). Os locais de coleta das baguetas foram 30 cm distantes da base, na linha de afloramento (distante 180 cm da base) na metade do comprimento do poste e a 30 cm distantes do topo, totalizando oito baguetas por poste.

Tabela 1. Tratamentos dos postes de madeira.**Table 1.** Treatment of wood poles.

Tratamento	Espécie	Pressão (kgf/cm ²)	Tempo de pressão (min)
1	<i>Eucalyptus saligna</i>	10	60
2	<i>Eucalyptus saligna</i>	10	90
3	<i>Eucalyptus saligna</i>	10	120
4	<i>Eucalyptus saligna</i>	12	60
5	<i>Eucalyptus saligna</i>	12	90
6	<i>Eucalyptus saligna</i>	12	120
7	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	10	60
8	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	10	90
9	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	10	120
10	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	12	60
11	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	12	90
12	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	12	120

As baguetas foram devidamente colocadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e enviadas para o Laboratório da Empresa Montanha Química S.A, em São Paulo-SP, onde foram analisadas a penetração e a retenção de ingredientes ativos de CCA-C.

Os ensaios de penetração foram realizados por meio de reações colorimétricas, utilizando a substância cromoazurol S conforme a norma NBR 6232:2013 (ABNT, 2013). Essa substância indica a área que contém o preservante CCA, pois ao detectar a presença de cobre, ocorre uma reação entre o cromo da substância cromoazurol S e o cobre do preservante CCA-C, fazendo com que a madeira adquira uma coloração azul escuro. Os resultados da análise de penetração foram classificados visualmente em profunda/regular e profunda/irregular.

Já para os ensaios de retenção, separou-se a parte correspondente do alburno de cada bagueta, descartando-se a parte do cerne. Determinou-se a massa específica aparente da parte tratável, ou seja, do alburno. Determinada a massa específica aparente, as baguetas foram secas em estufa,

para posteriormente serem moídas em moinho tipo Willey, atingindo uma granulometria de 30 mesh e armazenadas em cubetas de plástico. As análises das retenções do preservativo hidrossolúvel CCA-C foram realizadas em espectrômetro de raios-X, modelo Shimadzu-EDX-720. O resultado da análise de retenção foi expresso em kg/m³ e correspondem aos ingredientes ativos por unidade de volume de madeira tratada.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância em caso de rejeição da hipótese nula, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Os fatores analisados foram espécie, pressão e tempo de tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresentam-se as penetrações obtidas nos postes de madeira tratados das espécies de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. Observa-se que ambas as espécies apresentaram, de maneira geral, maior porcentagem de penetração profunda/irregular.

Tabela 2. Avaliação da penetração do CCA-C em postes de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*.**Table 2.** Classification of penetration of CCA-C poles of *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus cloeziana*.

Espécie	Pressão (kgf/cm ²)	Tempo de pressão (min.)	Nº de postes	
			Profunda/regular	Profunda/irregular
<i>Eucalyptus saligna</i>	10	60	1	2
	10	90	2	1
	10	120	1	2
	12	60	0	3
	12	90	2	1
	12	120	2	1
	Total			8 (44,4 %)
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	10	60	0	3
	10	90	2	1
	10	120	1	2
	12	60	0	3
	12	90	1	2
	12	120	2	1
Total			6 (33,3 %)	12 (67,7 %)

A penetração é influenciada principalmente pela umidade da madeira, presença de pontoações aspiradas e resina, quantidade de albúrnio e pureza da solução preservativa (CAVALCANTE, 1982). O teor de umidade de cada lote dos postes tratados foi abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), o que é recomendado pela norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013). Dessa forma, não se pode afirmar que o teor de umidade contribuiu para uma penetração irregular do preservante na madeira.

Provavelmente, a maior porcentagem de penetração profunda/irregular constatada nesse trabalho, foi influenciada por questões anatômicas. Segundo Sales-Campos et al. (2003), a distribuição ou movimentação de fluidos na madeira pode ser reduzida devido a ocorrência de tilos nos vasos e obstrução da abertura das pontoações por extrativos. Conforme o IPT, a espécie *Eucalyptus saligna* possui vasos numerosos, com diâmetro médio e obstruído por tilos. Para a espécie *Eucalyptus cloeziana*, os vasos são solitários em porosidade difusa e muitas vezes são obstruídos por tiloses (ALVES et al, 2012). Portanto, as características anatômicas dos vasos podem ter sido responsável pela distribuição irregular do preservativo.

Na Figura 1 apresentam-se os valores médios de retenção total de CCA-C em postes de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana* em função da pressão e do tempo de tratamento.

De acordo com a norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013), o mínimo exigido de retenção de CCA-C em postes tratados é 9,6 kg/m³. Sendo assim, o único tratamento nos postes de *Eucalyptus saligna* que obteve retenção média de preservante superior ao recomendado pela norma foi o que utilizou 12 kgf/cm² de pressão durante um período de tempo de 120 minutos, obtendo 9,9 Kg/m³. Nos tratamentos realizados em postes de *Eucalyptus cloeziana*, observa-se

que nenhum tratamento obteve retenção média de CCA-C superior ao exigido pela norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013). Dessa forma, tempo inferior a 120 minutos de tratamento e pressões menores que 12 kgf/cm² não são recomendados como parâmetros de tratamento para postes de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*.

Uma vez que o nível de retenção de CCA-C não está de acordo com o recomendado, aumenta a suscetibilidade dos postes de madeira à degradação biológica, diminuindo a vida útil das peças tratadas. Diante disso, os postes tratados não poderiam ser utilizados em redes elétricas, pois não atendem os parâmetros da norma. Porém, mesmo se instalados, aumentam-se os custos de manutenção e/ou substituição de postes, e ainda coloca-se em risco a estrutura das redes de distribuição elétrica.

Para ambas as espécies tratadas, quanto maior a pressão aplicada, maiores os níveis de retenção média de CCA-C, ou seja, os postes tratados com pressão de 12 kgf/cm² obtiveram valores mais elevados de retenção do preservante hidrossolúvel. Em relação ao tempo de pressão aplicada, ocorreu uma tendência de aumento do nível de retenção média conforme o aumento do tempo, sendo essa tendência mais pronunciada nos postes de *Eucalyptus saligna*.

Conforme Mendes e Alves (1988), os parâmetros de tratamento como pressão e tempo de pressão exercem influência nos níveis de retenção e penetração de preservantes empregados no tratamento de madeira. Segundo Santini (1988), o aumento do tempo de aplicação de pressão resulta em penetrações mais profundas e maiores retenções são obtidos. Porém, mesmo que esse parâmetro não afete as propriedades da madeira durante o tratamento, a utilização de tempos elevados não é desejável sob o ponto de vista econômico, pois aumenta o custo operacional.

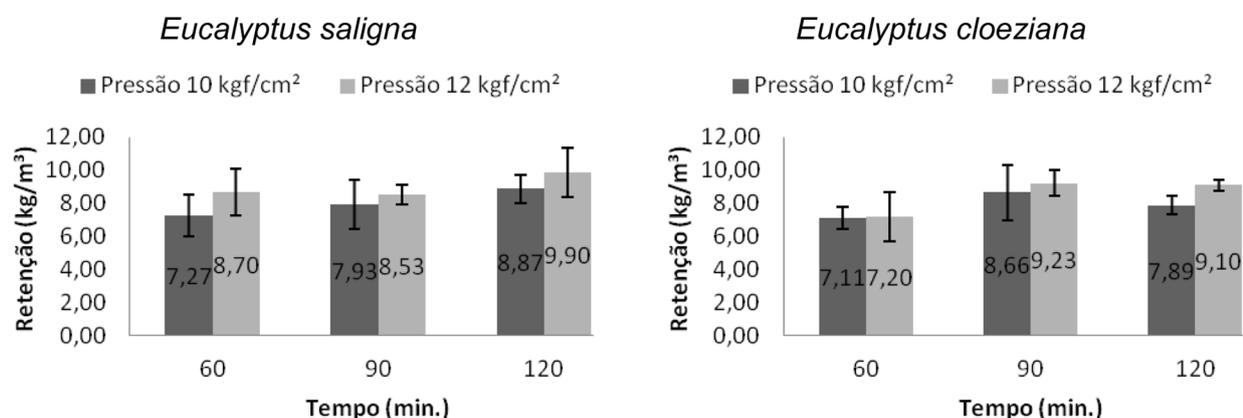


Figura 1. Retenção de CCA-C em postes de madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. As barras de intervalo correspondem ao coeficiente de variação em cada tratamento.

Figure 1. Retention of CCA-C wood poles of *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus cloeziana*. The bars correspond to the range of variation coefficient in every treatment.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de retenção de cada ingrediente ativo e total de CCA-C após serem realizadas análises de variância fatorial considerando como fatores a espécie, pressão aplicada e tempo de pressão. A partir disso, constatou-se que os fatores espécie, pressão e tempo mostraram-se individualmente significativos, enquanto que nenhuma das interações entre os fatores foram significativas em nível de probabilidade de 95%.

Observa-se que para o fator espécie, apenas os óxidos de cobre (CuO) e óxidos de arsênio (As₂O₅) apresentaram diferença estatística significativa. Já para o fator pressão, apenas o CuO não apresentou diferença estatística significativa, diferentemente dos demais óxidos e da retenção total.

Para o fator tempo, todos os óxidos (CrO₃, CuO e As₂O₅) e a retenção total apresentaram diferença estatística significativa entre os tempos de 60 e 120 minutos. Dessa forma, evidencia-se que o tempo de aplicação de pressão durante o tratamento provocou maiores níveis de retenção dos ingredientes ativos do CCA-C.

Os resultados encontrados no presente trabalho foram semelhantes ao encontrado na literatura. Lima (2012) e Evangelista (2011) relataram que o aumento do tempo de tratamento proporciona maiores níveis de retenção. Já Moreno et al. (2008) mencionam que além do tempo, a pressão também influencia a retenção do produto preservante.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas as proporções de cada óxido em postes tratados de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*.

Tabela 3. Valores médios para a análise de retenção de cada ingrediente ativo presente no CCA-C.

Table 3. Mean values for retention analysis of each active ingredient present in CCA-C.

Fator		Retenção (kg/m ³)			
		CrO ₃	CuO	As ₂ O ₅	Total
Espécie	<i>Eucalyptus saligna</i>	3,91 a	1,82 a	2,82 a	8,53 a
	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	4,22 a	1,55 b	2,43 b	8,20 a
Pressão (kgf/cm ²)	10	3,88 a	1,62 a	2,46 a	7,96 a
	12	4,24 b	1,75 a	2,79 b	8,78 b
Tempo (minutos)	60	3,72 a	1,51 a	2,35 a	7,57 a
	90	4,21 ab	1,71 ab	2,67 ab	8,59 ab
	120	4,27 b	1,83 b	2,84 b	8,94 b

Valores na coluna seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 95% de probabilidade.

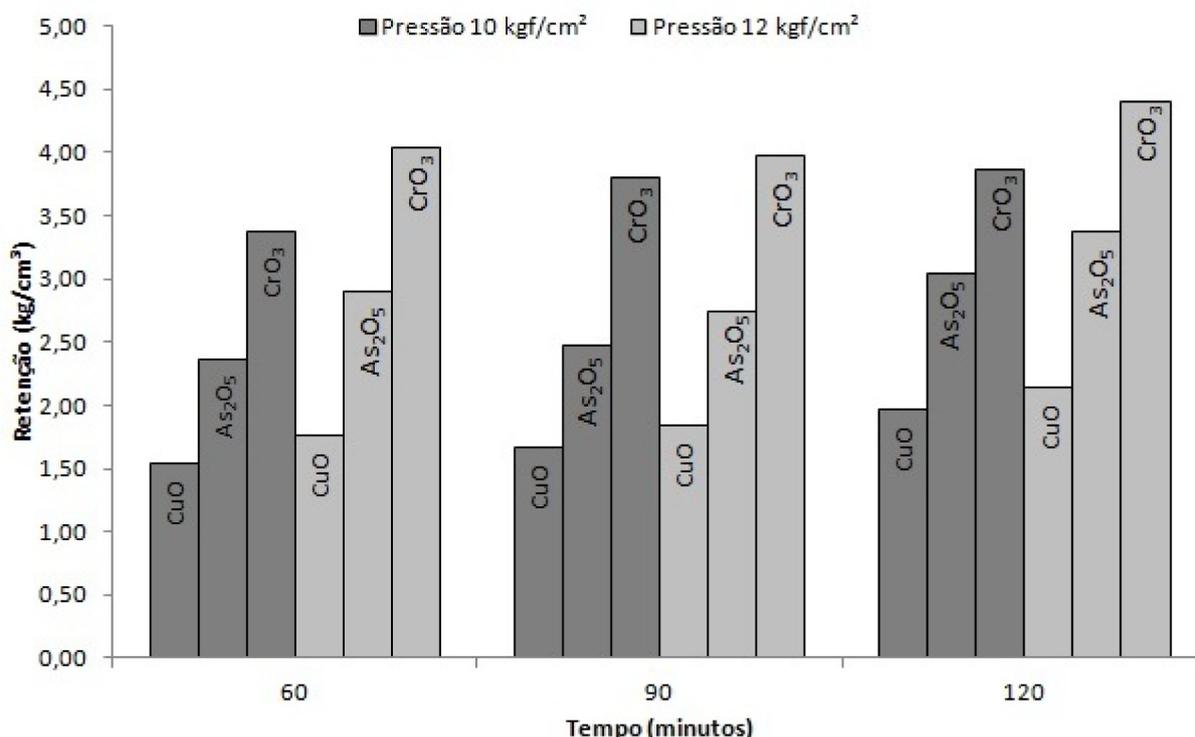


Figura 2. Retenção de cada ingrediente ativo presente no CCA-C nos tratamentos preservativos em postes de *Eucalyptus saligna*.

Figure 2. Retention of each active ingredient present in the CCA-C preservative treatments on poles of *Eucalyptus saligna*.

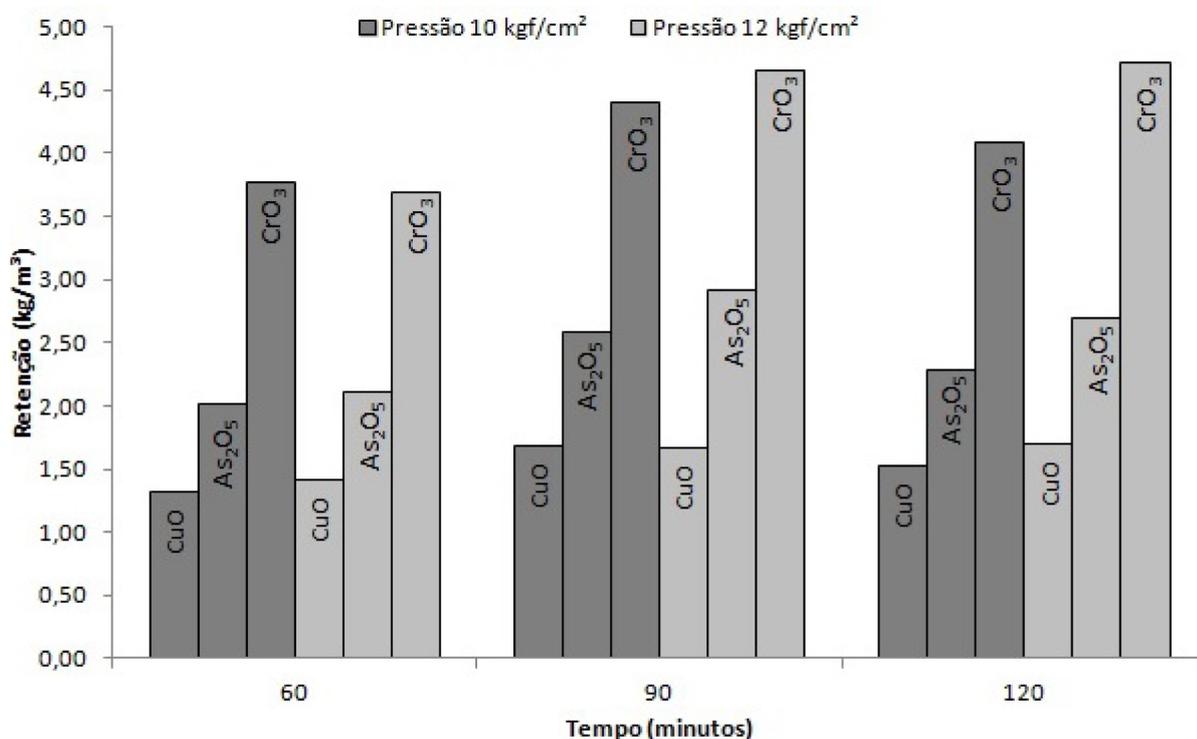


Figura 3. Retenção de cada ingrediente ativo presente no CCA-C nos tratamentos preservativos em postes de *Eucalyptus cloeziana*.

Figure 3. Retention of each active ingredient present in the CCA-C preservative treatments on poles of *Eucalyptus cloeziana*.

De acordo com a norma NBR 16202:2013 (ABNT, 2013) a composição química da solução CCA-C deve apresentar 18,5% de CuO, 47,5% de Cr₃O e 34,0% de As₂O₅. Dessa forma, observa-se na Figura 2 que em todos os tratamentos a porcentagem de CuO na madeira tratada é superior ao recomendado, o que, conseqüentemente, torna o percentual dos demais óxidos (As₂O₅ e Cr₃O) inferior ao recomendado pela norma.

Já para os postes da espécie *Eucalyptus cloeziana* (Figura 3) verifica-se que em todos os tratamentos a porcentagem de As₂O₅ na madeira tratada é inferior ao recomendado, ocorrendo o oposto para o CrO₃ que apresenta porcentagem superior. Já os valores para o CuO mostraram-se próximos ao recomendado, com pequenas elevações em alguns tratamentos (tempo de 60 min. e pressão de 12 kgf/cm²; tempo de 90 minutos e pressão de 10 kgf/cm²; tempo de 120 minutos e pressão de 10 kgf/cm²).

Rak e Clarke (1975) enfatizaram que o problema recorrente em usinas de tratamento de madeira que utilizam CCA como solução preservante, é o fato do desbalanceamento e a formação de depósitos no tanque de trabalho decorrente da adição da solução recuperada no final do processo. Um procedimento adequado para a atenuação do desbalanceamento da solução é a complementação de solução de CCA nova. Os

autores ainda relataram que na saída da solução após o vácuo final, aumenta-se a proporção relativa de sais de cobre, com um pronunciado decréscimo dos sais de cromo, enquanto que a variação do arsênio é menos pronunciada. Assim, no final de vários tratamentos, a formulação do CCA pode ser bem diferente da inicial.

No presente estudo, observou-se um desbalanceamento da solução preservante em ambas as espécies utilizadas, porém os resultados encontrados para os postes de *Eucalyptus saligna* corroboraram com o apresentado pelos autores citados, pois o óxido de cobre (CuO) apresentou-se em maior porcentagem na madeira. Já nos postes da espécie *Eucalyptus cloeziana*, observou-se que o decréscimo ocorreu no arsênio (As₂O₅) e um aumento no cromo (Cr₃O), mas os resultados encontrados diferenciaram-se do relatado por Rak e Clarke (1975).

O desbalanceamento da solução pode ter influência direta na vida útil dos postes. Conforme Willians et al. (1991), o cromo tem função de fixar, o cobre ação fungicida e o arsênio ação inseticida. Portanto, se a retenção de As₂O₅ for inferior ao recomendado, os postes de madeira ficarão mais suscetíveis ao ataque de insetos. Da mesma forma ocorre se a retenção de CuO for deficiente, ou seja, a madeira dos postes não apresentará resistência aos fungos.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a penetração para ambas as espécies foi classificada, na maioria dos postes, como profunda/irregular. A retenção total de CCA-C aumentou conforme a pressão aplicada e o tempo de tratamento. Já na retenção de cada ingrediente ativo do preservativo, notou-se um desbalanceamento na solução.

Recomenda-se que o tratamento de postes de madeira para as espécies estudadas não utilizem pressões inferiores a 12 kgf/cm² e com tempo de 120 minutos. Já em relação à solução preservante CCA-C deve-se manter um controle de qualidade, minimizando o desbalanceamento dos ingredientes ativos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16202**: Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição. Rio de Janeiro, 2013. 65 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6232**: Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão. Rio de Janeiro, 2013. 20 p.

ALVES R. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; MOTTA, J. P.; PAES, J. B. Caracterização Anatômica Macroscópica de Madeiras Folhosas Comercializadas no Estado do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*. Rio de Janeiro, n. 19, p. 352-361. 2012.

BUENO, O. C. Controle biorracional de cupins em postes de madeiras. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA ELÉTRICA, Brasília, 2001. *Anais...* Brasília: UnB, 2001. p. 135-158.

CAVALCANTE, M. S. **Deterioração biológica e preservação de madeira**. São Paulo: IPT, 1982, 41 p.

DEFAVARI, F. R.; MIZUTA, D.; JANKOWSKY, I. P. Permeabilidade do Cerne de *Eucalyptus grandis* na impregnação com hidrossolúveis em autoclave. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 15, São Paulo, 2007. *Resumos...* Piracicaba: USP, 2007. p. 15.

EVANGELISTA, W. V. **Penetração e retenção de arseniato de cobre cromatado em madeira de eucalipto**. 2011. 126 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

GALVÃO, A. P. M.; BARBIN, D.; CARVALHO, C. M. Contribuição ao estudo da eficiência dos processos de difusão simples e dupla no tratamento de moirões de eucalipto, através de análise química. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 6, n. único, p. 301-324, 1967.

LEPAGE, E. S. **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1986, 2 v.

LIMA, F. C. C. **Avaliação de nove espécies de *Eucalyptus spp.* em tratamento preservativo industrial**. 2012. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MENDES, A. S.; ALVES, M. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/DPq-LPF, 1988. 86 p.

MORENO, G.; PAN, E.; WOTTITIZ, A.; CARRANZA, M. E.; SEGIENOWICZ, R. Impregnación de la madera de orígenes de *Pinus taeda* implantados en la localidad de Famaillá, Provincia de Tucumán. *Quebracho*, Santiago del Estero, n. 15, p. 42-46. Jun. 2008.

RAK, J. R.; CLARKE, M. R. Stability and precipitation of CCA formulations at various temperatures. Part I. Investigation under model conditions using D-Glucose as reducing agent. *Forest Products Journal*, Madison, v. 25, n. 8, p. 42-48, 1975.

SANTINI, E. J. **Biodegração e preservação da madeira**. Santa Maria: UFSM, 1988. 125 p.

SALES-CAMPOS, C.; VIANEZ, B. F.; MENDONÇA, M. S. Estudo da variabilidade da retenção do preservante CCA tipo A na madeira de *Brosimum rubescens* Taub. Moraceae (pau-rainha) uma espécie madeireira da região amazônica. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 6 p. 845-853, 2003.

WILLIAMS, G.R; CORNFIELD, J.A.; ANDERSON, D.G. Waterbased fixed preservatives. In: THOMPSON, R. (Ed.) **The chemistry wood preservation**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1991. p. 323.

WOLFE, R. W. Round timbers and ties. **USDA Forest Service FPL General Technical Report**, Madison, n. 113, p.18-1-18-9, 1999.

Recebido em 27/06/2013

Aceito para publicação em 11/11/2013

