

# CORROSÃO DE PARAFUSOS FIXADOS À MADEIRA TRATADA COM SOLUÇÕES DE CREOSOTO VEGETAL<sup>1</sup>

Juarez Benigno Paes<sup>2</sup>, Benedito Rocha Vital<sup>3</sup>, Ricardo Marius Della Lucia<sup>3</sup> e Terezinha Maria Castro Della Lucia<sup>4</sup>

**RESUMO** - O objetivo desta pesquisa foi avaliar a corrosão de parafusos auto-rosqueáveis fixados à madeira tratada com soluções preservativas preparadas com creosoto vegetal, em condições de campo. Obteve-se o creosoto vegetal bruto por meio da destilação à temperatura de 110 – 255°C do alcatrão vegetal. Uma fração dos destilados foi lavada com solução a 9% de bicarbonato de sódio, obtendo-se o creosoto vegetal purificado. Ambas as frações foram enriquecidas com 3% de naftenato de cobre; 3% de naftenato de zinco; 3% naftenato de cobalto; 2% de TBTO; 2% de tribromofenato de tubutil-estanho; 2% de pentaclorofenol; ou 0,4% de trióxido de arsênico. Foram preparadas 16 soluções, sendo 14 enriquecidas, além do creosoto vegetal bruto e do creosoto vegetal purificado. Estacas confeccionadas com madeira de alburno de *Eucalyptus grandis* foram tratadas pelo processo de célula-cheia (processo Bethell). Após o tratamento, parafusos auto-rosqueáveis de ferro zincado foram fixados às estacas. O ensaio foi instalado em três localidades da Zona da Mata de Minas Gerais (Viçosa, Ponte Nova e Leopoldina). A corrosividade das soluções de creosoto vegetal foi comparada à causada pelo creosoto mineral. As soluções preparadas com creosoto vegetal purificado foram menos corrosivas que suas similares preparadas com creosoto vegetal bruto, assemelhando-se ao creosoto mineral.

Palavras-chave: Creosoto vegetal, creosoto mineral e teste de corrosão.

## ***CORROSION OF SCREWS FIXED INTO WOOD TREATED WITH WOOD TAR CREOSOTE SOLUTIONS***

**ABSTRACT** - *The objective of this research was to evaluate the corrosion of screws fixed into wood treated with preservative solutions of wood tar creosote. The crude wood tar creosote was obtained through distillation of wood tar at 110 - 255°C. A fraction of this product was washed with a solution of sodium bicarbonate at 9%, resulting in purified wood tar creosote. Both fractions were enriched with 3% of copper naphthenate, 3% of zinc naphthenate, 3% of cobalt naphthenate, 2% of TBTO, 2% of tributyl-tin tribromophenol, 2% of pentachlorophenol, or with 0.4% of arsenic trioxide. A total of 16 preservative solutions were prepared, of which 14 were enriched, besides the crude wood tar creosote and the purified wood tar creosote. Stakes made of *Eucalyptus grandis* sapwood were treated following the full-cell process (Bethell's process). After the stakes treatment, screws of iron covered with zinc were fixed into the wood stakes. The assay was carried out in three locations (Viçosa, Ponte Nova and Leopoldina - in Zona da Mata, Minas Gerais, Brazil). The corrosiveness of solutions of wood tar creosote was compared with the one caused by coal tar creosote. The solutions with purified wood tar creosote were less corrosive than those prepared with crude wood tar creosote, being similar to the coal tar creosote.*

Key words: Wood tar creosote, coal tar creosote and corrosion test.

---

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 2.2.2000.

Aceito para publicação em 20.6.2002.

<sup>2</sup> Dep. de Engenharia Florestal da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 58700-970 Patos-PB. <sup>3</sup> Dep. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36571-000 Viçosa-MG; <sup>4</sup> Dep. de Biologia Animal da UFV.

## 1. INTRODUÇÃO

O creosoto vegetal, a exemplo de uma gama de outros produtos, apresenta em sua composição química substâncias tóxicas a organismos xilófagos. É um produto de fonte renovável, que no entanto não vem sendo utilizado para o tratamento de madeiras, principalmente devido à falta de pesquisas que visem melhorias nas suas características preservativas.

A eficiência do creosoto vegetal a fungos e a insetos xilófagos tem sido comprovada por várias pesquisas (Elder, 1979; Jankowsky et al., 1981; Jankowsky, 1986). Mesmo assim, poucos esforços têm sido dispensados com o intuito de destilar um produto de qualidade uniforme, que venha proporcionar ao creosoto de madeira características mais apropriadas para o emprego no tratamento de madeiras para os mais variados fins (Findlay, 1985).

Além da falta de uniformidade, os alcatrões de madeira de folhosas possuem caráter ácido. Assim sendo, seus creosotos podem ter conteúdo ácido elevado, a menos que se adotem precauções especiais durante a destilação e os processos de refino (Hunt & Garratt, 1967). A acidez do creosoto vegetal é desvantajosa, pois os ácidos, que são principalmente o acético e o fórmico, corroem o ferro e o aço, tornando o preservativo inadequado para tratamentos industriais, a menos que seu conteúdo de ácidos carboxílicos seja muito baixo (Hunt & Garratt, 1967; Jankowsky, 1986). Jankowsky (1986) relatou que o modo mais viável de solucionar o problema é efetuar a retificação do creosoto, visando a eliminação dos ácidos. Outra alternativa, caso o creosoto continue corrosivo, seria a adição de produtos inibidores da corrosão.

A purificação ou a neutralização dos ácidos do creosoto vegetal e o enriquecimento das substâncias fenólicas presentes no mesmo poderão trazer grandes benefícios à utilização desse preservativo. Sendo o creosoto de madeira menos viscoso que o mineral (Richardson, 1993), ele terá grande penetração na madeira, reduzindo, deste modo, tempo e pressões de tratamento.

A determinação da corrosividade de um produto químico a metais pode ser em nível de laboratório ou em condições de serviços em contato com a madeira tratada. Os testes de laboratório podem fornecer importantes informações sobre a interação entre líquidos preservativos e equipamentos da planta de preservação de madeira, como também sobre o efeito da madeira tratada em metais empregados para sua fixação (Wilkinson, 1979). Para

Cavalcante (1976), o grau de corrosão causada a metais em contato com a madeira é dependente das condições de uso da madeira.

O teste de corrosão de metais, como pregos e parafusos, em contato com a madeira tratada envolve o tratamento de blocos com o preservativo a ser testado. Após estocagem por vários meses, a várias temperaturas e umidades relativas, a ocorrência de corrosão é determinada (Wilkinson, 1979).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal na corrosão de parafusos fixados à madeira tratada, em condições de campo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Obtenção, Destilação do Alcatrão e Purificação do Creosoto Vegetal

O alcatrão vegetal utilizado nesta pesquisa foi produzido pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), em Bom Despacho- MG. O produto foi proveniente de fornos de alvenaria e recuperado como subproduto da carbonização das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *E. cloeziana* F. Muell. ( $\pm$  50% de cada espécie).

Para produção das soluções preservativas, o alcatrão foi destilado a temperaturas compreendidas entre 110 e 255 °C, à pressão atmosférica, em retorta de cobre de 20 l de capacidade, destilando-se 12 l de cada vez. Os vapores da destilação foram condensados por uma bateria de três condensadores "Liebig", ligados em série.

Por meio da destilação do alcatrão foi obtido o creosoto vegetal bruto. Já o creosoto vegetal purificado foi obtido ao lavar o creosoto vegetal bruto com uma solução a 9% de bicarbonato de sódio.

### 2.2. Preparo das Soluções Preservativas

As soluções de creosoto vegetal foram utilizadas puras ou enriquecidas com várias substâncias químicas, visando obter as soluções preservativas a serem utilizadas no tratamento das estacas de alburno de *E. grandis*, conforme o Quadro 1.

Assim, foram obtidas 16 soluções preservativas, sendo 14 enriquecidas (sete com creosoto vegetal bruto

e sete com creosoto vegetal purificado), as quais foram testadas e comparadas a duas testemunhas: uma com madeira tratada com creosoto mineral e outra com madeira de alburno de *E. grandis* sem tratamento preservativo.

Os produtos e as concentrações usados no preparo das soluções preservativas foram baseados no que se usa para o creosoto mineral (Lumsden, 1960; Hartford, 1973; Wilkinson, 1979; Richardson, 1993).

### 2.3. Corrosão de Metais em Contato com a Madeira Tratada

Para testar a corrosão de metais em contato com a madeira tratada, foram utilizados parafusos auto – rosqueáveis de ferro zincado de 3,8 x 22,0 mm. Estes foram fixados às estacas destinadas ao ensaio de apodrecimento acelerado de campo.

As estacas foram tratadas pelo processo de célula-cheia (processo Bethell). Para confecção das estacas foram seguidas as indicações do método-padrão sugerido pela IUFRO (Becker, 1970). Após o tratamento preservativo e a climatização das estacas (Paes, 1997), os parafusos foram fixados na face longitudinal da madeira, no centro das estacas, a 2,5 cm de seu topo. As estacas foram implantadas em três localidades da Zona da Mata de Minas Gerais (Viçosa, Ponte Nova e Leopoldina).

O efeito corrosivo das soluções preservativas foi avaliado pela perda de massa causada aos parafusos, após seis meses de instalação dos ensaios de campo.

### 2.4. Avaliação dos Resultados

Na avaliação dos resultados foi empregado o delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial.

Para comparação da corrosividade das soluções de creosoto vegetal com as testemunhas, foram analisados os seguintes fatores: tratamentos, com 18 níveis (16 soluções preservativas e duas testemunhas); localidades, com três níveis (Viçosa, Ponte Nova e Leopoldina); e a interação entre estes fatores.

Na análise do efeito da purificação do creosoto vegetal em suas características corrosivas, os tratamentos propostos no Quadro 1 foram agrupados em função dos produtos químicos utilizados para enriquecimento, e analisados sem a presença das testemunhas. Neste caso, foram analisados os seguintes fatores: preservativos, com oito níveis; creosotos, com dois níveis (bruto e purificado); localidades, com três níveis; e a interação entre os fatores. O resultado desta análise é apresentado e discutido logo após as análises completas, tendo todos os tratamentos sido avaliados. Na análise e avaliação dos resultados foi empregado o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

**Quadro 1** – Soluções preservativas preparadas com creosoto vegetal  
**Table 1** – Preservative solutions prepared with wood tar creosote

Creosoto Vegetal	Tratamento/Solução Preservativa
1 – Creosoto vegetal bruto	1 - creosoto 1 puro 2 - creosoto 1 + 3% de naftenato de cobre 3 - creosoto 1 + 3% de naftenato de zinco 4 - creosoto 1 + 3% de naftenato de cobalto 5 - creosoto 1 + 2% de óxido de tributil-estanho (TBTO) 6 - creosoto 1 + 2% de tribromofenato de tributil-estanho 7 - creosoto 1 + 2% de pentaclorofenol 8 - creosoto 1 + 0,4% de trióxido de arsênico
2 – Creosoto vegetal purificado	9 - creosoto 2 puro 10 - creosoto 2 + 3% de naftenato de cobre 11 - creosoto 2 + 3% de naftenato de zinco 12 - creosoto 2 + 3% de naftenato de cobalto 13 - creosoto 2 + 2% de óxido de tributil-estanho (TBTO) 14 - creosoto 2 + 2% de tribromofenato de tributil-estanho 15 - creosoto 2 + 2% de pentaclorofenol 16 - creosoto 2 + 0,4% de trióxido de arsênico
Testemunhas	17 - creosoto mineral 18 - madeira de alburno sem tratamento

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos resultados obtidos aos seis meses da instalação do experimento acusou diferenças significativas apenas entre os tratamentos. Os resultados, quando analisados pelo teste de média (Quadro 2), evidenciaram que a solução 6, contendo tribromofenato de tributil-estanho, foi a que causou maior corrosividade aos parafusos. As soluções 5, 8, 1, 4, 2, 3 e 7 não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Também não foram observadas diferenças estatísticas entre as soluções 14, 16, 15, 9, 13, 11, 10 e 12.

Observou-se também que todas as soluções preparadas com creosoto vegetal purificado apresentaram efeito corrosivo, não diferenciando do creosoto mineral (tratamento 17), nem da testemunha, confeccionada com madeira de alburno de *E. grandis* não-tratada (tratamento 18).

Na análise em que se fez a comparação do efeito corrosivo entre as soluções preparadas com o creosoto vegetal bruto e purificado, notou-se que o efeito da interação entre preservativos e creosotos foi significativo. Por meio do desdobramento do efeito e da análise pelo teste de médias (Quadro 3), observou-se que para as

**Quadro 2** – Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para perda de massa (%), para todos os tratamentos

**Table 2** – Multiple comparisons among averages by the Tukey's test, for mass loss (%), for all treatments

Tratamento	Média	Comparação
6	1,582	a
5	1,153	b
8	1,148	b
1	1,047	bc
4	1,038	bc
2	0,938	bcd
3	0,957	bcde
7	0,918	bcdef
14	0,710	cdefg
16	0,710	cdefg
15	0,638	defg
9	0,632	defg
13	0,616	efg
11	0,580	fg
10	0,567	fg
12	0,473	g
17	0,456	g
18	0,412	g

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade.

**Quadro 3** – Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a perda de massa (%), para o efeito da purificação do creosoto vegetal

**Table 3** – Multiple comparisons among averages by the Tukey's test, for mass loss (%) and wood tar creosote purification effect

Efeito das Soluções Preservativas na Corrosão Causada pelos Creosotos								
Creosoto 1			Creosoto 2					
Preservativo	Média	Comparação	Preservativo	Média	Comparação			
6	1,582	a	14	0,710	A			
5	1,153	b	16	0,710	A			
8	1,148	b	15	0,638	A			
1	1,047	b	9	0,632	a			
4	1,038	b	13	0,616	a			
2	0,983	b	11	0,580	a			
3	0,957	b	10	0,567	a			
7	0,918	b	12	0,473	a			
Efeito dos Creosotos na Corrosão dos Parafusos para as Soluções Preservativas								
Preservativos 1 e 9			Preservativos 2 e 10			Preservativos 3 e 11		
Creosoto	Média	Comparação	Creosoto	Média	Comparação	Creosoto	Média	Comparação
1	1,047	a	1	0,983	a	1	0,957	a
2	0,632	b	2	0,567	b	2	0,580	b
Preservativos 4 e 12			Preservativos 5 e 13			Preservativos 6 e 14		
Creosoto	Média	Comparação	Creosoto	Média	Comparação	Creosoto	Média	Comparação
1	1,038	a	1	1,153	a	1	1,582	a
2	0,473	b	2	0,616	b	2	0,710	b
Preservativos 7 e 15			Preservativos 8 e 16					
Creosoto	Média	Comparação	Creosoto	Média	Comparação			
1	0,918	a	1	1,148	a			
2	0,638	b	2	0,710	b			

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade.

soluções preparadas com creosoto vegetal bruto a solução 6 foi mais corrosiva que as demais, que não diferiram estatisticamente entre si. As soluções preparadas com creosoto vegetal purificado (creosoto 2) apresentaram-se iguais, pelo teste de médias empregado.

Pela análise do efeito dos creosotos na corrosão dos parafusos para as soluções preservativas, observou-se que as soluções preparadas com o creosoto 2 foram menos corrosivas que as preparadas com o creosoto vegetal bruto (creosoto 1), o que ocorreu para todos os tratamentos.

#### 4. CONCLUSÕES

- As soluções preparadas com o creosoto vegetal bruto são corrosivas a metais, no entanto a corrosividade foi reduzida pela lavagem com solução a 9% de bicarbonato de sódio e atingiu os valores apresentados pelo creosoto mineral.
- O fato de as soluções preparadas com creosoto vegetal purificado serem menos corrosivas que as suas similares indicou que, com tratamentos adequados, podem-se obter produtos derivados do creosoto vegetal com boas características para serem utilizados no tratamento da madeira.
- O tribromofenato de tributílo-estanho não deve ser utilizado para o enriquecimento do creosoto vegetal, pois proporciona aumento na corrosividade da solução preservativa.
- As diferenças climáticas existentes entre as localidades onde o experimento foi instalado não foram suficientes para provocar diferenças significativas na corrosão dos parafusos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, G. Método padrão sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de Madeiras**, v. 1. n. 4, p. 205-216, 1970.
- CAVALCANTE, M. S. Corrosão em metais causada por preservativos de madeira. **Preservação de Madeiras**, v. 6/7, n. 1, p. 21-8, 1976.
- ELDER, T. J. J. **The characterization and potential utilization of phenolic compounds found in a pyrolytic oil**. Austin: Graduate College of Texas A & M University, 1979. 91 p. Thesis (Ph.D.) - Graduate College of Texas A & M University, 1979.
- FINDLAY, W. P. K. Preservative substances: In: FINDLAY, W. P. K. (Ed.). **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 1985. p. 59-74.
- HARTFORD, W. H. Chemical and physical properties of wood preservatives and wood-preservative systems. In: NICHOLAS, D. D. (Ed.). **Wood deterioration and its preservation by preservative treatments: preservatives and preservative systems**. Syracuse: Syracuse University Press, 1973. v. 2. p. 1-120.
- HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3.ed. New York: McGraw Hill, 1967. 433 p.
- JANKOWSKY, I. P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus spp.*, como preservativos para madeiras**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1986. 159 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, 1986.
- JANKOWSKY, I. P.; KRUGNER, T. L.; FREIRE NETO, A. O. L. **Estudo preliminar sobre a toxidez do alcatrão e do creosoto da madeira em relação ao fungo *Polyporus fumosus***. Piracicaba: IPEF, 1981. 6 p. (Circular Técnica, 137).
- LUMSDEN, G. Q. Fortified wood preservative for southern pine poles. **Forest Products Journal**, v. 10, n. 9, p. 456-462, 1960.
- PAES, J. B. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 143 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RICHARDSON, B. A. **Wood preservation**. 2.ed. London: E & FN SPON, 1993. 266 p.
- WILKINSON, J. G. **Industrial timber preservation**. London: The Rentokil Library/Associated Business-Press, 1979. 532 p.