

**DURABILIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus urophylla* S. T.
BLAKE PRESERVADA POR PROCESSOS SEM PRESSÃO -
AVALIAÇÃO DE ENSAIOS DE CAMPO**

A. PAULO MENDES GALVÃO

Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - EMBRAPA
80.000 - Curitiba - PR

IVALDO PONTES JANKOWSKY

ESALQ-USP, Departamento de Ciências Florestais
13400 - Piracicaba - SP

ABSTRACT - The durability of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake fence posts treated by no pressure methods were compared after eleven years in service test, carried out in a sand soil with a 4.3 pH. The mean annual temperature in this region is 20.8°C, ranging from 16.9°C (mean in July, the coldest month) to 23.6°C (mean in January, the hottest month). The precipitation ranges from 23.6 mm to 60.4 mm in the winter and from 223.4 mm to 132.4 mm in the summer. Annual total is 1247.1 mm. The wood was treated by brushing, cold soaking and sap-replacement (single and double diffusion), with the following preservatives: three mixture of chemicals, Wolmanite URT, Boliden K33, pentachlorophenol, and sodium pentachlorophenate and asphalt emulsion. Based on the results and discussion the following conclusions were drawn: 1) the average service life of untreated posts was approximately 2 years. 2) The brushing with asphalt emulsion and sap-replacement with Wolmanite URT did not increase the posts durability. 3) The average life of posts treated with pentachlorophenol 5% in crankcase oil was 8 years, and for the sodium pentachloropenate (sap-replacement) the average life was between 5 and 8 years. 4) The sap-replacement (single diffusion) with Mixture 8, Mixture C and Mixture A. resulted in 9, 10 and 11 years of average life respectively. 5) It is estimated an average life of 13 years for the treatment with Boliden K33, and 17 years for the Mixture A (double diffusion). 6) The sap-replacement in double diffusion gave a better protection for the posts than the sap-replacement in single diffusion.

RESUMO - O presente trabalho compara a durabilidade de moirões de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake preservados, após 11 anos em testes de campo. Os preservativos utilizados foram 3 misturas de produtos químicos, Wolmanite URT, Bolidem K-33, pentaclorofenol, pentaclorofenato de sódio e tinta de asfalto. Na impregnação das peças adotaram-se o pincelamento, a imersão a frio e a absorção por transpiração radial (difusão simples e dupla). Baseando-se nos resultados obtidos e na discussão dos mesmos, as seguintes conclusões podem ser tiradas: 1) A durabilidade dos moirões de *E. urophylla* sem tratamento é de aproximadamente dois anos. 2) O pincelamento com tinta de asfalto e a absorção por transpiração radial com Wolmanite URT não contribuíram para aumentar a durabilidade dos moirões. 3) Os moirões tratados por imersão a frio com pentaclorofenol em solução de óleo queimado a 5% de concentração apresentaram uma duração média de

oito anos, sendo que o pentaclorofenato de sódio aplicado através da absorção por transpiração radial conferiu uma duração média entre cinco e oito anos. 4) O método de absorção por transpiração radial (difusão simples) com a Mistura a, a Mistura C e a Mistura A resultou em uma duração média de 9, 10 e 11 anos, respectivamente. 5) É prevista uma duração de 13 anos para o tratamento com o Boliden K-33, e de 17 anos para o tratamento com a Mistura A por difusão dupla. 6) Das variantes do processo de absorção por transpiração radial, com a Mistura A, a difusão dupla mostrou-se mais eficiente do que a difusão simples.

INTRODUÇÃO

A durabilidade da madeira preservada é influenciada principalmente pela qualidade do preservativo, pelas características anatômicas da madeira, pelo processo utilizado para o tratamento, e pelas condições ambientais a que a peça tratada está exposta. GJOVIK & BAECHLER (1977) discutem a seleção e a produção de madeira preservada em função desses fatores.

Os processos de tratamento denominados práticos ou sem pressão apresentam a vantagem de utilizarem um mínimo de equipamentos, o que possibilita o seu uso em propriedades rurais. A descrição desses processos é apresentada por LEPAGE (1975) e GALVAO (1975), dentre outros autores.

A eficiência dos métodos de tratamento geralmente é avaliada através de testes de campo ou provas de serviço. Estudos nesse sentido têm sido conduzidos por diversos autores, tais como BLEW & KULP (1964), CHUDNOFF et alii (1967), MILLER & GRAHAM (1971), GALVAO (1972), WATANABE & CAVALCANTE (1972/73), DAVIDSON (1977), MILANO (1978/79) e LOPEZ & LEPAGE (1985). Os resultados obtidos mostram que a madeira preservada com produtos como o pentaclorofenol, sulfato de cobre, bicromato de potássio, arseniato de sódio, arseniato de cobre e preservativos hidrossolúveis tipos CCA ou CCB tem apresentado uma durabilidade maior que a madeira sem tratamento, mesmo quando aplicados por meio de processos sem pressão.

Dentre os processos testados, mostram-se mais eficientes os de substituição de seiva por difusão simples e dupla para os preservativos hidrossolúveis, e o do banho quente e frio para os preservativos oleosos.

Uma avaliação da durabilidade da madeira preservada por processos práticos e utilizando vários produtos é apresentada neste trabalho, que visa, dessa forma, contribuir para a determinação da eficiência do tratamento preservativo no país.

MATERIAIS E MÉTODOS

No experimento foram utilizados moirões roliços de **Eucalyptus urophylla** S.T.Blake (Por ocasião da instalação do ensaio e também na divulgação dos primeiros resultados (GALVAO, 1972), a espécie utilizada estava indevidamente classificada como **Eucalyptus alba** Reinw), obtidos de árvores com 5 anos de idade, com 2,5 m de comprimento e diâmetros variando de 6,0cm a 9,0cm.

Procedeu-se a uma distribuição proporcional dos moirões em função do diâmetro, visando homogeneizar os tratamentos.

Como preservadores foram utilizados tinta de asfalto, Wolmanite URT, Boliden K33 (equivalente à Osmose K33 óxido), Dowcide 7 (pentaclorofenol), Dowcide G

(pentaclorofenato de sódio), e misturas preparadas a partir de sais e ácidos indicadas a seguir:

Mistura A = Sulfato de cobre (50%) e Bicromato de potássio (50%)

Mistura B = Cloreto de Zinco em solução à 50% (79%), Bicromato de potássio (18%) e Acido Crômico (3%)

Mistura C = Sulfato de Zinco (80%) e Bicromato de potássio (20%)

Os processos de tratamento adotados foram o pincelamento, a imersão a frio e a absorção por transpiração radial (substituição de seiva). O método de absorção por transpiração radial foi executado através de difusão simples como preconizado por PEREIRA & RUSSO (1961) e através de difusão dupla segundo as recomendações de GALVAO, BARBIN & CARVALHO (1967). A imersão a frio foi efetuada seguindo-se a descrição de GALVAO (1969), sendo que a umidade média das peças na ocasião da impregnação era de 18%. No pincelamento duas demãos de tinta de asfalto aquecida foram aplicadas na superfície dos moirões previamente descascados e secos a 18% de umidade.

Os dez tratamentos preservadores utilizados aparecem na Tabela 1. Para os ensaios de campo adotou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso com dez repetições. Os moirões foram enterrados à profundidade de 0,5 m, ser Ido que a distância entre blocos foi de 1,0 m.

As verificações das condições das peças foram efetuadas periodicamente, seguindo-se as recomendações de BLEW (1962). os moirões eram cuidadosamente examinados com a finalidade de se contatar qualquer alteração e determinar a causa das falhas.

A duração provável das peças é determinada através das curvas de durabilidade média desenvolvidas por MC LEAN (1957). A partir de 10% de peças falhas estima-se a duração média provável, e, quando 60% das peças falham, considera-se atingida a duração média provável.

Inicialmente o ensaio foi instalado em solo com pH de 6,1, 47,6% de argila, 23,3% de limo e 29,1% de areia, onde permaneceu por cinco anos. Posteriormente todos os moirões remanescentes foram transferidos para um solo com pH de 4,3, 16,1% de argila, 12,7% de limo e 71,2% de areia. As normais climatológicas da região, válidas para os dois tipos de solos, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1. Preservadores, processos de preservação e retenção dos tratamentos ensaiados.

| Tratamento | Preservador | Concentração da solução | Solvente | Processo de preservação | Retenção (kg do produto / m ³ de madeira) |
|------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|--|
| I | Mistura A | 1,0% | água | Difusão simples | 16,3 |
| II | Mistura A | 1,0% | água | Difusão dupla | 16,4 |
| III | Mistura B | 1,5% | água | Difusão simples | 15,1 |
| IV | Mistura C | 1,5% | água | Difusão simples | 18,8 |
| V | Boliden K-33 | 1,5% | água | Difusão simples | 11,1 |
| VI | Wolmanite URT | 1,5% | água | Difusão simples | 5,9 |
| VII | Pentaclorofenato de sódio | 1,5% | água | Difusão simples | 8,1 |
| VIII | Tinta de asfalto | - | - | Pincelamento | - |
| IX | Pentaclorofenol | 5,0% | óleo queimado | Imersão a frio | 2,9 |
| X | Testemunha (sem tratamento) | - | - | - | - |

Tabela 2. Normais climatológicas da região do ensaio (de acordo com CERVELLINI et alii, 1973).

| Mês | Temperatura Média (oC) | Umidade Relativa Média (%) | Precipitação Média (mm) |
|-----------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Janeiro | 23,6 | 75,0 | 223,4 |
| Fevereiro | 23,5 | 76,0 | 188,9 |
| Março | 23,1 | 75,0 | 132,4 |
| Abril | 21,1 | 71,0 | 60,8 |
| Mai | 18,4 | 72,0 | 46,6 |
| Junho | 17,0 | 72,0 | 40,6 |
| Julho | 16,7 | 67,0 | 23,6 |
| Agosto | 18,5 | 60,0 | 28,8 |
| Setembro | 20,4 | 60,0 | 60,4 |
| Outubro | 21,5 | 67,0 | 104,5 |
| Novembro | 22,5 | 67,0 | 131,4 |
| Dezembro | 23,2 | 61,0 | 205,7 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados nas Tabelas 3 e 4. A Tabela 3 mostra a ocorrência das falhas durante os 11 anos de acompanhamento do ensaio. Da Tabela 4 constam os resultados detalhados da última inspeção efetuada.

Tabela 3 Ocorrência de falhas durante os 11 anos de acompanhamento do ensaio.

| Tratamento | No. de falhas constatadas durante as inspeções (meses decorridos após instalação de peças) | | | | | | Total |
|------------|--|----|----|-----|-----|-----|-------|
| | 22 | 45 | 60 | 100 | 120 | 134 | |
| I | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 6 |
| II | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| III | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 8 |
| IV | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 7 |
| V | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| VI | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| VII | 0 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 | 10 |
| VIII | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| IX | 0 | 1 | 0 | 5 | 3 | 0 | 9 |
| X | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 |

No exame das Tabelas 3 e 4 pode-se verificar que a durabilidade da madeira não tratada é de, aproximadamente dois anos, e que os tratamentos de pincelamento com tinta de asfalto e absorção por transpiração radial (difusão simples) com Wolmanite URT tem duração semelhante às testemunhas. A duração média dos moirões de **Eucalyptus urophylla** não preservados está de acordo com os resultados obtidos por CHUDNOFF et alii (1967), para **E. robusta** (1,4 ano); e MILANO (1978/79), para **E. saligna** (menos de 2 anos).

As prováveis causas que determinaram a duração média reduzida dos moirões tratados com tinta de asfalto e Wolmanite URT foram discutidas por GALVAO (1972).

Em relação à durabilidade das peças tratadas com pentaclorofenato de sódio e pentaclorofenol observa-se que o hidrossolúvel mostra uma duração média três anos menor que o oleossolúvel. Essa constatação corrobora as observações efetuadas por HUNT & GARRAT (1967), e desaconselha o uso do pentaclorofenato de sódio quando se deseja uma penetração em toda a peça, ficando a sua utilização restrita à aplicação superficial na prevenção do ataque dos fungos manchadores e dos mofos. Por sua vez o pentaclorofenol necessita ser dissolvido em óleo, o que aumenta substancialmente o custo do preservativo e obtém-se uma durabilidade apenas razoável (8 anos). Uma alteração no método utilizado para a impregnação pode aumentar a retenção e, conseqüentemente, a durabilidade. MILANO (1978/79), através do processo de banho quente e frio (cuja execução em relação ao processo de imersão à frio requer um investimento adicional mínimo e tem a vantagem de dispender apenas de seis a oito horas na sua execução) alcançou retenções 3,8 vezes maiores que as atingidas neste experimento, e após oito anos em serviço 92% das peças encontravam-se em perfeito estado de conservação, sendo que os 8% restantes mostravam um leve ataque no alburno e o cerne intacto. Deve-se considerar também que o aumento na retenção significa um aumento no custo da madeira tratada, e não existem ainda dados que permitam verificar se o aumento na durabilidade será proporcional ao acréscimo nos custos da produção.

Tabela 4. Resultados dos ensaios de campo decorridos 11 anos da sua instalação

| Tratamento | Preservativo | Retenção (kg/m ³) | Nº de Peças | Peças removidas após 134 meses em serviço | | | Duração Média (Anos) |
|------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|--|-----|------------------|-------------------------|
| | | | | Nº | % | Causa | |
| I | Mistura A | 16,3 | 10 | 6 | 60 | AP | 11 |
| II | Mistura A | 16,4 | 10 | 1 | 10 | AP | 17(*) |
| III | Mistura B | 15,1 | 10 | 8 | 80 | AP | 9 |
| IV | Mistura C | 18,8 | 10 | 7 | 70 | AP(6); AP + T(1) | 10 |
| V | Boliden K-33 | 11,1 | 10 | 3 | 30 | AP | 13(*) |
| VI | Wolmanite URT | 5,9 | 10 | 10 | 100 | AP(9); AP + T(1) | 2 |
| VII | Pentaclorofenato de sódio | 8,1 | 10 | 10 | 100 | AP(7); AP + T(3) | 5 a 8 |
| VIII | Tinta de asfalto | - | 10 | 10 | 100 | AP(8); AP + T(2) | 2 |
| IX | Pentaclorofenol | 2,9 | 10 | 9 | 90 | AP | 8 |
| X | Testemunha | - | 10 | 10 | 100 | AP(7); AP + T(3) | 2 |

(*) Estimativa baseada no diagrama de MC LEAN

AP = Apodrecimento

T = Térmitas

Considerando-se ainda que o pentaclorofenol, devido à toxidez em relação ao ser humano, é um produto que a curto ou médio prazo será totalmente retirado do mercado, torna-se totalmente desaconselhável a sua utilização para o tratamento de madeiras, principalmente pelo método de de imersão a frio.

Os tratamentos com a Mistura 8, Mistura C e Mistura A aplicados pelo método de transpiração radial por difusão simples mostraram uma vida média de 9, 10 e 11 anos respectivamente. O Boliden K-33 aplicado pelo mesmo método tem sua duração estimada em 13 anos; e a Mistura A, aplicada por difusão dupla, em 17 anos.

Desses resultados ressalta a diferença de eficiência entre os tratamentos com a Mistura A, sendo esperada a superioridade do processo de difusão dupla sobre a difusão simples.

GALVÃO, BARBIN & CARVALHO (1967), estudaram a distribuição e a penetração dos preservativos nos moirões tratados com a Mistura A em difusão simples e difusão dupla, concluindo que no segundo método ocorreu maior movimentação de sais no sentido longitudinal, em direção ao topo, ocasionando uma melhor distribuição do preservativo. Assim, a proteção conferida ao topo dos moirões foi maior, e a faixa protetora formada foi mais uniforme. Os resultados do ensaio de campo confirmam as previsões baseadas nos testes em laboratório e permitem concluir que, dentro das condições deste experimento, o processo de absorção por transpiração radial com difusão dupla foi mais eficiente na preservação de moirões do que o método similar por difusão simples.

GJOVIK & BAECHLER (1977), explicam a melhor eficiência da difusão dupla devido a absorção sucessiva dos produtos químicos fazer com que a reação entre eles ocorra dentro da madeira, depositando dessa forma um composto preservativo que é altamente resistente a lixiviação.

Outra contribuição importante do trabalho desenvolvido por GALVAO, BARBIN & CARVALHO (1967), foi a verificação experimental de que as penetrações dos

preservativos foram maiores na base, decrescendo para o meio e o topo dos moirões, independentemente do método utilizado para a impregnação. Da mesma forma, a concentração dos produtos foi maior na base do que na altura média das peças, tanto externa, quanto internamente. No ensaio de campo verificou-se que 25% dos moirões removidos apresentaram, como causa da remoção, o apodrecimento acentuado na sua metade superior, e aproximadamente metade das peças removidas, devido ao apodrecimento da base mostravam sinais evidentes da ausência de preservativos no topo. Constatou-se também que dos 26 moirões que ainda continuam em serviço, 23 apresentam o topo apodrecido, com diferentes estágios de deterioração.

A alta incidência de apodrecimento na parte superior pode ter sido causada tanto pela lixiviação dos preservativos como pela baixa retenção proporcionada pelo método de preservação utilizado, mas os resultados obtidos em laboratório indicam ser mais provável a segunda hipótese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLEW, J.O. - **Service tests as a means of evaluating wood preservatives and methods of treatment.** Madison, Forest Products Laboratory, 1962. 12p.

BLEW, J.O. & KULP, J.W. - **Service records of treated and untreated fence posts.** Madison, Forest Products Laboratory, 1964. 52p.

CERVellini, A. et alii - Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba (SP). **Boletim Técnico Científico**, Piracicaba (36): 1-26, Mar. 1973.

CHUONOFF, M. et alii - **Preservative treatment and service life of fence posts in Puerto Rico.** Rio Piedras Institute of Tropical Forestry, 1967. 18p.

DAVIDSON, H.L. - **Comparison of wood preservatives In stake tests (1977 Progress Report).** Madison, Forest Products Laboratory, 1977. 80p.

GALVÃO, A.P.M. - A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliados através de ensaios de campo - primeira avaliação. **IPEF**, Piracicaba (4): 15-22, 1972.

GALVÃO, A.P.M. - Processos práticos para aumentar a duração da madeira. **Boletim de Divulgação**, Piracicaba (13): 1-27, 1969.

GALVÃO, A. P. M. - **Processos práticos para preservar a madeira.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 29p.

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, 6: 301-24, 1967.

- GJOVIK, L.R. & BAECHLER, R.H. - **Selection, production, procurement and of preservative treated wood.** Madison, Forest Products Laboratory, 1977. 37p.
- HUNT, G.M. & GARRETT, G.A. - **Preservación de la madera.** Barcelona, Salvat, 1967. 486p.
- LEPAGE, E.S. - Preservação de madeiras. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, 2(1): 37-83, Out. 1975.
- LOPEZ, G.A.C. & LEPAGE, E.S. - Field test evaluation of preservatives and treatment methods for fence posts. Guarujá, International Research Group on Wood Preservation, 1985. 15p. (Document IRG/WP/3347).
- MC LEAN, J.D. **Percentage renewals and average life of railway ties.** Madison, Forest Products Laboratory, 1957. 23p.
- MILANO, S. - Estudo comparativo do comportamento de preservativos de madeira e processos de impregnação. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, 8/9(1): 9-22, 1978/79.
- MILLER, D.J. & GRAHAN, R.D. - **Service life of treated and untreated fence posts.** Corvallis, Forest Research Laboratory, 1971. 18p.
- PEREIRA, J.A. & RUSSO, A. - Um processo simples para preservar madeiras brancas para esteios, moirões e postes. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, 13(13): 301-13, 1961.
- WATANABE, L.Y. & CAVALCANTE, M.S. - Inspeção aos campos de de apodrecimento existentes em diversas regiões do estado de São Paulo, para estudo comparativo de preservativos de madeira e processos de tratamento. **Preservação de Madeiras**, São Paulo 3/4(1): 7-39, 1972/73.

Os melhores frutos do eucalipto.



A Aracruz criou mais de 5 mil empregos diretos no norte do Espírito Santo, onde estão suas florestas e fábrica de celulose. São engenheiros, tratoristas, pesquisadores, administradores e muitos outros profissionais, aos quais são oferecidas permanentes possibilidades de aperfeiçoamento. A alta qualidade da celulose Aracruz deve-se, principalmente, ao trabalho dessas pessoas.

Mas a política de pessoal da empresa não se limita às oportunidades de treinamento e acesso. Assistência médica e hospitalar, e um sistema de ensino de 1º e 2º graus são assegurados a todos os empregados e seus familiares.

A Aracruz também criou novas alternativas de progresso. A infra-estrutura montada para recebê-la estabeleceu condição para a implantação de novas indústrias na região, importante contribuição para a interiorização do desenvolvimento capixaba.

Além disso, a Aracruz, que produz anualmente 400 mil toneladas de celulose, é uma grande fábrica de divisas. Suas vendas ao exterior representam 145 milhões de dólares anuais, que a colocam entre os 20 maiores exportadores brasileiros.



ARACRUZ CELULOSE S.A.
Raízes brasileiras do progresso