

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
Departamento de Ciências Florestais

FUNDAMENTOS DE PRESERVAÇÃO
DE MADEIRAS

Ivaldo P. Jankowsky

DOCUMENTOS FLORESTAIS
Piracicaba (11): 1 –12, jun. 1990

1. INTRODUÇÃO

É perfeitamente possível e econômico proteger a madeira utilizada em construções e marcenaria contra cupins, apodrecimento e manchas.

A utilização de técnicas preservadoras permite também resolver o sério problema da falta de madeiras duráveis nas propriedades agrícolas. Dessa forma, a madeira de eucalipto pode ser utilizada como moirões, palanques e postes sem o inconveniente de substituições e reparos freqüentes envolvendo mão-de-obra cada vez mais cara e difícil.

Os processos de preservação podem, de uma forma geral, ser classificados em 2 categorias:

- a) processos com pressão ou industriais;
- b) processos sem pressão ou caseiros.

Os processos industriais utilizam grandes recipientes cilíndricos de aço, onde, com o uso adequado de vácuo e pressão, produtos químicos com propriedades preservativas são injetados no interior da madeira. No Brasil existem cerca de 45 usinas de preservação, utilizando esses processos, no tratamento de dormentes, postes, travessas para linhas de transmissão de energia elétrica, postes de sinalização, dentre outros. São os melhores métodos, porém nem sempre ao alcance e dentro das possibilidades do interessado.

Existem, por outro lado, processos simples que dispensam o uso de equipamentos sofisticados, possíveis de serem efetuados pelos próprios interessados que são capazes de economicamente proteger e aumentar a duração natural da madeira.

2. DETERIORAÇÃO BIOLÓGICA DA MADEIRA

A degradação da madeira pôr insetos ou microrganismos é uma etapa fundamental na reciclagem de nutrientes dentro de um ecossistema, colaborando para o equilíbrio entre a diversidade de formas vivas existentes na natureza.

Contudo, os agentes biológicos que causam a deterioração da madeira não diferenciam os produtos que estão sendo úteis ao ser humano dos resíduos ou materiais lenhosos cuja degradação é importante para o equilíbrio natural. Assim, torna-se necessário proteger da deterioração os produtos a base de madeira que nos são úteis.

Nas madeiras apodrecidas é comum encontrar-se as vulgarmente chamadas “orelhas de pau”, que nada mais são que os órgãos de frutificação dos fungos que tem na madeira a sua fonte de alimento.

Os corpos de frutificação produzem os esporos, que são disseminados pelas correntes de ar e podem vir a ser depositados sobre a superfície de uma peça qualquer de madeira.

Havendo condições favoráveis de temperatura, umidade e aeração, os esporos germinarão dando origem as hifas, que penetrarão na madeira.

Essas hifas formam o corpo vegetativo do fungo, ou o micélio. O apodrecimento da madeira ocorre devido a atuação de enzimas, ou sejam, compostos químicos produzidos pelo fungo. Depois, em condições favoráveis, corpos de frutificação podem ser formados no exterior da peça atacada.

A madeira sadia utilizada em contato com o solo pode também contaminar-se pôr meio da hifas do fungo nele existentes.

Os moirões, estacas e palanques são utilizados parcialmente enterrados, apresentando na região próxima ao nível do solo uma umidade e aeração que favorecem o desenvolvimento dos fungos. Isso explica o fato de ocorrer, principalmente nessa região, o apodrecimento que inutiliza a peça. Entretanto, madeira utilizada sem contato com o solo pode também apresentar apodrecimento, desde que o seu teor de umidade passe ser superior a 20%. É o que ocorre, pôr exemplo, com testeiras de telhados e forros de beirais em residenciais.

A madeira de uso interior, como a de moveis, desde que mantida isolada de possíveis fontes de fornecimento de água, tem uma umidade de equilíbrio situada ao redor de 14% e esta, portanto, livre do ataque de fungos que só ocorrem para umidade acima de 20%.

Existem outras espécies de fungos que, apesar de não causarem o apodrecimento da madeira, depreciam-na comercialmente pôr produzirem manchas. São vulgarmente conhecidos como fungos manchadores e mofos. Os mofos provocam apenas a descoloração superficial da madeira enquanto os manchadores podem penetra-la profundamente. As manchas produzidas são de varias cores, entretanto, as azuladas são as mais freqüentes.

De acordo com GALVÃO (1975), os cupins ou térmitas, entre os insetos xilófagos, são os mais sérios agentes destruidores da madeira em nosso meio. Compreendem cerca de 2000 espécies e vivem em colônias que são autênticas sociedades. Nas espécies de vida social mais evoluída, a colônia é constituída do casal real, dos operários, soldados e das formas sexuais aladas. O casal real, o rei e a rainha, são os fundadores da comunidade cuidando da perpetuação da espécie. Enquanto os operários executam todos os serviços, os soldados com suas fortes mandíbulas cuidam da proteção. Essas duas formas, normalmente em atividade na colônia, são destituídas de asas. Finalmente existem as formas sexuais aladas, portanto providas de asas, que podem ser vistas na época da enxameação. Isso ocorre normalmente de setembro a dezembro no Estado de São Paulo. As formas aladas irão formar novas colônias.

Característica interessante dos cupins que atacam a madeira, é o meio pelo qual digerem o alimento. Assim, o principal componente da madeira, a celulose, é digerida nos seus intestinos pôr uma grande quantidade de minúsculos seres unicelulares, 08 protozoários.

A madeira é atacada de tal modo que dificilmente a presença dos cupins é percebida. O exterior da peça permanece sempre intacto, enquanto seu interior pode estar completamente destruído. A superfície somente é aberta para a saída das formas aladas, na ocasião das revoadas, ou, para a retirada de resíduos fecais. Isso é efetuado através de pequenos orifícios que, uma vez utilizados, são novamente fechados.

Os cupins da madeira podem ser divididos em dois grupos: subterrâneos e não subterrâneos. Os subterrâneos vivem no solo, a partir de onde constroem galerias que os protegem e permitem atingir a madeira da qual se alimentam. O solo lhes fornece bastante provisão de umidade. As galerias são feitas de terra e restos de madeira parcialmente digeridas. Esses condutos assim construídos permitem aos cupins se isolarem em condições de alta umidade e escuridão que são indispensáveis a sua sobrevivência. Devido a sua forma de vida, atacam principalmente madeira com maior teor de umidade, como as de fundações de prédios, postes, dormentes, moirões de cercas, dentre outras. Pôr outro lado, os cupins não subterrâneos encontram na madeira sua moradia e alimento. Como vivem em condições de

pouca umidade, atacam madeira relativamente seca.

Sua presença é indicada pôr pequenas pelotinhas junto a madeira atacada, que são resíduos fecais dos cupins. Os produtos preconizados para o tratamento contra os fungos, também são eficazes no controle dos cupins.

Finalmente, resta fazer referência aos agentes destruidores da madeira que vivem nos mares. São, principalmente, algumas espécies de crustáceos e moluscos que escavam ou furam a madeira utilizada em contato com a água do mar.

3. PRESERVATIVOS DE MADEIRA

Quando não é possível modificar as condições que favorecem o desenvolvimento dos fungos, como pôr exemplo, diminuindo a umidade da madeira, é necessário envenenar-lhes o alimento pôr meio de preservativos.

Preservativos ou preservadores da madeira são produtos químicos tóxicos aos fungos e insetos xilófagos. Entretanto, para um produto ser considerado realmente um preservador, deve apresentar ainda outras características (LEPAGE, 1986). Dessa forma, uma vez aplicado deve penetrar profundamente na madeira, não se evaporar, nem ser arrastado pelas águas da chuva ou umidade do solo. Também não devera ser toxico ao homem e animais domésticos da fazenda, nas concentrações usuais, e ser relativamente barato.

Os preservativos são agrupados em dois tipos básicos:

a) oleosos ou oleossolúveis;

b) hidrossolúveis.

3.1 PRESERVATIVOS OLEOSOS OU OLEOSSOLUVEIS

Para o tratamento de madeira a ser usada em contato direto com o solo, os preservativos oleossolúveis mais importantes são o creosoto e o pentaclorofenol.

O creosoto é obtido pela destilação do alcatrão de hulha, o qual e pôr sua vez, um subproduto recuperado no processo de obtenção do coque siderúrgico. O alcatrão de hulha também e considerado como um preservativo, embora não seja tão eficiente como o creosoto. A composição química desses dois produtos (o creosoto e o alcatrão) e bastante complexa, contendo mais de uma centena de compostos orgânicos.

O alcatrão, pôr ser mais barato e pouco fluido, e normalmente associado em paras iguais ao creosoto. Obtêm-se assim uma mistura mais barata que o creosoto isoladamente. Ela será, também, dotada de maior penetração na madeira que o alcatrão. São produtos que podem ser obtidos na usinas siderúrgicas.

O pentaclorofenol, como o próprio nome diz, e um fenol clorado, que e normalmente utilizado em soluções oleosas a 5% de concentração em peso.

Os solventes poderão ser o óleo diesel, que praticamente não altera a cor das peças, o óleo queimado de cârter e óleo de caldeira 4 ou 5. O óleo de caldeira e o óleo de cârter são mais baratos que o diesel. O pentaclorofenol deixou de ser produzido no Brasil na década de 70. Atualmente, o pouco de produto disponível no Brasil e importado e tem um custo elevado. Este fato, aliado a agressividade do produto ao ser humano e a legislação que impõe crescentes restrições ao uso de biocidas organo-clorados, tem desestimulado o uso deste preservativo, embora seja um dos mais eficientes na proteção da madeira.

3.2 PRESERVATIVOS HIDROSSOLUVEIS

Os modernos preservativos hidrossolúveis são constituídos pela associação de vários sais. O sulfato de cobre, bicromato de potássio ou sódio, sulfato de zinco, acido cromico, acido arsênico, acido bórico e outros compostos podem fazer parte das suas formulas. A proporção em que entram na composição de um preservativo e determinada através de cuidadosos estudos. As soluções aquosas desses sais, penetrando na madeira, sofrem reações de fixação, produzindo compostos insolúveis que dificilmente serão lixiviados, isto e, arrastados pelas águas ou umidade do solo.

Pela facilidade de transporte, tem como pela elevada segurança no manuseio, os preservativos hidrossolúveis representam elevada parcela dos produtos consumidos no tratamento de madeiras.

Os produtos comercializados no mercado brasileiro são:

a) CCA (a base de cromo, cobre e arsênio), com as denominações de CCA Carbo e Osmose K-33;

b) CCB (a base de cromo, cobre e boro), com as denominações comerciais de CCB Carbo, Osmose CCB, Jimo Sal CCB e Wolmanit CB;

c) FCAP (a base de flúor, cromo, arsênio e fenóis), com os nomes comerciais de Osmose MR Sal, Osmosar e Wolmanit URT.

3.3 PRESERVATIVOS PARA APLICAÇÕES ESPECIFICAS

Dentro dessa categoria pode-se situar tanto produtos hidrossolúveis como oleossolúveis.

O pentaclorofenato de sódio e um produto solúvel em água especialmente indicado para o tratamento de madeira recém prevenir o

aparecimento de manchas. E utilizado em soluções aquosas de concentração de 1 a 3%. Não é indicado contra fungos apodrecedores em tratamentos de moirões e estacas devido a sua pouca mobilidade na madeira que resulta na reduzida penetração do produto. Algumas formulações incluem também produtos a base de boro. Inseticidas como BHC e Aldrin são adicionados para proteção contra insetos xilófagos.

O quinolinolato de cobre solubilizado é um produto de introdução relativamente recentes em nosso país. É indicado a concentração de 2,5 a 5%, utilizando como solvente derivados voláteis de petróleo como a água-raz. É inodoro e incolor não interferindo com a pintura posterior da madeira. É o único preservador aprovado pela Administração de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos da América para tratamento de material que entre em contato direto com alimentos. Também é utilizado em madeiras de revestimento de câmaras frigoríficas, em têxteis, papel e plástico.

Uma forma simples para identificar o tipo de preservativo mais adequado a uma determinada aplicação e consultar o guia publicado por CAVALCANTE (1985).

3.4 SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

A utilização da madeira devidamente tratada com preservativos não apresenta riscos a saúde do homem e animais. Entretanto, o preservador é formulado com produtos tóxicos e, portanto, deve ser manuseado com os mesmos cuidados que se dispensam aos biocidas. As normas a serem seguidas no seu manuseio são aquelas normalmente observadas para outros produtos tóxicos:

- a) guardar o preservativo fora do alcance de crianças e animais domésticos;
- b) evitar contato prolongado com a pele. Usar luvas de borracha para proteger as mãos;
- c) não fumar ou alimentar-se durante as operações de tratamento sem antes lavar cuidadosamente as mãos;
- d) lavar a roupa de serviço após cada dia de uso;
- e) evitar aspirar o produto;
- f) lavar as mãos após a manipulação do produto e banhar-se ao fim do dia;
- g) proteger os olhos contra respingos. Se eles forem atingidos, lava-los com abundância de água corrente;
- h) em caso de acidente consultar urgentemente um médico.

4. TRATAMENTOS SEM PRESSÃO

Dos diversos processos de tratamento que não requerem equipamentos sofisticados, o banho quente e frio e a substituição de seiva são os métodos que melhor combinam eficiência e simplicidade.

Os processos para o tratamento de moirões e estacas que serão descritos requerem prévio descascamento do material a ser tratado. Como os preservativos normalmente irão impregnar apenas o alburno das peças, qualquer corte efetuado após o tratamento poderia expor as camadas interna da madeira não tratada. Por isso, todo tipo de corte ou entalhe deve ser efetuado antes do tratamento preservativo.

A secagem da madeira, no caso do processo banho quente e frio, deve ser efetuada preferivelmente a sombra e em locais secos. Os moirões devem ser empilhados sendo como suporte madeira tratada ou outro material que não apodreça. Isso evita o contato das peças com o solo, onde existem fungos que poderiam atacar a madeira enquanto ainda úmida.

As pilhas devem ser formadas de maneira a ocorrer a boa ventilação das peças. Para isso devem apresentar espaços entre si, e o empilhamento ser feito na forma de grade.

O período de tempo para secagem das peças varia com as condições climáticas do local e dimensão das peças. No geral, para moirões e estacas de eucalipto 3 a 6 meses são suficientes, com menores períodos nas épocas secas do ano.

4.1 O PROCESSO DO BANHO QUENTE E FRIO (GALVAO, 1975)

O processo do banho quente e frio requer madeira seca e sem casca. Os preservativos indicados são soluções de pentaclorofenol a 5%, creosoto ou uma mistura de creosoto e alcatrão, em partes iguais.

Para o tratamento são necessários 2 vasilhas, uma para o banho quente e outra para o banho frio. A vasilha para o banho quente, dentre outras, poderá ser feita utilizando 3 tambores vazios de 200 litros cada um, cortados ao meio, no sentido longitudinal e soldados de maneira a se obter uma espécie de cocho. Para o banho frio, outro tambor de 200 litros, com uma das extremidades abertas.

O preservativo para o banho quente deverá ser aquecido até cerca de 100°C. O aquecimento deverá ser feito com cuidado devido a inflamabilidade da solução preservadora.

O banho quente consistirá na imersão total das peças pelo período de 2 horas no preservativo aquecido. A seguir as peças são rapidamente colocadas em posição vertical na vasilha contendo preservativo frio. O banho frio terá a duração de 4 horas.

Durante o banho quente haverá certa absorção de preservativo e ocorrerá uma expansão do ar contido nas cavidades da madeira, o banho

frio, pôr sua vez, provocará uma rápida contração do ar aquecido. Isso ocasionará vácuo, forçando mais absorção com penetração profunda do preservativo.

Cada metro cúbico de madeira poderá absorver de 96 a 128 kg de solução preservativa.

Havendo interesse, a quantidade de preservativo absorvido poderá ser avaliada pôr meio de pesagem de madeira antes e depois do tratamento.

Esse tratamento, bem executado, poderá assegurar duração média superior a 20 anos.

4.2 O PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA

O processo de substituição de seiva destina-se a peças roliças e sem casca, sendo que a madeira deve ser tratada no máximo até 24 horas após o corte da árvore. Uma vez que a penetração da solução preservativa é obtida em função dos fenômenos da capilaridade, a secagem, mesmo parcial, da madeira prejudica a eficiência do processo.

Os preservativos indicados são os hidrossolúveis como o Osmose K-33 (CCA), Wolranite CB (CCB) ou Osmose MR-sal (FCAP), em soluções com concentração variando de 0,5 a 1,0% para o CCA e o CCB, e de 1,0 a 2,0% no caso do FCAP. O recipiente mais utilizado para o tratamento normalmente é um tambor de óleo (200 litros) vazio.

Para o tratamento as peças são colocadas verticalmente no recipiente, com suas bases mergulhadas na solução preservativa (Figure 1). Nessas condições começa a ocorrer a evaporação da seiva pelas partes superiores das peças, que estão expostas ao ar.

Os elementos anatômicos da madeira passam então a atuar como um feixe de capilares (tubos contínuos de diâmetro reduzido) e a evaporação da seiva promove um fluxo capilar ascendente que força a penetração da solução preservativa na madeira.

Dessa forma percebe-se que quanto maior for o comprimento da peça a ser tratada, menos eficiente será o tratamento, em função do que o método é recomendado para as peças com até 2,5m de comprimento. Da mesma maneira torna-se fácil entender que o tratamento deve ser efetuado em local coberto e bem ventilado.

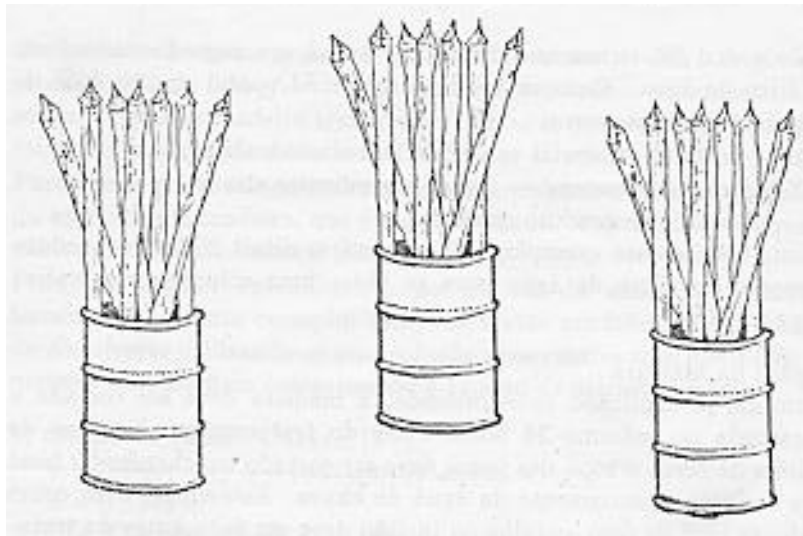


Figura 1. Esquema do tratamento de moirões pelo processo de substituição de seiva.

4.2.1. SEQÜÊNCIA PRÁTICA

A seguir serão detalhadas em forma seqüencial as atividades a serem desenvolvidas durante o tratamento de moirões pelo processo de substituição de seiva.

a) Preparo da Solução

A preparação da solução preservativa consiste na simples diluição do sal em água visando obter a concentração (c) requerida. É importante ressaltar que, apesar da concentração ser expressa em porcentagem, ela é uma relação de massa pôr volume, significando a massa do sal, em ingrediente ativo, que está diluída em 100ml de água. Assim, uma solução com $c = 1,0\%$ significa uma diluição de 1,0g de sal (em ingredientes ativos) em 100ml de água, ou 10g de sal pôr litro de solução.

Nota-se então que é necessário conhecer a porcentagem de ingredientes ativos do produto comercial para se poder efetuar os cálculos corretos no preparo da solução.

Tome-se como exemplo o sal Osmose MR-sal, cuja concentração em ingredientes ativos é de 50%, e do qual deseja-se preparar uma solução a 1,0%.

Sendo $c = 1,0\%$ temos que diluir 10g de sal, em ingredientes ativos, pôr litro de água. Como o produto comercial possui apenas 50% de ingredientes ativos, tem-se:

100g produto comercial \rightarrow 50g de ingredientes ativos

X g produto comercial \rightarrow 10g de ingredientes ativos

$\therefore X = 20\text{g}$ de produto comercial

Assim, no presente exemplo, será necessário diluir 20,0g do produto comercial pôr litro de água para se obter uma solução preservativa com $c=1,0\%$.

b) Preparo da Madeira

Conforme já explicado anteriormente, a madeira deve ser cortada e descascada no máximo 24 horas antes do tratamento. No caso de moirões de cerca o topo das peças deve ser cortado em chanfro ou bisel para facilitar o escoamento da água da chuva. Esse corte, bem como qualquer tipo de furo, entalhe ou incisão deve ser feito antes do tratamento preservativo.

Estando os moirões cortados e descascados, procede-se então ao cálculo do volume de madeira a ser tratada. Para tanto, mede-se o comprimento (C) e o diâmetro médio (d) de cada peça, calculando-se o volume (v) individual com o auxílio da equação:

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 C \text{ ou } v = 0.7854 d^2 C$$

O volume total de madeira (V) corresponde ao somatório dos volumes individuais das peças (v). No caso dos moirões serem de *Eucalyptus*, que normalmente é a madeira mais utilizada para essa finalidade, considere-se que o volume tratável (Vt) corresponde a 70% do volume total (V), uma vez que essa espécie apresenta o cerne totalmente impermeável e não ao sujeito a tratamento.

Portanto o volume de madeira a ser tratada, quando utilize-se *Eucalyptus*, é calculado como:

$$V_t = 0.7 V, \text{ sendo que } V = \sum v$$

No caso de se utilizar madeira de *Pinus*, $V_t = V$, uma vez que essa espécie não apresenta cerne. Para outras espécies o volume de madeira tratável (V_t) deve ser estimado em função da existência ou não de cerne.

c) Cálculo da Absorção Requerida

Os moirões a serem tratados pôr este processo devem atingir uma retenção (R) de $5,5\text{kg}/\text{m}^3$, o que significa que, após o tratamento, cada metro cúbico de madeira tratável deve estar impregnada com 5,5kg do sal preservativo, calculados em ingredientes ativos.

Para que se possa atingir essa retenção é necessário controlar a absorção da solução pela madeira, que é expressa em litros de solução pôr metro cúbico de madeira tratável (litros/m^3).

Para um melhor entendimento do cálculo da absorção requerida, tomemos o seguinte exemplo: deseja-se tratar um lote com 10 moirões de *Eucalyptus* utilizando-se uma solução preservativa com $c = 1,0\%$. Os moirões têm 2,2m de comprimento e 12,0cm de diâmetro médio.

a) cálculo do volume tratável (Vt)

$$v = 0.7854 d^2 C = 0.7854 * (0.12)^2 * 2.2\text{m}$$

$$v = 0.0249 \text{ m}^3$$

$$V = n * v = 10 * 0.0249\text{m}^3$$

$$V_t = 0.7V = 0.7 * 0.249\text{m}^3 = 0.174 \text{ m}^3 \text{ de madeira tratável}$$

b) cálculo da absorção

Deseja-se atingir uma retenção de $5,5\text{kg}/\text{m}^3$, portanto:

1m^3 de madeira tratável \rightarrow 5,5kg de ingredientes ativos

$0,174\text{m}^3$ de madeira tratável \rightarrow X kg de ingredientes ativos

$X = 0,957\text{kg}$ ou 957g de ingredientes ativos.

Sabe-se que a solução apresenta $c = 1,0\%$, ou seja, cada litro de solução possui 10g de ingredientes ativos. Portanto, para que o lote de 10 moirões retenha 5,5kg de ingredientes ativos deverá absorver:

= 95.7 l da solução preservativa, que é a absorção requerida, e corresponde a uma absorção de:

$$95,71 = 550 \text{ l/m}^3$$

d) Execução do Tratamento

Estando a madeira preparada e os cálculos efetuados, pode-se então efetuar o tratamento.

Colocam-se os moirões verticalmente na vasilha de tratamento, de modo que as bases (diâmetro maior) fiquem imersas na solução. Adiciona-se a solução até um nível pré-determinado, colocando-se a seguir uma fina camada de óleo queimado para evitar a evaporação direta da água da solução.

Deve-se cuidar para que as pontas dos moirões fiquem afastadas entre si, de modo a facilitar a ventilação e, conseqüentemente, a evaporação da seiva.

A medida em que ocorre a evaporação da seiva, o nível da solução no recipiente baixa em conseqüência da absorção efetuada pela madeira. Periodicamente, ou diariamente se necessário, repõe-se a solução ao seu nível original, registrando-se o volume de solução repostos. Quando a quantidade repostos for igual a absorção requerida calculada anteriormente, tem-se que a madeira atingiu a retenção desejada.

Nesse ponto deve-se inverter a posição das peças, deixando-as com as pontas imersas na solução por mais 24 horas. Esse procedimento tem por objetivo reforçar o tratamento na região mais exposta à lixiviação.

Após o tratamento as peças devem ser empilhadas em grade para secagem. Durante esse período (20 a 40 dias) irão se completar as reações de fixação do sal na madeira, razão pela qual a secagem deve ser conduzida abrigada das chuvas e, se possível, à sombra.

Uma vez secos, os moirões estarão em plenas condições de uso.

É importante ressaltar que preservativos de madeira também são tóxicos ao homem e, portanto, devem ser manuseados de acordo com as regras de higiene e segurança.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, M.S. Guia de preservativos de madeira. *Boletim ABPM*, São Paulo, (28):1-7, 1985.

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

LEPAGE, E.S, (coord.) *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo, IPT/SICCT, 1986. 708p.