



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1679-2599

Agosto, 2004

Documentos 96

Processos Práticos para Preservar a Madeira

Antonio Paulo Mendes Galvão
Washington Luiz Esteves Magalhães
Patricia Póvoa de Mattos

Colombo, PR
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

Fone / Fax (41) 675-5600

Home page: <http://www.cnpf.embrapa.br>

E-mail (sac): sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Luciano Javier Montoya Vilcahauman

Secretária-Executiva: Cleide da S. N. Fernandes de Oliveira

Membros: Antônio Carlos de S. Medeiros, Edilson Batista de Oliveira, Erich Gomes Schaitza, Honorino Roque Rodigheri, Jarbas Yukio Shimizu, José Alfredo Sturion, Patrícia Póvoa de Mattos, Sérgio Ahrens, Susete do Rocio C. Penteado

Supervisor editorial: Sérgio Gaiad

Normalização bibliográfica: Lidia Woronkoff e Elizabeth

Câmara Trevisan

Foto(s) da capa: Washington Luiz Esteves Magalhães

Revisão gramatical: Ralph D. M. de Souza

Editoração eletrônica: Cleide da S. N. Fernandes de Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2004): sob demanda

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP – Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Florestas

Galvão, Antônio Paulo Mendes.

Processos práticos para preservar a madeira / Antônio Paulo Mendes Galvão, Washington Luiz Esteves Magalhães, Patrícia Póvoa de Mattos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2004.

49 p. (Documentos / Embrapa Florestas. ISSN 1517-526X ; 96) - ISSN 1679-2599 9CD-ROM)

Inclui bibliografia

1. Madeira - Preservação. I. Magalhães, Washington Luiz Esteves. II. Mattos, Patrícia Póvoa de. III. Série.

CDD 674.386 (21. ed.)

© Embrapa 2004

Autores

Antonio Paulo Mendes Galvão

Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

paulo.galvao@embrapa.br

Washington Luiz Esteves Magalhães

Engenheiro Químico, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

wmagalha@cnpf.embrapa.br

Patricia Póvoa de Mattos

Engenheira-Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*.

povoa@cnpf.embrapa.br

Apresentação

O tratamento da madeira no Brasil começou a ser propagado em 1909 quando foram feitas as primeiras tentativas de emprego de eucalipto como poste e que culminaram, em 1935, com a sua utilização pela Companhia Telefônica Brasileira. De lá para cá os estudos sobre tratamento de madeira evoluíram e hoje se tem uma grande quantidade de métodos e de produtos de preservação disponíveis para uso.

Atualmente, já se consegue preservar por até 40 anos madeiras tidas como de fácil apodrecimento como, por exemplo, a do eucalipto. O pínus também pode ser preservado por longos períodos. Isso tem facilitado o uso de materiais oriundos de plantações florestais comerciais e aliviado a pressão sobre as florestas naturais.

Mesmo assim, se comparado com Alemanha, Suécia, Estados Unidos da América e Finlândia, o Brasil ainda é tido como um país que se utiliza pouco das vantagens dos novos métodos para conservação de produtos de madeira.

Uma das causas a que se atribui o pouco uso de madeira preservada no Brasil é a dificuldade de produtores acessarem conhecimentos sobre as diferentes técnicas e produtos indicados como de eficiência comprovada. Por isso, a *Embrapa Florestas* lança este documento que trata, inclusive, dos aspectos econômicos do tratamento.

Moacir José Sales Medrado
Chefe Geral
Embrapa Florestas

Sumário

INTRODUÇÃO	9
1. AGENTES BIOLÓGICOS QUE ATACAM A MADEIRA	
2. PRESERVATIVOS	13
2.1 Óleos preservativos	14
2.2 Preservativos oleossolúveis	15
2.3 Preservativos hidrossolúveis	15
2.3.1 ACA	15
2.3.2 CCA	16
2.3.3 CCB	17
2.3.4 Outros compostos de boro: bórax e ácido bórico.	17
2.4 Preservativos para aplicações específicas	17
2.5 Cuidados no manuseio	20
3. ASPECTOS ECONÓMICOS DO TRATAMENTO	22
4. PREPARO DO MATERIAL PARA O TRATAMENTO	23
5. TRATAMENTO PRESERVATIVO	24
5.1. Tratamento de mourões e estacas	25
5.1.1. Processo do Banho Quente-Frio	25
5.1.2. Processo do Banho Frio	27
5.1.3 Processo por difusão	28
5.1.4 Processo de Substituição de Seiva ou Transporte Radial	29
5.1.5 Boucherie modificado	35
5.2 Tratamento de móveis, lambris e madeiras de uso interior	36
5.3 Preservação de Bambu	38
5.4 Proteção da madeira contra manchas e mofos	39
6. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	42

Processos Práticos para Preservar a Madeira

Antonio Paulo Mendes Galvão

Washington Luiz Esteves Magalhães

Patricia Póvoa de Mattos

INTRODUÇÃO

É perfeitamente possível e econômico proteger a madeira utilizada em construções e marcenaria contra cupins, apodrecimento e manchas. A utilização de técnicas preservativas permite também resolver o sério problema da falta de madeiras duráveis nas propriedades agrícolas. Dessa forma, a madeira de eucalipto pode ser utilizada como mourões, 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 forma geral, ser classificados em duas categorias: industriais e práticos.

Os processos industriais utilizam grandes recipientes cilíndricos de aço, onde, com o uso adequado de vácuo e pressão, produtos químicos preservativos são injetados no interior da madeira. No Brasil existem cerca de 80 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.



Figura 1 – Usina de Preservação de Madeira.

Existem, por outro lado, processos práticos e simples, possíveis de serem efetuados pelos próprios interessados que são capazes de economicamente proteger e aumentar a duração natural da madeira. Os métodos e produtos* aqui sugeridos procuram atender às exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e também da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

1. AGENTES BIOLÓGICOS QUE ATACAM A MADEIRA

Nas madeiras apodrecidas é comum encontrar-se estruturas vulgarmente denominadas “orelhas-de-pau”. Nada mais são que corpos de frutificação de macrofungos. Esses fungos têm na madeira seu alimento. Os corpos de frutificação produzem grande quantidade de minúsculas “sementes”, denominadas esporos. Levados pelo vento e em condições favoráveis de umidade, temperatura e aeração, os esporos germinam, produzindo finíssimos

* os produtos citados ao longo do texto não significam aprovação ou recomendação da Embrapa.

filamentos denominados hifas, que penetram na madeira. Essas hifas formam o corpo vegetativo do fungo, ou o micélio. O apodrecimento da madeira ocorre devido à atuação de enzimas, isto é, compostos químicos produzidos pelo fungo. Depois, em condições favoráveis, corpos de frutificação podem ser formados no exterior da peça atacada.



Figura 2. Madeira apodrecida aparecendo o corpo de frutificação de fungo.

A madeira sadia utilizada em contato com o solo pode também ser contaminada por meio das hifas de fungos nele existentes.

Os mourões, postes, 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 direto com o solo pode também apresentar apodrecimento, desde que o seu teor de umidade seja superior a 20%. É o que ocorre, por exemplo, com testeiras de telhados e forros de beirais em residências.

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

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

Os cupins ou térmitas, dentre os insetos xilófagos, são os mais sérios agentes destruidores da madeira em nosso meio. Compreendem cerca de 2.000 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 atividades na colônia, são destituídas de asas. Finalmente existem as formas sexuais aladas, portanto providas de asas, que podem ser vistas na época da enxameação. As formas aladas irão fundar 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 por uma grande quantidade de minúsculos seres unicelulares, os 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.



Figura 3. Madeira atacada por cupins.

Os cupins da madeira podem ser divididos em dois grupos: **subterrâneos** e **não subterrâneos**. Os **subterrâneos** vivem no solo, onde constroem galerias que os protegem e permitem atingir a madeira da qual se alimentam. O solo lhes fornece constante 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 à sua sobrevivência. Devido à sua forma de vida, atacam principalmente madeira com maior teor de umidade, como as de fundações de prédios, postes, dormentes, mourões de cercas, dentre outras. Por 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 por pequenas pelotinhas junto à madeira atacada, que são resíduos fecais 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 água do mar. Citam-se casos da destruição de estacas de cerca de 35 centímetros de diâmetro em 1 ano pelos crustáceos e 5 meses pelos moluscos.

2. PRESERVATIVOS

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

Preservativos ou preservadores da madeira são produtos químicos introduzidos dentro da sua estrutura, visando torná-la tóxica aos fungos e insetos xilófagos. Entretanto, para um produto ser considerado realmente um preservativo, uma vez aplicado deve penetrar profundamente na madeira, não se evaporar, nem ser arrastado pelas águas da chuva ou umidade do solo. Também, não deverá ser tóxico ao homem e animais domésticos, nas concentrações usuais e ser relativamente barato.

Os preservativos da madeira podem ser classificados em três tipos: oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis.

2.1 Óleos preservativos

Dentre os óleos preservativos, dois produtos devem ser considerados: o creosoto e o alcatrão de hulha. Ambos são obtidos pela destilação seca do carvão de pedra ou hulha. A composição desses preservativos é bastante complexa, com elevado número de compostos orgânicos. Destinam-se ao tratamento de madeira seca e descascada.

O creosoto tem a tendência de exsudar da madeira tratada, formando uma camada de óleo na superfície. O exsudato causa problemas no manuseio com irritação da pele e dos olhos, dificultando a aceitação de acabamentos, além de poder causar problemas ao meio ambiente.

O alcatrão, por ser mais barato e pouco fluido, é normalmente associado em partes iguais ao creosoto. Obtém-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 nas usinas siderúrgicas. No mercado brasileiro existem à disposição preservativos a base de óleos derivados de alcatrão de hulha como o Carbolineum Extra, o Óleo Creosoto Carboderivados e o Óleo Creosoto CSN. Podem servir tanto para tratamento por pressão em

autoclave quanto para imersão prolongada. O alcatrão de hulha é considerado fungicida e inseticida. A madeira a ser tratada deve estar seca e descascada.

2.2 Preservativos oleossolúveis

Existem no comércio diferentes formulações prontas para uso a base de pentaclorofenol, tribromofenol, deltametrina, cipermetrina, quinolinolato de cobre, IPBC, entre outras preparadas com solventes e aditivos, que variam em função da utilização prevista para o produto comercial preservativo. Entre os solventes usados encontram-se o óleo diesel, o querosene ou a água raz. Como aditivos são utilizados produtos como resinas, inseticidas, ceras ou óleos. Assim, há produtos que conferem acabamento natural, outros que permitem pintura ou envernizamento e os que escurecem a madeira. Dentre eles pode-se citar GT 3965 Impregnante, Polisten, Penetrol Cupim, Pentox Super, Osmocolor, Osmotox Plus e Cupinicida Jimo EM. Algumas formulações, de acordo com os fabricantes, impermeabilizam as superfícies tratadas, diminuindo a instabilidade dimensional da madeira.

2.3 Preservativos hidrossolúveis

Os modernos preservativos hidrossolúveis são constituídos pela associação de vários sais. O sulfato de cobre, dicromato de potássio ou sódio, sulfato de zinco, ácido crômico, ácido arsênico, ácido bórico e outros compostos podem fazer parte das suas fórmulas. A proporção em que entram na composição de um preservativo é determinada por meio de cuidadosos estudos. As soluções aquosas desses sais, penetrando na madeira, reagem com a lignina de suas células, produzindo compostos insolúveis, que dificilmente serão lixiviados, isto é, arrastados pelas águas ou umidade do solo.

Osmose K 33 C, Mok K 33 C, Osmose CCB, Leng 3, Madepil AC-40, Flosul Preservante CCA-C, Wolmanite CB, Tanalith 60% C são exemplos de produtos hidrossolúveis que são produzidos no país e podem ser encontrados no comércio. Todavia, as empresas que comercializam tais produtos costumam vendê-los apenas às empresas cadastradas no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

2.3.1 ACA

Sob a denominação genérica de ACA são reunidos os preservativos hidrossolúveis a base de cobre e arsênio, em solução amoniacal. O arseniato de cobre amoniacal consiste numa mistura de sais de cobre e arsênio em solução amoniacal. Os compostos de amônia promovem a solubilização dos ingredientes ativos. Após o tratamento, a amônia evapora e ocorre a fixação dos sais de cobre e arsênio na parede celular da madeira. É um preservativo muito usado nos EUA e no Canadá sendo indicado para madeira que ficará em contato com o solo ou submersa em água doce ou salgada.

2.3.2 CCA

Preservativo hidrossolúvel a base de cobre, cromo e arsênio. O arseniato de cobre cromatado é o preservativo de mais ampla utilização em todo o mundo. Existem três formulações, A, B e C, conforme a tabela 1. O tipo C é o mais usado por apresentar maior resistência à lixiviação e melhor desempenho no campo. O sal seco ou a solução preservativa deve ser preparada com pureza acima de 95% na base anidra. Quando aplicado à madeira os seus principais componentes reagem com os carboidratos, lignina e extrativos, tornando-se insolúvel.

Tabela 1. Composição dos três tipos de arseniato de cobre cromatado.

Ingredientes	Arsenato de cobre cromatado (porcentagem em peso)		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Cromo hexavalente, calculado como CrO ₃	65,5	35,3	47,5
Cobre, calculado como CuO	18,1	19,6	18,5
Arsênio, calculado como As ₂ O ₅	16,4	45,1	34,0

O cromo é considerado o principal responsável pela fixação do arsênio e do cobre. O arsênio e o cobre desempenham o papel de inseticida e fungicida, aderindo à parede celular da madeira, após as reações de fixação. As reações de fixação são rápidas, geralmente em condição ambiente levam de 3 a 15 dias, e aceleram com a temperatura. Por essa razão, os preservativos tipo CCA são os mais indicados para processos industriais sob pressão e à frio. Pode-se usar o aquecimento apenas após a impregnação com o objetivo de acelerar a fixação dos ingredientes ativos.

2.3.3 CCB

Preservativo hidrossolúvel a base de cobre, cromo e boro. O preservativo CCB surgiu como alternativa para substituir os preservativos a base de arsênio. Esse preservativo tem maior uso no Brasil e na Europa, não tendo muita penetração no mercado norte-americano. De acordo com a Norma NBR 9480, os ingredientes ativos do CCB devem ter a seguinte composição: cromo hexavalente, calculado como CrO_3 63,5%; boro, como B 10,5%; e cobre, calculado como CuO 26,0%.

2.3.4 Outros compostos de boro: bórax e ácido bórico.

Os boratos são facilmente solúveis em água, e altamente lixiviáveis, sendo indicados para preservação de madeiras a serem usadas acima do solo. A madeira preservada com boratos inorgânicos usada protegida acima do solo e da água, apresenta grande resistência a fungos apodrecedores, cupins, brocas, e formigas. Os boratos podem ser aplicados por pincelamento, imersão ou por pressão em autoclaves. Esses preservativos difundem-se facilmente em madeira molhada e podem ser usados como tratamento curativo. Os compostos inorgânicos do boro aceitáveis para tratamento preservativo são o octaborato de sódio, tetraborato de sódio, pentaborato de sódio, e o ácido bórico.

2.4 Preservativos para aplicações específicas

Nessa categoria situam-se tanto produtos hidrossolúveis como oleossolúveis. Existem no mercado brasileiro inseticidas e fungicidas emulsionáveis ou hidrossolúveis a base de sais de organoclorados e organobromados, assim como inseticidas organofosforados oleossolúveis.

O pentaclorofenato de sódio e o tribromofenato de sódio são produtos solúveis em água, especialmente indicados para o tratamento de madeira recém-desdobrada para prevenir o aparecimento de manchas. São utilizados em soluções aquosas de 1 a 4% de concentração. Não são indicados contra fungos apodrecedores em tratamentos de mourões e estacas devido a sua pouca mobilidade na madeira, resultando em reduzida penetração do produto. Algumas formulações incluem também produtos à base de boro. Inseticidas como o lindane e o clorpirifós são adicionados para proteção contra insetos xilófagos. Produtos à base de pentaclorofenato de sódio e tribromofenato de sódio

aparecem com as denominações Jimo TBF, PKR 40, Jimo antimofa líquido e Maderquil.

O quinolinolato de cobre solubilizado é um produto de introdução recente em nosso país (Osmotox Plus). É indicado à concentração de 2,5 a 5%, utilizando como solvente derivados voláteis do petróleo como a água raz. É inodoro e incolor não interferindo com a pintura posterior da madeira. É o único preservativo 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.

Dos inseticidas organoclorados os mais comuns no Brasil são o lindane e o pentaclorofenol. Os produtos formulados a base de ingredientes ativos organoclorados, possuem venda restrita podendo ocorrer apenas a comercialização direta entre fabricante e/ou importador e usuário cadastrado e/ou usina registrada no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Sugere-se uma concentração de 5% a 6% do inseticida em água para ser usado no tratamento de madeira por imersão em banho frio. Os inseticidas também são usados misturados às colas para fabricação de chapas de madeira. No Brasil há produtos com os nomes comerciais Mendane 200, Mentox 400, Isogran e Cupinicida Jimo EM.

Com as restrições cada vez maiores aos organoclorados, os organofosforados estão passando a ocupar lugar de destaque na preservação de madeiras. Dentre os organofosforados o clorpirifós tem sido usado como inseticida doméstico e também na barreira de solos contra cupins com as denominações de Cupinox, Jimocupim. Apesar de não ser muito efetivo contra o ataque de fungos, pode ser usado como preservativo de madeira se utilizado em conjunto com fungicidas oleossolúveis.

O tempo de proteção das soluções aquosas de inseticidas e/ou fungicidas aumenta se houver uma pintura com selador ou óleo para evitar a lixiviação após o tratamento por imersão em banho frio e secagem das peças de madeira. As peças de madeira deverão ser secas à sombra. A secagem rápida pode causar a exsudação dos ingredientes ativos com a formação de pequenos cristais na superfície da peça de madeira. Assim, o material lignocelulósico fica desprotegido e homens e animais podem ficar expostos ao perigo da intoxicação por contato com a superfície da madeira.

O 3-iodopropinilbutilcarbamato (IPBC) é um preservativo para peças não estruturais usadas acima do solo. Ele não é usado para aplicações que necessitam de tratamento por pressão como no caso de madeira para “decks”. O preservante IPBC é usado como fungicida em muitas formulações preservativas hidro-repelentes como o impregnante para tratamento de madeiras GT3956, Osmose TI20 e TI80. Todavia, o IPBC não é um inseticida eficaz. O IPBC tem sido usado em combinação com o cloreto de didecildimetilamonio e também com os piretróides sintéticos (Ciflutrin, Cipermetrina e Deltametrina). Esses preservativos apresentam boa eficácia contra insetos xilófagos e fungos apodrecedores, manchadores e emboloradores. A sua aplicação pode ser feita por banho de imersão a frio, pincelamento ou pulverização em madeira com umidade abaixo de 30%.

Os inseticidas piretróides, usados nos produtos comerciais Penetrol Cupim, Pentox Super, Osmose TI, Ex-Terminador de Cupins, Preventol HS 12 CE 50, e o K-Otek, também são usados para preservação de madeira. São indicados para controle dos insetos como brocas e cupins que atacam a madeira. Em madeira verde os tratamentos deverão ser efetuados logo após o corte da árvore ou desdobramento da madeira, utilizando-se a maior dosagem recomendada nos casos de infestação elevada. Para pulverização, aplicar 1 litro de solução para cada 5 metros quadrados de superfície de madeira, ou aplicação abundante até escorrimento. No processo por imersão, as madeiras serradas deverão permanecer um período de 10 a 20 segundos dentro da solução de tratamento. Em madeira seca os produtos para diluição do piretróide podem ser água, querosene desodorizado, aguarrás, nafta (varsol), terebentina e álcool etílico. Entretanto, deve-se efetuar sempre uma análise prévia para verificar se o diluente escolhido (querosene, álcool ou outros) não é agressivo ao acabamento (tinta, verniz ou stain). No caso da utilização de água, observar se não ocorrem manchas ou deformação na superfície da peça a ser tratada. Optando-se pela diluição do produto com álcool etílico, deve-se preparar apenas a quantidade necessária e aplicar imediatamente após a diluição.

O inseticida cupinicida fenil pirazol é usado industrialmente sendo indicado para ser misturado à cola ou outros solventes na fabricação de compensados, aglomerados, OSB (“oriented strand board”) ou MDF (“medium density fiberboard”), para proteção contra cupins. Deve ser empregado sempre que for preparado novo lote de cola, seguindo as instruções do fabricante. Adicionar fenil pirazol somente após a adição da água ou da resina, mantendo a mistura

sob agitação para homogeneização. Este inseticida também pode ser usado como barreira de proteção contra cupins. A substância fenil pirazol age sobre o sistema nervoso central do inseto contaminado. O inseticida é rapidamente transferido para os outros indivíduos da colônia pelo hábito da limpeza existente entre eles (higienização), bem como pelo processo de troca de conteúdo bucal (trofalaxia) comum entre cupins.

2.5 Cuidados no manuseio

A utilização da madeira devidamente tratada com preservativos não apresenta riscos à saúde do homem e animais. Entretanto, o preservativo é formulado com compostos tóxicos e, portanto, deve ser manuseado com os mesmos cuidados que se dispensam aos inseticidas. 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 ou o pó de serragem da madeira tratada;
- 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, lavá-los com abundância de água corrente;
- h) Em caso de acidente consultar urgentemente um médico.

Após o tratamento e repouso pelo período recomendado, a madeira tratada deve ser deixada sob a ação de uma boa chuva ou lavada com água corrente para eliminar depósitos de preservativos, que tendem a se formar na superfície das peças por ocasião do tratamento. Esse procedimento deve ser adotado para

madeiras que serão utilizadas em contato com seres humanos ou animais. Os depósitos superficiais são mais comuns em tratamentos com preservativos hidrossolúveis.

O pentaclorofenol é forte e rapidamente absorvido pelas vias cutânea, digestiva e respiratória. Esse composto possui na sua formulação impurezas chamadas dioxinas, principalmente a hexaclorodibenzodioxina (HCDD), que é uma substância extremamente tóxica, cancerígena e fetotóxica. Pode ainda levar ao aparecimento de cloroacne. Em 1985 o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA incluiu como atividades potencialmente poluidoras o transporte, a estocagem e o uso do pentaclorofenol e pentaclorofenato de sódio.

A madeira tratada com CCA vem sofrendo restrições e pressões internacionais crescentes contra a sua utilização. Na Europa esse produto é proibido e nos EUA começará a sofrer maiores restrições em seu uso a partir de 2004. A madeira tratada com CCA não poderá ser usada em situações em que tenha contato com pessoas e animais, por exemplo em "decks". A utilização ficará restrita aos elementos estruturais e em postes e mourões.

Atualmente, a construção de casas, incluindo "decks", pisos e paredes, com madeira tratada com CCA, é permitida tanto aqui no Brasil como nos EUA. Todavia, alguns cuidados devem ser observados, como o descarte das serragens e dos entulhos logo após a construção.

Não se deve utilizar a madeira tratada com CCA quando houver a possibilidade de seus detritos tornarem-se parte de alimentos ou de rações animais. Por exemplo, não se deve utilizar madeira tratada para tábua de corte de alimentos, em construção de colmeias, em recipientes para água, cocho para rações e, em recintos de armazenamento de alimentos.

A madeira tratada não deve ser queimada em fogueiras, lareiras, fogões, churrasqueiras ou fornalhas. Quando necessário, sua queima deverá ser realizada em incineradores especiais, de acordo com as normas estaduais e federais.

3. ASPECTOS ECONÔMICOS DO TRATAMENTO

Um problema que surge quando se pretende fazer um tratamento preservativo é o de verificar a conveniência de se utilizar material tratado ou não. Um índice simples que poderá ser utilizado nas comparações efetuadas é o custo médio de uma peça por ano de serviço prestado ou ano de uso. Para isso, somam-se ao custo da peça, o preço do preservativo, o das despesas com mão-de-obra e o preço do equipamento. Deve-se acrescentar, ainda, o custo da instalação da peça. Divide-se o resultado pelo número de anos de serviço esperado. Obtém-se assim, o custo por ano de serviço, não incluindo os juros.

Nos cálculos comparativos entre material tratado e não tratado deve-se levar em conta que cada substituição acarretará novos gastos. O custo de uma substituição, além dos aborrecimentos que acarreta, será sempre superior ao da instalação.

Para exemplificar, considere-se o caso de mourões de eucalipto para cerca. Como decidir da conveniência ou não do tratamento, levando-se em conta os gastos que deveriam ser efetuados no último caso? A resposta é obtida, calculando-se o custo de uma peça por ano de serviço da maneira sugerida. Dessa forma, ter-se-ia:

1. Madeira sem tratamento

. Custo do mourão sem tratamento	R\$3,30
. Custo da instalação	R\$1,00
. Duração média provável em uso	2,5 anos
. Custo/ano de serviço = $(3,30 + 1,00)/2,5$	R\$1,72

2. Madeira tratada

1.1 Custo do mourão sem tratamento	R\$3,30
1.2 Custo do tratamento, incluindo preservativo, mão-de-obra e equipamentos	R\$4,60
1.3 Custo da instalação	R\$1,00
1.4 Duração média provável em uso	10 anos
1.5 Custo/ano de serviço = $(3,30 + 4,60 + 1,00)/10$	R\$0,89

Para o caso exemplificado, o custo inicial da madeira sem tratamento é R\$ 3,30 e a tratada R\$ 8,90. Entretanto, pode-se concluir que apesar do maior desembolso inicial devido ao tratamento, ao fim dos 10 anos há economia em utilizar mourões tratados. O fato torna-se mais evidente quando se leva em conta que, na cerca construída com mourões sem tratamento haveria necessidade de 3 substituições a mais. Isso importaria em 3 vezes a despesa de uma nova instalação, portanto, mais R\$ 3,00 em um período de 10 anos, sem considerar as preocupações decorrentes desses serviços.

Evidentemente, poderiam ainda ser computados os juros para ambas as alternativas, mas, mesmo assim a conclusão seria idêntica.

4. PREPARO DO MATERIAL PARA O TRATAMENTO

Os processos preservativos de mourões 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 internas da madeira não tratada. Por isso, **todo e qualquer corte ou entalhe deve ser efetuado antes do tratamento preservativo.**

A secagem da madeira no caso de tratamentos que requeiram, como nos processos “Banho Quente-Frio” ou “Banho Frio”, deve ser efetuada preferivelmente à sombra e em locais secos. Os mourões devem ser empilhados, tendo como suporte madeira tratada ou outro material que não apodreça. Isso evita 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 como mostra a Figura 5.



Figura 5. Mourões em secagem.

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

Após a secagem, é conveniente descartar os mourões que se apresentarem muito rachados. As rachaduras profundas expõem as partes internas que, normalmente, não são atingidas pelo tratamento, diminuindo a durabilidade do mourão.

5. TRATAMENTO PRESERVATIVO

Os processos de tratamento serão apresentados separadamente, de acordo com o tipo de material a ser tratado.

5.1. Tratamento de mourões e estacas

Existem inúmeros processos práticos para o tratamento preservativo de mourões e estacas. Entretanto, apenas os processos mais viáveis serão descritos. Os processos por pincelamento, não serão considerados no tratamento de mourões e estacas devido à pouca eficiência que têm revelado no tratamento de madeira parcialmente enterrada no solo. De uma maneira geral, os processos descritos são indicados para peças roliças, que tenham uma camada de alburno envolvendo a parte central que constitui o cerne.

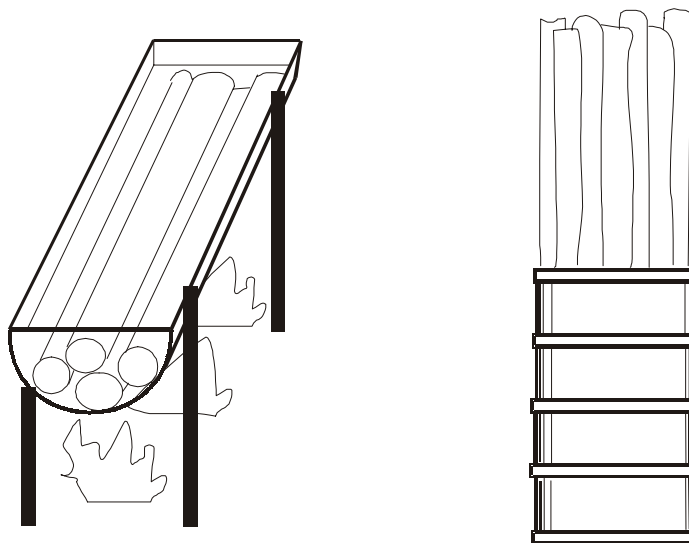
5.1.1. Processo do Banho Quente-Frio

O processo do Banho Quente-Frio requer madeira seca e sem casca. Os preservativos indicados são o creosoto ou uma mistura de creosoto e alcatrão, em partes iguais.

Para o tratamento são necessárias 2 vasilhas, uma para o Banho Quente e outra para o Banho Frio. A vasilha para o Banho Quente, dentre outras, poderá ser feita com 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 à inflamabilidade da solução preservativa.

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 o preservativo frio. O Banho Frio terá a duração de 4 horas. A Figura 6 mostra um desenho esquemático do tratamento pelo processo do Banho Quente-Frio.



Banho quente

Banho frio

Figura 6. Processo do Banho Quente-Frio.

Durante o Banho Quente haverá certa absorção de preservativo e ocorrerá uma expansão do ar contido nas cavidades da madeira. O Banho Frio, por sua vez, provocará uma rápida contração do ar aquecido. Isto ocasionará vácuo e forçará mais absorção com maior penetração do preservativo.

Cada metro cúbico de madeira deverá absorver cerca de 100 kg de solução preservativa. Assim, um mourão de 2 m de comprimento por 12 cm de diâmetro deverá absorver aproximadamente 1,85 kg de creosoto.

Havendo interesse, a quantidade de preservativo absorvido poderá ser avaliada por meio de pesagens de madeira antes e depois do tratamento. O volume das peças de madeira a tratar poderá ser calculado com o auxílio da Tabela 2.

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

Pode-se fazer pequenas alterações nessa técnica. Não é imperativo utilizar dois reservatórios, um para o Banho Quente e outro para o frio. Pode-se apenas trocar

Tabela 2. Volumes aproximados dos mourões, em decímetros cúbicos.

Comprimento dos mourões em metros	Diâmetro nas bases dos mourões em centímetros												
	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0
1,80	6,7	7,7	8,7	9,8	10,8	12,1	13,3	14,6	15,9	17,4	20,4	23,6	27,0
2,00	7,5	8,5	9,7	10,7	12,3	13,3	14,8	16,2	17,7	18,5	22,6	26,0	29,9
2,20	8,2	9,4	10,6	11,9	13,2	14,7	16,6	17,8	19,5	21,4	24,8	28,9	33,0
2,50	9,3	10,7	12,1	13,6	15,0	16,7	18,1	20,2	22,1	24,3	28,2	32,7	37,4

a solução quente por fria mantendo-se os mourões no mesmo cocho, ou esperar que a solução se resfrie naturalmente. Tudo dependerá das facilidades locais disponíveis. Outra possibilidade é aquecer os mourões com vapor quente e depois imergi-los em uma solução preservativa à temperatura ambiente. Isso corresponde ao banho frio.

5.1.2. Processo do Banho Frio

a) Em soluções oleosas

Este processo também requer madeira sem casca e seca. Os preservativos indicados são soluções oleosas.

O tratamento é efetuado em vasilha de concreto como mostra a Figura 7 ou o “cocho” descrito para o Banho Quente-Frio. Ele consiste em deixar as peças completamente submersas na solução por um período de 7 dias.

De acordo com as especificações da Norma NBR 9480, cada metro cúbico de madeira deveria absorver 100 kg de solução. Assim, um mourão de 2 metros de comprimento por 10 cm de diâmetro deveria absorver 1,33 kg. Entretanto, na prática, os mourões de eucalipto normalmente absorvem 40 kg/m³, ou seja, o mesmo mourão exemplificado absorveria 0,53 kg.

Os que se interessarem em verificar a absorção alcançada do preservativo, poderão fazê-lo por meio de pesagens das peças, antes e depois do tratamento. Para o cálculo do volume de madeira poderá ser utilizada a Tabela 2.

Esse tratamento, bem executado, poderá proporcionar à madeira tratada durações médias superiores a 10 anos.

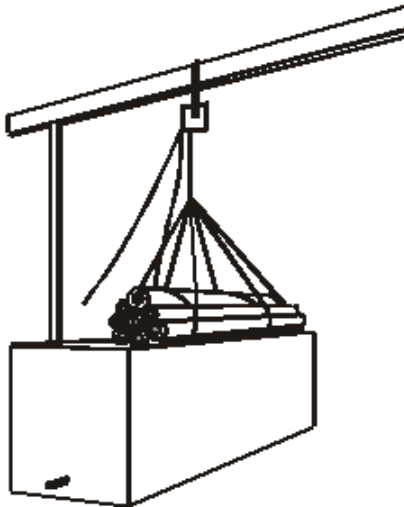


Figura 7. Processo do Banho Frio.

b) Em soluções de preservativos hidrossolúveis

Existe pouca ou nenhuma experiência com esse método no tratamento de espécies que ocorrem no país. O processo utiliza madeira seca ou verde, desprovida de casca, que é totalmente imersa na solução. As concentrações das soluções podem variar de 5 a 10%, preferindo-se soluções mais concentradas para madeira verde. Para esta predomina o processo de difusão o qual pode proporcionar uma maior quantidade de penetração do preservativo em relação à madeira seca. O fenômeno da difusão é um deslocamento espontâneo de uma substância em um determinado meio, de uma zona de maior concentração para outra de menor concentração. A difusão na direção longitudinal é maior que nas direções transversais da madeira. A penetração na direção tangencial é metade e na radial é dois terços do valor observado na direção longitudinal. A absorção é mais rápida nos primeiros dias, diminuindo rapidamente a seguir. No mínimo 5 dias de tratamento são necessários. Maior período de tempo proporciona maior penetração do preservativo. Testes em campos de apodrecimento com mourões tratados por imersão total com retenção de 4,9 kg de CCB por m³ de madeira apresentaram durabilidade média de 6 anos.

5.1.3 Processo por difusão

Neste processo o uso de soluções concentradas facilita a difusão dos sais para o interior da madeira. Os compostos de boro são muito usados por apresentarem boa solubilidade e penetração na madeira. Os produtos a base de fluoreto de sódio também são empregados para tratamentos difusivos sendo encontrados, comumente, na forma de pastas. Pode-se usar uma mistura de compostos de boro com fluoretos. O preservativo na forma de pasta é aplicado nas superfícies das peças de madeira que são empilhadas compactadamente e cobertas com lona plástica por cerca de 30 dias.

A aplicação de pastas com ingredientes de fácil difusão na madeira é recomendada para a região de afloramento de estruturas em contato com o solo. O produto encontrado no Brasil é na verdade uma suspensão de hidrossolúveis em óleo. Nesse caso, o tratamento é denominado de bandagem, sendo a pasta preservativa aplicada na região de afloramento, ou seja, 50 cm abaixo e 10 cm acima da linha de terra. Após a aplicação, o local tratado é revestido com material impermeável para impedir que a pasta se perca no solo.

A dupla difusão é outra forma de se aplicar o preservativo. Pode-se usar madeira verde ou seca. Primeiramente as peças são imersas em uma solução química e, posteriormente, em outra, pelo mesmo período de tempo. As duas soluções difundem-se através da madeira, reagindo e formando um precipitado insolúvel com propriedades preservativas e de difícil lixiviação. O tempo de imersão pode ser superior a 15 dias. Após a dupla difusão promove-se a secagem, conforme anteriormente descrito. Essa técnica é recomendada para tratamento preservativo de madeira que ficará em contato com o solo. As soluções usadas podem ser de sulfato de cobre e dicromato de potássio ou formulações desses produtos, com a inclusão de compostos de arsênio. Esse tratamento confere uma durabilidade à madeira superior a 11 anos. Outra possibilidade é o uso de solução de fluoreto de sódio na primeira imersão e solução de sulfato de cobre na segunda, ocorrendo a formação de fluoreto de cobre, que é resistente à lixiviação.

Somente experiências conduzidas com a madeira desejada poderão indicar precisamente condições, como tempo de imersão e concentração da solução, mais adequadas de tratamento.

5.1.4 Processo de Substituição de Seiva ou Transporte Radial

O processo destina-se a peças roliças. A madeira deve ser cortada, descascada e tratada ainda verde; no máximo 24 horas após o corte. O método perderia eficiência se ocorresse grande evaporação da água da seiva, antes do início do tratamento. A secagem, mesmo que parcial, pode causar o bloqueio do movimento da solução pelo aparecimento de bolhas de ar no interior dos capilares da madeira.

Os preservativos indicados são os solúveis em água, ou hidrossolúveis, como o Osmose CCB. Os sais do tipo CCA não são recomendados por apresentarem uma reação de fixação à madeira muito rápida. Nessas condições, corre-se o risco de formação de cristais nos vazios da madeira em lugar de uma reação com o material lignocelulósico. Esta deposição inconveniente de cristais pode, também, impedir a penetração adequada dos ingredientes ativos dentro da parede celular.

O tratamento preservativo de mourões de bracinga, *Mimosa scabrella*, por métodos simples pode ser feito com CCB. Duas técnicas já foram testadas, a substituição de seiva e a difusão por imersão prolongada. A melhor retenção e penetração foram conseguidas pelo método de substituição de seiva. De um modo geral, para menores concentrações da solução preservante (4% de sal) foi necessário maior tempo de tratamento (8 dias). Todavia, o cerne dos mourões é

Tabela 3. Ingredientes necessários para a formulação de uma solução preservativa do tipo CCB a 2,5 % em peso.

Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$)	1000 gramas
Ácido bórico (H_3BO_3)	650 gramas
Sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	880 gramas
Ácido acético glacial	25 mililitros
Água	100 litros

mais difícil de ser tratado. Ainda assim, consegue-se uma retenção de 6,5 kg de ingrediente ativo (i.a.) de CCB /m³ de madeira, conforme recomenda a Norma NBR 9480.

Como as formulações prontas de preservativos do tipo CCB não são encontrados no comércio varejista da maioria das cidades, pode-se preparar uma solução a 2,5 %, em peso, com os ingredientes e quantidades descritos na Tabela 3. Os ingredientes são facilmente encontrados nas lojas de produtos agropecuários.

A proporção dos ingredientes é de grande importância e, portanto, não deve ser alterada. Para que haja uma boa dissolução, adicionar os sais à água, agitando sempre, e não a água aos sais.

Para o tratamento de peças até 2,5 metros de comprimento, quaisquer vasilhas com um mínimo de 40 cm de altura podem ser utilizadas. Recipientes obtidos pela divisão ao meio de tambores de óleo vazios, prestam-se bem a esse processo. Nessas vasilhas são preparadas as soluções aquosas a 2,5% de concentração, ou seja, cada 100 litros de solução deve conter 2,5 kg do preservativo. O nível dessa solução não deve ultrapassar 2/3 da altura para evitar derramamento quando for colocada a madeira a ser tratada.

Para o tratamento, as peças são colocadas verticalmente na vasilha ficando suas bases mergulhadas na solução preservativa. Quando necessário, adiciona-se mais solução até seu nível aproximar-se da borda da vasilha. A seguir, coloca-se óleo queimado em quantidade suficiente para formar uma fina camada sobre o líquido preservativo, cuja finalidade é impedir a evaporação de água da solução.

As figuras 8 e 9 mostram lotes de mourões em tratamento.



Figura 8. Mourões em tratamento pelo processo de Substituição de Seiva. Neste caso os mourões estão muito justapostos, impedindo a ventilação adequada daqueles colocados no centro do tambor e que receberão produtos preservativos em quantidade inferior à recomendada.



Figura 9. Mourões em tratamento pelo processo de Substituição de Seiva.

À medida que se processa a evaporação da água da seiva pelas partes superiores dos mourões, por difusão e capilaridade, a solução preservativa sobe através das peças, de suas bases até as pontas. Os mourões devem ser arranjados nas vasilhas de maneira a permitir boa ventilação entre eles. Acelera-se, assim, a evaporação e, conseqüentemente, o tratamento.

A execução dos tratamentos poderá ter lugar em abrigos rústicos, para evitar interferência de chuvas. Esses abrigos deverão possibilitar boa circulação de ar entre as peças e podem ser localizados onde mais convenha ao proprietário.

Cada metro cúbico de madeira a ser tratada deverá receber entre 12 e 16,5 kg do produto preservativo, que dependendo dos produtos usados na formulação, corresponde a aproximadamente 6,5 kg de ingredientes ativos. Esse seria o valor mínimo preconizado pela Norma NBR 9480 para tratamento de mourões em processos industriais. Testes de campo mostraram que mourões tratados por substituição de seiva com 16,3 kg de produto por m³ de madeira apresentaram durabilidade superior a 10 anos. Nessas condições, a quantidade de solução absorvida pelos mourões é que determinará o período de tempo que eles devem permanecer em tratamento. Essa quantidade pode ser facilmente calculada com o auxílio dos valores apresentados na Tabela 4. Para isso, o andamento a ser dado ao tratamento é o seguinte:

- 1) Medir o diâmetro, ou seja, a espessura da base dos mourões. Determinar também o comprimento que, para maior facilidade deverá ser o mesmo para todos os mourões de um mesmo tratamento;
- 2) De posse da espessura da base, verifica-se na Tabela 4 a quantidade de solução que cada mourão deverá absorver;
- 3) Somam-se as quantidades encontradas e tem-se o número de litros que a madeira em tratamento deverá absorver;
- 4) À medida que ocorre a evaporação da água da seiva, o nível da solução na vasilha abaixa em conseqüência da absorção efetuada pela madeira. Periodicamente, diariamente se necessário, repõe-se a solução no seu nível original. O número de litros usado nas reposições é registrado. Quando a quantidade repostada for igual à calculada, conforme explicação anterior, o tratamento será interrompido e os mourões retirados das vasilhas.

Tabela 4. Volume em litros, da solução preservativa a 2,5 % de concentração que devem ser absorvidos pelos mourões, para uma retenção de 16,4 kg de produtos por m³ de madeira.

Comprimento dos mourões em metros	Diâmetro nas bases dos mourões em centímetros												
	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0
1,80	4,4	5,0	5,8	6,4	7,0	8,0	8,8	9,6	10,4	11,4	13,4	15,4	17,8
2,00	5,0	5,6	6,4	7,0	8,0	8,8	9,8	10,6	11,6	12,2	14,8	17,0	19,6
2,20	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6	9,6	10,8	11,6	12,8	14,0	16,2	19,0	21,6
2,50	6,2	7,0	8,0	9,0	9,8	11,0	11,8	13,2	14,4	16,0	18,4	21,4	24,6

O tempo de tratamento sofrerá o efeito das condições atmosféricas. Nos meses secos e com a presença de ventos, será menor. Em média de 15 a 21 dias serão suficientes.

Para exemplificar, considera-se um tratamento de 6 mourões com 2,2 metros de comprimento e 11,5 cm de diâmetro. De acordo com a Tabela 4, um mourão de 11,5 cm deve absorver 12,8 litros. A absorção total a ser alcançada pela madeira em tratamento seria de 6 x 12,8 que corresponde ao total aproximado de 77 litros.

Supondo que na primeira semana tenham sido adicionados 20 litros de solução, na segunda 20,0, e na terceira 40,0. Dessa forma, em 21 dias teriam sido absorvidos 80 litros e, portanto, a madeira poderá ser retirada da vasilha de tratamento.

Nos dois últimos tratamentos de uma série em que se aproveita a mesma vasilha, com a solução que restar do tratamento anterior, deve-se proceder de maneira a evitar a perda do líquido preservativo no final. Para isso, efetuar o penúltimo tratamento sem repor o líquido preservativo, deixando que o mesmo seja absorvido até seu nível atingir a metade da altura da vasilha. Posteriormente, no último tratamento, uma alternativa seria colocar nova carga de mourões na vasilha, onde permaneceriam até que a solução restante fosse absorvida. Outra possibilidade para o último tratamento, seria passar o líquido preservativo restante para uma lata comum vazia de 20 litros, onde poderiam ser tratados alguns mourões que permaneceriam nesse recipiente até toda a solução ser absorvida.

O aparecimento de bolores na superfície das peças, não deverá ser motivo de preocupação. Eles não interferirão no tratamento nem na durabilidade das mesmas.

Após o tratamento, as peças devem ser empilhadas como madeira de lenha, à sombra. Desse modo, devem permanecer por 40 dias, protegidas das chuvas. Nesse período completar-se-ão as reações dos sais preservativos com a lignina da madeira. Ao mesmo tempo, a secagem se processará lentamente, evitando-se a rachadura das peças. Rachaduras profundas poderão expor a parte da madeira não tratada, afetando a vida útil do mourão. Facultativamente, e apenas como proteção complementar, as peças poderão receber tinta de asfalto, piche ou alcatrão numa faixa de 40 cm abaixo e acima do nível do solo.

Após o tratamento, as peças não deverão sofrer entalhes ou qualquer tipo de acabamento que implique em cortes. Acabamento na extremidade superior do mourão, cortando-o em uma ou duas águas, deverá ser feito antes do tratamento.

Pode-se, também, fazer a substituição de seiva por meio da imersão dos mourões em soluções de sulfato de cobre e dicromato de potássio, preparadas em vasilhas separadas. Inicialmente, as peças descascadas e verdes são colocadas na solução de sulfato de cobre e depois na de dicromato de sódio. Os mourões são mantidos em cada solução durante tempo suficiente para atingir a absorção de 8 kg de preservador por m³ de madeira, para cada um dos sais. Assim, ao final do tratamento serão absorvidos 16 kg dos produtos químicos por m³ de madeira. Os procedimentos posteriores são iguais aos do tratamento convencional de substituição de seiva. Testes de campo mostraram que os mourões tratados por essa técnica apresentam duração média de 17 anos. Esse tratamento apresenta vantagens como a ausência de sais de arsênio e de proporcionar alta durabilidade às peças tratadas. Entretanto, o tempo para a absorção das soluções preservativas é longo, podendo alcançar 40 dias.

5.1.4 Boucherie modificado

O processo de Boucherie modificado é uma variante do anterior, sendo as peças verdes e com casca colocadas no chão de forma que fiquem inclinadas. O preservativo é mantido em um tanque situado em nível superior às peças a serem tratadas. Pela força da gravidade o líquido desce por tubulação que é bem acoplada por uma capa de borracha à extremidade do mourão ou poste a ser

tratado. A pressão hidrostática força a solução preservativa a substituir a seiva que sai pela outra extremidade da peça de madeira (Figura 10).

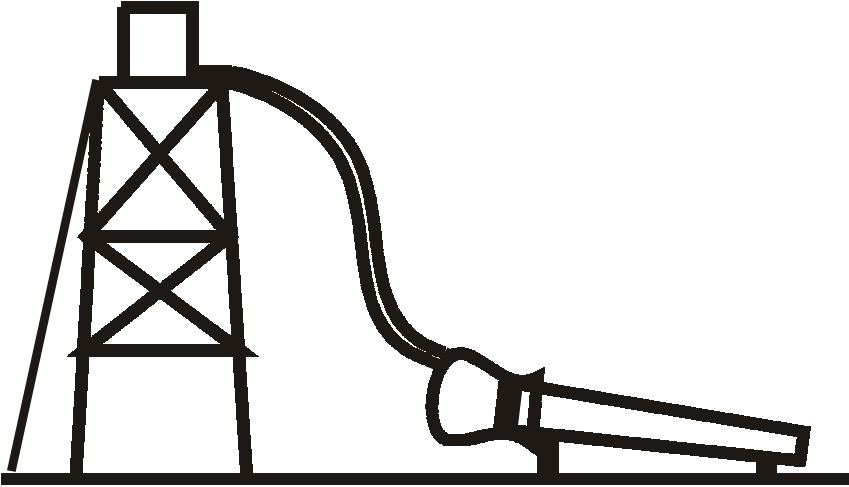


Figura 10. Desenho esquemático do método de tratamento pelo processo Boucherie modificado.

Após a impregnação, para assegurar uma boa fixação do preservativo nos mourões, esses devem ser submetidos à secagem ao ar. Para isso, devem ser empilhados horizontalmente em local seco, coberto e ventilado. O processo consome em torno de 11 dias para ocorrer uma boa penetração no alburno.

O método é pouco difundido no Brasil, apesar da sua operacionalidade em pequenas propriedades rurais. Pesquisa feita com madeira de algaroba indicou que o ângulo de inclinação da peça de madeira não afeta a distribuição, a penetração e a retenção do preservativo CCB.

5.2 Tratamento de móveis, lambris e madeiras de uso interior

Nas condições normais de uso, devido à reduzida umidade que apresentam, os móveis e madeiras de uso interior não são atacados pelos fungos. Os cupins são os principais agentes deterioradores e podem ocasionar graves prejuízos a essas

madeiras, destruindo móveis, portas, assoalhos e forros. A dificuldade em perceber a sua presença nas peças atacadas, antes que consideráveis danos ocorram, torna o problema mais grave. Por isso, para obter-se êxito no seu controle e erradicação é necessário conhecer os hábitos desses insetos, já descritos no Item 2.

A maneira correta e efetiva de prevenir os prejuízos ocasionados por qualquer dos tipos de cupins é a utilização de madeira tratada com preservativos. Entretanto, várias medidas preventivas contra o cupim subterrâneo podem ser adotadas, quando não for possível utilizar madeira tratada. A primeira seria a utilização de madeira somente em alturas superiores a 50 cm do solo. Considerando-se que esse tipo de cupim atacar preferencialmente madeira úmida, é boa medida o uso de madeira seca e isenta de cupins nas construções e proporcionar a ela uma ventilação adequada. Para esse fim, devem ser feitas pelo menos duas aberturas nas paredes, entre o solo e o assoalho, em cada cômodo do imóvel. Para cada metro linear de parede é necessária uma área de abertura correspondente a 20 centímetros quadrados. Deve-se evitar, ainda, que a madeira venha a absorver água eliminando-se todas as possíveis fontes de umidade, isto é, as goteiras e vazamentos das tubulações, bem como a umidade das paredes.

Os cupins subterrâneos podem ter acesso à madeira dos prédios, apesar dos cuidados que se possam tomar, pelas rachaduras nas lajes de concreto ou escavando canais no reboco. Assim, uma medida indicada para locais onde os cupins são abundantes é o envenenamento do solo ao redor das fundações. Para isso, escava-se uma estreita faixa de solo ao redor das fundações até uma profundidade de aproximadamente 50 cm. A seguir preenche-se o buraco com sucessivas camadas de terra regadas com uma solução inseticida. Os produtos indicados são o creosoto, produtos a base de pentaclorofenol, clorpirifós ou lindane. Periodicamente, deve-se renovar a aplicação do produto.

A erradicação dos cupins subterrâneos é efetuada substituindo-se a madeira atacada por tratada, ao mesmo tempo que se eliminam todas as fontes de umidade e os acessos diretos entre o solo e a madeira. Os cupins que permanecerem na madeira, sem suprimento de água, não sobreviverão.

Os ataques dos cupins subterrâneos somente poderão ser evitados pelo uso da madeira tratada. A sua erradicação é bastante difícil e trabalhosa, consistindo em

retirar as peças atacadas, substituindo-as por madeira tratada, quando possível. Em móveis, batentes, portas e lambris a prevenção e a erradicação de cupins pode ser efetuada empregando-se soluções cupinidas em pincelamento com 2 a 3 demãos ou imersão por cerca de 1 minuto ou como indicado nas instruções que acompanham o produto. Não sendo conveniente a retirada das peças de madeira atacadas, os cupins poderão ser erradicados com o auxílio de produtos químicos, como o Jimocupim, Pentox cupim ou o Ex-Terminador de Cupins.

O inseticida deve ser introduzido nas galerias existentes no interior da madeira atacada. Para isso, com o auxílio de um canivete pontiagudo ou outro instrumento adequado, abre-se cuidadosamente a madeira até atingir as galerias, expondo-se o suficiente para a introdução de um tubo fino de borracha ou plástico. Com o auxílio de um bulbo de borracha o inseticida poderá ser insuflado, após o que os orifícios abertos devem ser imediatamente tapados. Essas aplicações devem ser efetuadas em tantas diferentes galerias quantas possíveis. Para pequenas peças de madeira podem ser usadas seringas do tipo utilizadas para fins médicos, que devem ser descartadas após o uso.

5.3 Preservação de Bambu

O bambu é amplamente utilizado nos países asiáticos. Desde brinquedos e artigos de ornamentação até mourões, tubulações para condução de água e pontes são feitos de bambu. Em nosso meio, devido ao rápido desenvolvimento da planta no campo e a facilidade dos seus colmos serem trabalhados, seu uso é também generalizado. É utilizado como estacas em culturas olerícolas, na construção de cercados e abrigos para plantas, na confecção de balaios, cestos e jacás, entre outros usos. Entretanto, o uso do bambu tem sido limitado pela sua pequena durabilidade natural. Fungos apodrecedores e insetos furadores rapidamente destróem o material em uso.

Várias medidas são preconizadas e utilizadas visando evitar a destruição precoce do bambu. Algumas delas, como por exemplo a colheita de colmos na fase minguante da lua, para evitar ou diminuir os estragos ocasionadas pela broca, não foram ainda comprovadas experimentalmente. Experimentos rigorosamente efetuados em nosso meio e no exterior, provaram que não há uma fase de lua melhor que a outra para a colheita de colmos.

A colheita na época e na idade corretas são medidas de ordem cultural efetivas

para restringir os ataques ocasionados pela broca do bambu. Dessa forma, os colmos das espécies de uso generalizado devem ser colhidos quando maduros, ou seja, depois dos dois anos de idade. A época mais aconselhada para o corte dos colmos é a do período seco do ano, quando as plantas têm seu desenvolvimento reduzido ou paralisado.

Tratamentos com produtos químicos são os meios mais seguros para aumentar economicamente a durabilidade natural do bambu. Dessa forma, o interessado poderá obter material de boa durabilidade com métodos que utilizam um mínimo de equipamento. O preservador atualmente indicado é solução do CCB comercial.

O processo de Banho Frio requer uma secagem prévia do material a ser tratado. Assim, as peças de bambu deverão ser colocadas em locais ventilados, sobre travessas de tijolos ou concreto, formando pilhas bem abertas. As estacas roliças de bambu gigante e do fino comum devem permanecer em secagem por um período de mês e meio a dois meses nas épocas secas do ano e de dois meses e meio a três meses nas épocas úmidas. A secagem do bambu à sombra leva de 2 a 4 meses, sendo que os colmos imaturos racham com maior facilidade que os colmos maduros.

Para as estacas rachadas ao meio, longitudinalmente, 15 dias na época seca e 30 dias nas épocas chuvosas, serão suficientes. Caso ocorra durante a secagem ataques de insetos, por exemplo da broca, o bambu deverá ser submerso por um período de 3 minutos na solução preservativa.

Completada a secagem, o tratamento pelo processo de Banho Frio consiste na submersão completa das peças pelo período de 7 dias. A seguir, escorre-se o excesso de solução que fica sobre as estacas, após o que elas estarão em condições de serem utilizadas.

Para tratamento do bambu com a finalidade de uso em móveis, podem ser usados a imersão prolongada e o Banho Quente-Frio em solução de CCB comercial. Sendo que o tratamento por Banho Quente-Frio com o bambu parcialmente seco apresenta melhor resultado que a imersão prolongada. Nesse tratamento o bambu é aquecido com vapor d'água e depois é imerso em solução preservante a temperatura ambiente. Concentrações de 3 a 5% do preservativo em solução aquosa, e tempo de imersão em torno de 1 dia, são suficientes para garantir uma boa proteção dos colmos.

5.4 Proteção da madeira contra manchas e mofos

A madeira recém-desdobrada apresenta, normalmente, condições bastante favoráveis ao desenvolvimento de fungos manchadores e mofos que prejudicam comercialmente as peças obtidas. Os cuidados a serem tomados para evitar as manchas principiam com o corte das toras. Uma vez obtidas, elas devem ser desdobradas dentro do menor período possível. Entretanto, quando elas tiverem de permanecer estocadas deve-se pulverizá-las com produtos a base de pentaclorofenato de sódio a 3-4% em toda a superfície, com especial atenção para os topos.

Após o desdobramento das toras, a madeira obtida deve ser rapidamente tratada. O prazo máximo para o tratamento é de 24 horas, após o qual a penetração do fungo pode ser maior do que a alcançada pelo preservativo. Por essa razão, o tratamento tardio propicia o desenvolvimento de fungos manchadores no interior das peças que externamente mostram-se limpas. Entretanto, ao serem novamente processadas as manchas podem aparecer à superfície.

O tratamento contra manchas é efetuado pela imersão rápida da madeira recém-desdobrada em uma solução de produtos a base de pentaclorofenato de sódio, tribromofenato de sódio, carbendazim, quinolinolato de cobre, ou 3-iodopropinilbutilcarbamato (IPBC), por um período de tempo ao redor de 10 a 15 segundos. Os produtos a base de pentaclorofenato de sódio, que se prestam ao tratamento descrito são: Jimo Antimofo, PKR 40, entre outros. Os produtos a base de tribromofenato de sódio são: Jimo TBF, Maderquil, entre outros. A concentração das soluções deve variar de 1 a 4 %, sendo as mais concentradas aconselhadas para madeira mais úmida cuja água tende a diluir o líquido preservativo.

O tratamento pode ser feito manual ou mecanicamente. No sistema mecanizado uma esteira leva a madeira até um recipiente com a solução preservativa, obrigando-a a mergulhar rapidamente nela e a retirando em seguida.

Quando se dispõe de secadores o tratamento poderá ser dispensado desde que a madeira seja imediatamente submetida à secagem após o desdobramento. Também, quando as condições climatológicas locais forem favoráveis a uma rápida secagem, pode-se prevenir o aparecimento de manchas, empilhando-se convenientemente a madeira ao ar livre logo após o desdobramento. O essencial,

em ambos os tipos de secagem, é que o teor de umidade das camadas superficiais das peças desça rapidamente abaixo de 20%, pois, os fungos não se desenvolvem em madeira seca.

Para a secagem ao ar, o empilhamento deve ser feito de forma a obter-se uma boa circulação de ar dentro da pilha (Fig. 11). Basicamente, deve proporcionar condições para que o ar seco impulsionado pelos ventos mova-se nas pilhas inicialmente na direção horizontal e depois verticalmente em direção ao solo a medida que absorva água das superfícies da madeira e se resfrie. Assim, o ar úmido e frio deve movimentar-se para fora da pilha, sendo substituído por ar aquecido e seco que vem de fora.

O pátio de secagem deve localizar-se em terreno seco, de boa drenagem onde haja boa circulação de ar. Nele se localizam as pilhas que devem estar separadas entre si pelo menos 0,80 m.

As pilhas devem estar a 0,40 m acima do nível do solo sobre travessas que se apoiam sobre fundações. Como fundações podem ser utilizadas estacas de madeira tratada, alvenaria ou qualquer outro material resistente disponível no local. A distância entre as travessas deve ser ao redor de 1,5 m.

A pilha é formada por várias camadas de peças separadas entre si por sarrafos com espessura de 2,5 cm e larguras de 3 a 10 cm. Nas camadas, as peças devem ser dispostas paralelamente, distantes de 3 a 10 cm entre si. Os sarrafos das várias camadas devem ser distanciados de 0,50 a 2,00 m entre si e alinhados verticalmente, isto é, colocadas exatamente umas sobre as outras, separadas apenas pela madeira em secagem. As extremidades das peças em secagem na pilha devem apoiar-se sobre um sarrafo. A figura 11 ilustra a disposição da madeira em secagem.

A altura das pilhas deve variar de 2,5 a 5 metros, o comprimento de 4 a 5 metros e a largura de 2 a 5 metros. As menores dimensões devem ser utilizadas para madeira de secagem mais difícil ou períodos mais úmidos do ano.

As pilhas devem ser protegidas por uma cobertura que pode ser feita, por exemplo, com peças de madeira dispostas lado a lado. O conjunto deve projetar-se além dos limites da pilha para protegê-la da chuva e ter uma inclinação (1 para 12) que permita o bom escoamento das águas.

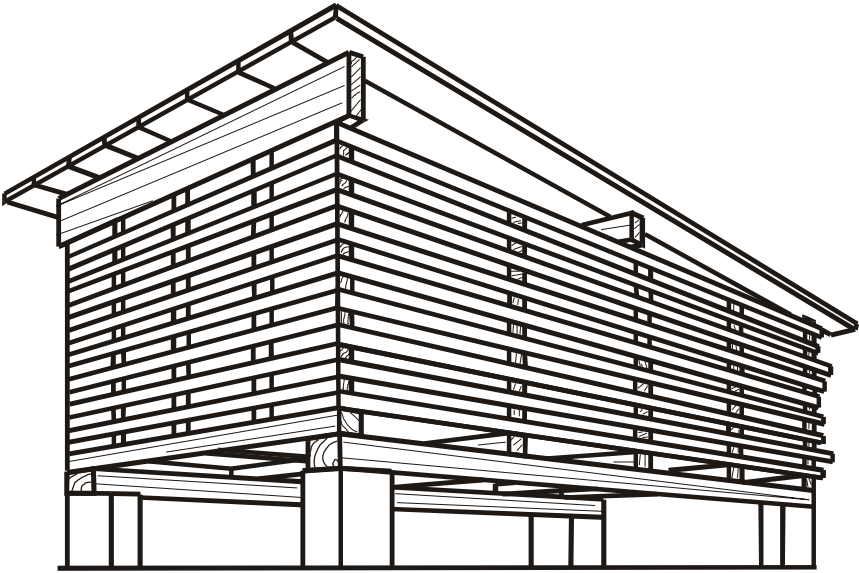


Figura 11. Esquema representando madeira empilhada para secagem.

5.5. Proteção de madeira que entra em contato com alimentos

A proteção de madeira que entra em contato com alimentos era inviável até verificar-se que o quinolinolato de cobre era um produto não tóxico aos seres humanos, nas condições normais de tratamento. Assim, madeira utilizada em caixas de colheita, transporte, armazenamento e acondicionamento de frutas, hortaliças e cereais pode ser adequadamente protegida sem riscos ao consumidor, com preservativo a base de quinolinolato de cobre solubilizado.

A madeira para os tratamentos deve estar seca e a solução preservativa pode ser aplicada com pincel ou rolos. Aplica-se o produto em várias demãos, até que a madeira não mais absorva o líquido preservativo.

O tratamento poderá também ser efetuado por imersão. Nesse caso, o período de tempo durante o qual a madeira deve permanecer submersa pode ser controlado

por pesagens antes e durante o tratamento. Entretanto, saliente-se que a absorção é muito maior no início e decresce rapidamente com o decorrer do tempo. Recomenda-se retenções de 3,2 kg do produto por metro cúbico de madeira. Isso corresponde a aproximadamente 128 kg da solução a 2,5 % por metro cúbico de madeira. Após o tratamento aguarda-se até que o odor do solvente desapareça, antes de utilizar a madeira.

O quinolinolato de cobre está sendo lançado no comércio com a denominação de Osmotox Plus.

6. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

O leitor interessado em obter maiores detalhes a respeito dos métodos relatados, poderá fazê-lo utilizando-se dos livros, publicações e trabalhos relacionados a seguir:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Mourões de madeira preservada para cercas, NBR 9480**. Rio de Janeiro, 1986. 18 p.

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

BEUTEL, P. J.; EVANS, P. D. A comparison of the diffusion of boron from two types of solid preservative rods into the heartwood of 3 eucalypt pole species. In: THE INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION: Section 3: Wood Protecting Chemicals, 31., 2000, Kona, Hawaii. **Annual meeting**. Canberra: The Australian National University, Department of Forestry and Centre for Science and Engineering of Materials, 2000. 1 CD-ROM.

BLEW JUNIOR, J. O.; CHAMPION, F. J. **Preservative treatment of fence posts and farm timbers**. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1965. 33 p. (USDA. Farmer's Bulletin, 2049).

BLEW JUNIOR, J. O.; KULP, J. W. **Service records on treated and untreated fence-posts**. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1964. 52 p.

BLEW JUNIOR, J. O. **Preservative treatment of wood for farm use**. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1965 12 p. (USDA. For. Serv. Res. Note RN-FPL-085).

BLEW JUNIOR, J. O. **Treating wood by the cold-soaking method**. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1961. 10 p.

CAVALCANTE, M. S.; LELIS, A. T. de; CORSINI, C. A.; COELHO, L. C. C.; MONTAGNA, R. G.; BUENO, R. A.; HEMMERICH, W. Resultados das inspeções a cinco campos de apodrecimento após seis anos de implantação. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, v. 6/7, n. 1, p. 7-20, 1975/76.

CHUDNOFF, M.; BOONE, R. S.; GOYTHIA, E. **Preservative treatment and service life of fence posts in Puerto Rico**. Madison: USDA, Forest Service, 1967. 31 p. (USDA. For. Serv. Res. Paper ITF-4).

COOPER, P.; KAZI, F.; CHEN, J.; UNG, T. A fixation model based on the temperature dependence of CCA-C fixation. In: THE INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION: Section 4: Processes, 31., 2000, Kona, Hawaii. **Annual meeting**. Canberra: The Australian National University, Department of Forestry and Centre for Science and Engineering of Materials, 2000. 1 CD ROM.

CPFL. **Inspeção e manutenção preventiva e corretiva em postes de madeira**. Disponível em: < http://www.cpfl.com.br/publ_tecnica/Normas%20%20T%C3%A9cnicas/Inspe%C3%A7%C3%A3o%20e%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20Preventiva%20e%20Corretiva%20em%20Postes%20de%20Madeira.pdf>

Acesso em: 17 out. 2003.

DeGROOT, R. C. **Groundline treatments of southern pine posts**. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1981. 11 p. (USDA. For. Serv. Res. Paper FPL-409).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory. **Air drying of lumber**. [S.l.], 1971. 110 p. (USDA. For. Serv. Agric. Handbook, 42).

FINDLAY, W. P. K. (Ed.). **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: M. Nijhoff; Dr. W. Junk, 1985. 269 p. (Forestry Sciences, 17).

FREITAS, V. P. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de *Pinus* após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

GALVÃO, A. P. M. A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliadas através de ensaio de campo: primeira avaliação. **IPEF**, Piracicaba, n. 4, p. 15-22, 1972.

GALVÃO, A. P. M. **Características da distribuição de preservativos hidrossolúveis em mourões roliços de *Eucalyptus alba* Reinw, tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

GALVÃO, A. P. M. Métodos simples para conservação do bambu. [S.l.: s.n.], 1967. Relatório de pesquisa enviado à FAPESP.

GALVÃO, A. P. M. Tratamento do bambu pelo processo do banho frio. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 24, p. 19-33, 1967.

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.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. Durabilidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake preservada por processos sem pressão: avaliação de ensaios de campo. **IPEF**, Piracicaba, v. 33, p. 59-64, ago. 1986.

GHILARDI, E.; MAINIERI, C. **Tratamento de moirões roliços de *Eucalyptus saligna* pelo processo do banho quente-frio**. São Paulo: IPT, 1964. 17 p. (IPT. Publicação, 606).

GJOVIK, L. R.; GUTZMER, D. I. **Comparison of wood preservatives in stake tests**: 1983 progress report. Madison: USDA, Forest Service, 1983. 89 p. (USDA. For. Serv. Res. Note FPL-02).

HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3th ed. New York: McGraw-Hill, 1967. 433 p.

IBAMA. **Lista de produtos preservativos de madeira com situação regular de registro**. Arquivo recebido por < povoa@cnpf.embrapa.br > em: 21 nov. 2002. Mensagem de < Luciana.Luquez@ibama.gov.br > .

LANTICAM, C. B.; PALIJON, A. M.; SALUDO, C. G. Bamboo research in Philippines. In: RAO, A. N.; DHANARAJAN, G.; SASTRY, C. B. (Ed.). **Recent Research on Bamboos**: proceedings of the International Bamboo Workshop October 6-14, 1985. Hangzhou, People's Republic of China. [S.l.]: The Chinese Academy of Forestry People's Republic of China: International Development Research Centre, 1987. p. 50-60.

LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. 2 v.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1958. 520 p.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S.; SIQUEIRA, A. B. Características de preservação de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus paniculata* para uso final como postes de eletrificação. **Circular Técnica do LPF**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 12-19, jul./dez. 1991.

MORAES, D. A. A. **Tratamento da madeira para utilização na propriedade rural**. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Rural, Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável, 1997. 26 p.

OLIVEIRA, J. T. da S. **Secagem e tratamento de madeira na fazenda**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2000. 66 p.

OLIVEIRA, J. T. da S. **Uso da madeira de Eucalipto na fazenda**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2000. 58 p.

PAES, J. B.; LIMA, C. R. de; SANTOS, J. M. Tratamento preservativo de moirões de Algaroba (*Prosopis juliflora* D.C.) pelo método de Boucherie modificado. 2000. Disponível em: < <http://www.remade.com.br/novo/materias.asp?menu=Preservação> > . Acesso em: 31 out. 2003.

PAES, J. B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab.** 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* BENTH.) e de *Eucalyptus viminalis* LAB. pelo método de imersão prolongada. *Cerne*, Lavras, v. 7, n. 2, p. 65-80, 2001.

PENNA, J. E. **Tratamento preservativo de *Bambusa tuldoides* Munro para sua utilização na indústria de móveis**. 1980. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PEREIRA, J. A.; A. RUSSO. Um processo para preservar madeiras brancas para esteios, mourões e postes. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 301-310, 1961.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF: FATEC, 1988. 125 p.

SLOB, J. W.; NANGAWA, P. F.; LEER, E. de; DENKER, J. CCA impregnation of Bamboo: leaching and fixation characteristics. In: RAO, A. N.; DHANARAJAN, G.; SASTRY, C. B. (Ed.). **Recent Research on Bamboos**: proceedings of the International Bamboo Workshop October 6-14, 1985. Hangzhou, People's Republic of China. [S.l.]: The Chinese Academy of Forestry People's Republic of China: International Development Research Centre, 1987. p. 321-336.

WALLIS, N. K. **Australian timber handbook**. 2nd. ed. Sydney: Angus & Robertson, 1963. 391 p.

WATANABE, L. Y.; CAVALCANTE, M. S.; VENTURA, A.; CORSINI, C. A.; FOSCO, E.; KRONKA, F. J. N.; VICTOR, M. A. M.; ROMNELLI, M.; GURGEL FILHO, O. A.; MONTGNA, R. G.; BUENO, R. A.; HEMMERICH, W. Inspeção aos campos 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, v. 3/4, n. 1, p. 7-39, 1972/1973.

ZECA FILHO, A.; TARGA, L. A. Tratamento preservativo de madeira (*Pinus oocarpa*) para uso como postes de linhas de eletrificação. **Energia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 55-67, 1999. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/posgradua/Energia/revista/V13N4-98/zeca99.pdf>> . Acesso em: 03 nov. 2003.