



Universidade Federal do Pampa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS SÃO GABRIEL  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Gabriela Leonardi Urbanetto

Métodos caseiros e alguns preservativos comerciais para preservação de madeira

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), RS, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Florestal.

São Gabriel

2011

**Gabriela Leonardi Urbanetto**

**Métodos caseiros e alguns preservativos comerciais para preservação de madeira**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), RS, como requisito parcial para obtenção do grau Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Msc.<sup>a</sup> Silvana Rosso

**São Gabriel  
2011**

**Gabriela Leonardi Urbanetto**

**Métodos caseiros e alguns preservativos comerciais para preservação de madeira**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Florestal.

Área de concentração: Preservação da madeira

Monografia defendida em: 5 /12/ 2011.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Msc.<sup>a</sup> Silvana Rosso  
Orientadora  
Engenheira Florestal – UNIPAMPA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cibele Rosa Gracioli  
Engenheira Florestal – UNIPAMPA

---

Prof<sup>a</sup>. Msc.<sup>a</sup> Bruna Denardin da Silveira  
Engenheira Florestal – UNIPAMPA

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que me concedeu tudo que eu precisava para chegar até aqui.

À professora Silvana Rosso, pela orientação, sugestões, compreensão, amizade e confiança depositada em mim.

À minha família pelo incentivo, pelo apoio nas horas mais difíceis e pela compreensão da distância.

À amiga Danielli da Rosa, por sua imensa paciência e companhia tanto nas horas boas como ruins, pelo convívio durante os cinco anos de minha graduação, e, principalmente, pela lealdade e cumplicidade que me ofereceu.

Ao meu namorado, Márcio Lagreca, por entender a minha ausência em muitos momentos, pelo apoio, sugestões, carinho e fazer dessa jornada mais leve e alegre através do seu estímulo.

Aos colegas Alex David Machado, Luana Nasiniak e Rafael Machado, pela grande amizade que fez suportar muitos momentos ruins longe da família, se tornaram extremamente importantes no dia-a-dia.

Enfim, à todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada.

## RESUMO

Preservação da madeira é a prática de oferecer a mesma proteção contra organismos degradadores e a ação do tempo. Tendo em vista a importância de conseguir madeiras totalmente sadias para construções civis, no qual é agregado maior valor a estas, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos principais preservantes químicos presentes no mercado que são utilizados para o tratamento da madeira e dos métodos caseiros para aplicação dos mesmos. Traz também, informações sobre a durabilidade natural da madeira, novos preservativos lançados no mercado, fatores que afetam na penetração do preservativo, para dar assistência à pessoas que possuem interesse em realizar a preservação e dar subsídio a novos trabalhos. Ao final do mesmo, encontra-se uma nota explicativa de um experimento realizado na preservação da madeira de três diferentes espécies utilizando o preservativo CCB com o intuito de avaliar a penetração deste na mesma.

Palavras-chave: Preservação de madeira; preservantes químicos; métodos caseiros de preservação.

## **ABSTRACT**

Wood preservation is a practice that offers the same protection against degrading organisms and weathering. Given the importance of getting completely healthy wood for civil construction, in which more value is added to these, this study aimed to conduct a survey of the main chemical preservatives on the market that are used for wood treatment and home methods to implement them. It also brings information on the natural wood durability, new preservatives launched on the market, factors that affect the preservative penetration, to give assistance to people who have an interest in the preservation and to make allowance for new works. At the end of it, there is a note from an experiment conducted in the preservation of three different wood species using CCB preservative in order to assess the penetration of the same.

Key words: Wood preservation, chemical preservatives, homemade methods of preservation.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Objetivos .....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. Histórico da preservação de madeiras no brasil.....	9
2.2. Durabilidade natural da madeira .....	9
2.3. Importância da preservação de madeiras .....	11
2.4. Métodos de tratamento .....	12
2.4.1. Tratamento preventivo.....	12
2.4.2. Tratamento curativo.....	12
2.5. Processos sem pressão de tratamento .....	13
2.5.1. Pincelamento .....	13
2.5.2. Aspersão ou pulverização.....	14
2.5.3. Imersão simples.....	15
2.5.4. Imersão prolongada.....	16
2.5.5. Difusão .....	16
2.5.6. Substituição de seiva.....	17
2.5.7. Método de bolcherie .....	18
2.5.8. Banho quente/frio .....	20
2.6. Produtos comerciais utilizados na preservação .....	20
2.6.1. Arseniato de cobre cromatado (cca).....	21
2.6.2. Borato de cobre cromatado (ccb) .....	21
2.6.3. Creosoto .....	22
2.7. Novos produtos preservativos lançados no mercado.....	22
2.8. Fatores que afetam a penetração do preservativo pela madeira .....	24
2.8.1. Fatores inerentes à madeira .....	24
2.8.2. Fatores inerentes ao preparo do material .....	25
2.8.3. Fatores inerentes ao método de tratamento .....	27
3. SUGESTÕES DE PRODUTOS PRESERVANTES .....	29
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
5. NOTA EXPLICATIVA.....	32
5.1. Madeiras utilizadas.....	32
5.1.1. O gênero eucalyptus.....	32
5.2. OBJETIVOS .....	34
5.2.1. Objetivo geral .....	34
5.2.2. Objetivos específicos.....	34
5.3. METODOLOGIA.....	34
5.3.1. Obtenção dos corpos de prova.....	34
5.3.2. Preservativo e método de impregnação .....	35
5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
REFERÊNCIAS .....	38

## 1. INTRODUÇÃO

Há milhares de anos a madeira vem sendo utilizada como matéria-prima para ferramentas e até mesmo na construção civil, neste segundo caso há uma necessidade maior da chamada preservação da madeira que atribui, à mesma, maior resistência a biodegradação e a ação do tempo.

A vida útil da madeira depende basicamente da espécie da mesma, quantidade de cerne e alborno e das condições ambientais a qual fica exposta. Também, da presença de agentes degradadores como fungos, bactérias e insetos que causam algum dano a madeira tendo em vista que, alguns desses organismos, se alimentam e/ou reproduzem-se no interior da madeira sadia.

A anatomia da madeira é um fator determinante, junto com o método de preservação, para a penetração do preservativo em seu interior. Quanto maior a quantidade de preservativo absorvido e retido na madeira, maior será a sua vida útil.

No Brasil, hoje, podemos dispor de uma grande quantidade técnicas de preservação da madeira, bem como de vários preservativos disponíveis. Para cada finalidade da preservação podemos dispor de preservativos e técnicas que obtenham um maior sucesso em nosso objetivo final. Apesar disso, ainda há muito pouco estudo voltado para esta área.

Com a competição do mercado e sendo ele mais exigente, nos dias atuais, têm-se investido muito na preservação da madeira, tendo em vista que um produto tratado agrega maior valor de comercialização e maior desejo de consumidores por se tornar um produto de maior vida útil. Porém, podemos usufruir de métodos e produtos químicos que podem ser utilizados por pessoas leigas, como pequenos agricultores, pela praticidade e baixo valor dos mesmos.

Para Hunt e Garratt (1967) *apud* Paes (2006), a eficiência de um tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração, pela distribuição e pela quantidade de produto preservativo retido pela madeira. Por isso, torna-se indispensável conhecer o quanto a madeira de cada espécie absorve e retém do preservativo, para a melhor utilização da mesma em determinado fim, aumentando, junto com sua vida útil, o valor comercial da mesma.



O último capítulo deste trabalho refere-se à nota explicativa de um experimento realizado sobre teste de absorção do preservativo CCB na madeira de três diferentes espécies.

### **1.1. Objetivos**

O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos principais preservantes químicos presentes no mercado que são utilizados para o tratamento da madeira e dos métodos caseiros para aplicação dos mesmos.

Auxiliar pessoas leigas e profissionais que tenham interesse em fazer a preservação de madeiras utilizando-se de métodos caseiros.

Dar subsídio a outros trabalhos relacionados a área de estudo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico da preservação de madeiras no Brasil**

De acordo com Cavalcante (1982) *apud* Sgai (2000) tem sido difícil estabelecer quando, pela primeira vez, o homem se utilizou conscientemente de algum processo para preservar madeira. Sabe-se que há mais de 2.000 anos atrás, já se queimava a superfície da madeira para protegê-la contra organismos deterioradores terrestres. Com a mesma finalidade aplicava-se óleo de oliva, óleo de cedro, bem como alho fervido misturado com vinagre.

O desenvolvimento e a utilização dos processos preservativos, no Brasil, aconteceram de maneira defasada, se comparadas com outros países, principalmente em relação à países da Europa e aos Estados Unidos da América. Tal fato ocorreu em virtude das grandes matas virgens de madeiras duráveis existentes até meados do século XX (PINHEIRO, 2001).

A implantação da preservação de madeiras no Brasil está intimamente ligada ao desenvolvimento das ferrovias. A partir de 1957, várias usinas para tratamento de madeira sob pressão foram instaladas, chegando o total, em 1981, a cerca de 42. Postes, dormentes e mourões são as principais peças de madeira que foram tratadas até o ano de 1982. Em menor quantidade incluem-se cruzetas, esteios e madeiras serradas para a construção civil (SGAI, 2000).

### **2.2. Durabilidade natural da madeira**

A durabilidade ou resistência natural da madeira refere-se ao grau de susceptibilidade a ação de intempéries e ao ataque de agentes destruidores, como fungos, insetos e brocas marinhas. Madeiras de alta massa específica, por apresentarem uma estrutura mais fechada e, frequentemente, elevado teor de substâncias especiais, impregnando as paredes das células, são mais resistentes (FREITAS, 2002).

Segundo Burger & Richter (1991) apud Freitas (2002), a presença de materiais como sílica, alcalóides, taninos, normalmente de ocorrência mais acentuada no cerne dos troncos, aumenta a durabilidade natural da madeira, devido ao efeito tóxico que apresentam sobre os agentes deterioradores.

Através da durabilidade da madeira em contato com o solo pode-se avaliar sua susceptibilidade a organismos xilófagos; bem como classificar as madeiras que podem ou não ser utilizadas em contato com o solo, em estruturas ou outras aplicações (FREITAS, 2002). Considerando a madeira nestas condições, sua durabilidade é classificada em função do tempo em que permanece em condições de uso, resistindo a ação dos agentes deterioradores. A classificação mais comum pode ser observada na Quadro 1.

#### QUADRO 1:

Grau de durabilidade e sua respectiva vida útil em contato com o solo.

Grau de durabilidade	Vida útil em contato com o solo (anos)
Muito durável	25
Durável	15 - 20
Moderadamente Durável	10 – 15
Não durável	5 – 10
Perecível	Até 5

Fonte: Santini (1988).

Segundo Rocha *et al.* (2000) apud Freitas (2002), as madeiras brasileiras apresentam uma grande variação na durabilidade natural, existindo assim madeiras com resistência baixíssima até madeiras altamente resistentes a organismos xilófagos. Na Tabela 1 pode-se observar a durabilidade (em anos) de algumas madeiras brasileiras.

TABELA 1:

Durabilidade natural (em anos) da madeira de algumas espécies brasileiras.

Nome comum	Nome científico	Durabilidade (anos)
Angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	15 – 20
Vinhático	<i>Plathymentia foliosa</i>	15 – 20
Guaritá	<i>Astronium graveolens</i>	10 – 15
Angelim-amargoso	<i>Vatairea heteroptera</i>	10 – 15
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	5 – 10
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	5 – 10
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	> 5
Gema-de-ovo	<i>Vatairea sp.</i>	< 3,5

Fonte: Rocha *et al.* (2000).

Com base nas informações divulgadas por Fernandes *et al.* (1991) e por Jankowsky *et al.* (1989) apud Freitas (2002), a durabilidade natural da madeira de *Pinus sp* é inferior a dois anos, permitindo classificá-la como perecível.

### 2.3. Importância da preservação de madeiras

A susceptibilidade da madeira, sob certas condições de uso, ao ataque de organismos biológicos de destruição, é o inconveniente mais importante que limita a utilização deste material. Em razão disso, para que sua utilização resulte econômica em comparação com outros materiais similares, é necessário proceder sua preservação (SANTINI, 1988).

Para o controle da durabilidade da madeira são utilizados preservativos visando a proteção de ataques de fungos, bactérias e insetos. Estes preservativos são substâncias ou formulação química de composição e características definidas, que deve apresentar as seguintes propriedades: alta penetrabilidade; alta estabilidade química; incorrosividade aos metais; imprejudicabilidade às características físicas e mecânicas da madeira; segurança na manipulação (BENTO *et al.*, 2002).

Segundo Hunt & Garratt (1967) apud Sobrinho *et al.* (2005), a eficiência do tratamento preservativo é determinada pela penetração e quantidade de substância tóxica absorvida e retida pela madeira. Carvalho (1966) & Lepage (1986) apud

Sobrinho *et al.* (2005) afirmam que esses parâmetros fornecem o verdadeiro grau de proteção à madeira, sendo considerado de máxima importância no controle de qualidade do tratamento efetuado.

O principal problema do setor de preservação de madeiras é o desconhecimento e preconceito por parte dos consumidores, sendo necessária a conscientização e o trabalho com qualidade como forma de consolidar o conceito e a credibilidade da madeira tratada no mercado nacional (SGAI, 2000).

## **2.4. Métodos de tratamento**

### **2.4.1. Tratamento preventivo**

Segundo Pinheiro (2001), o objetivo principal do tratamento preventivo é preservar peças de madeira antes da sua infestação, prevenindo a deterioração das mesmas em serviço. Atualmente, os métodos preventivos mais utilizados para tratamento de peças de madeira através da preservação química podem ser divididos em Pré-tratamento, Processo Caseiro (sem vácuo/pressão) e em Processos Industriais (com vácuo/pressão).

A madeira, antes de ser posta em serviço, ou seja, durante o intervalo de tempo entre o corte e a comercialização, também deve ser protegida contra a demanda biológica, evitando assim a sua degradação e, conseqüentemente, a desvalorização. Neste período, seja na forma de tora ou de madeira desdobrada, a proteção se faz necessária, devido ao alto teor de umidade da mesma (PINHEIRO, 2001).

Ainda segundo Pinheiro (2001), para as toras, principalmente em regiões tropicais, algumas medidas podem ser adotadas, por exemplo, a imersão em água, o jateamento superficial de produtos químicos diluídos em água, além da vedação de suas extremidades.

### **2.4.2. Tratamento curativo**

Estas medidas serão aplicadas quando a infestação já estiver instalada. De acordo com Lepage *et al.* (1986) e Montana Química (1991) apud Pinheiro (2001) , os processos de tratamento curativo podem se dar da seguinte maneira: fumigação ou expurgo, aspersão, injeção, tratamento do solo e métodos de pasta e bandagem.

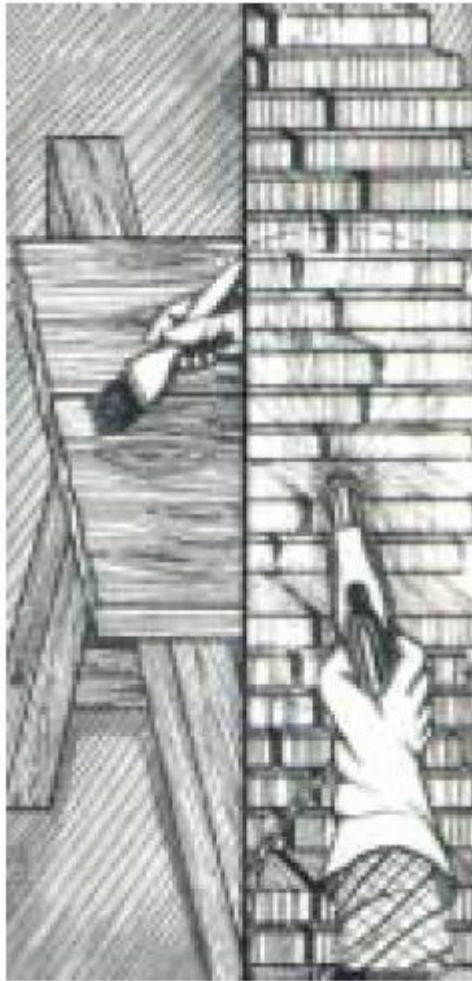
## **2.5. Processos sem pressão de tratamento**

São também conhecidos como métodos caseiros de preservação da madeira por tratarem-se de procedimentos simples e fáceis de aplicação. Estes tipos de processos englobam fenômenos de difusão, capilaridade e absorção térmica.

### **2.5.1. Pincelamento**

Pincelamento, segundo Santini (1988), é um dos métodos mais fáceis de aplicação do preservativo e, ao mesmo tempo, devido a sua pequena penetração, uma das formas mais deficientes de proteção da madeira (figura 1). Por esta razão, deve ser usado em madeiras que serão utilizadas em circunstâncias de baixa incidência de ataque de organismos deterioradores.

Os produtos aplicados por pincelamento podem ser tanto oleossolúveis como hidrossolúveis. Contudo, se houver a intenção de se pintar a madeira após o tratamento, deve-se excluir os preservativos oleossolúveis que utilizam óleos pesados como solventes (SANTINI, 1988).



Fonte: Mendes & Alves (1988) apud Rocha (2001)

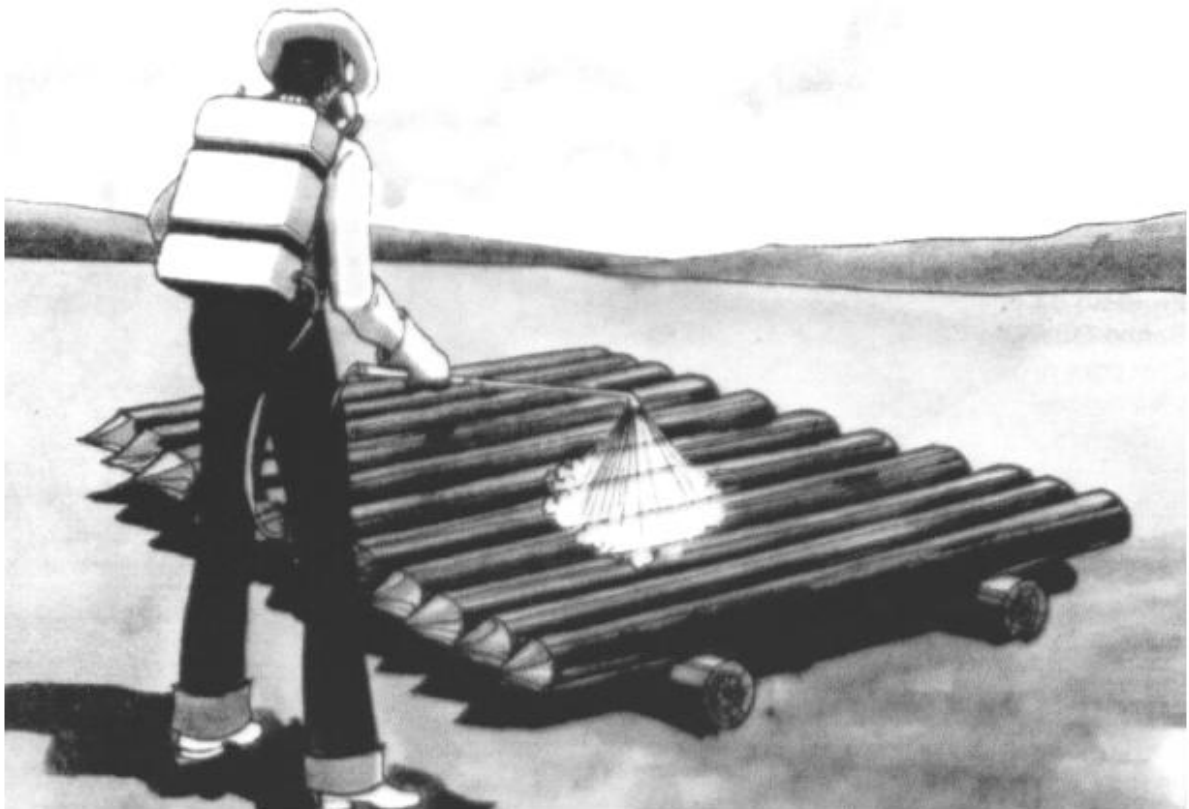
FIGURA 1 – Tratamento preservante da madeira pelo método de pincelamento.

### **2.5.2. Aspersão ou pulverização**

Considerado também um método de tratamento superficial, a aspersão consiste em se proceder borrifações de preservativo, através de pulverizadores portáteis (figura 2), até o momento em que o mesmo comece a escorrer sobre a madeira (SANTINI, 1988).

É um método de pequena penetração e, como o método de pincelamento, é recomendado apenas nas situações em que a incidência de agentes xilófagos é baixa.

Segundo Santini (1988), quando o tratamento for realizado em grande escala, pode-se utilizar câmaras de aspersão, as quais são dotadas, nas faces internas, de bicos pulverizadores. A madeira, que se desloca por um sistema de transporte, ao passar pela câmara recebe borrifações de preservativo.



Fonte: Mendes & Alves (1988) apud Rocha (2001)

FIGURA 2 – Tratamento preservante da madeira pelo método de pulverização.

### **2.5.3. Imersão simples**

Consiste em depositar a madeira em um tanque de metal ou concreto impermeabilizado contendo a solução preservativa, durante um período que varia desde alguns segundos até semanas, dependendo da proteção desejada (SANTINI, 1988).

Nos primeiros momentos do tratamento, a penetração é bastante acentuada, porém, o prolongamento do período de imersão não é acompanhado por



correspondente aumento da penetração, já que esta diminui bastante com o tempo (SANTINI, 1988).

O emprego de preservativos hidrossolúveis é o mais aconselhável, segundo Santini (1988), por serem estes mais apropriados aos tratamentos conduzidos à temperatura ambiente.

É um método mais recomendado para preservação de peças com pequenas dimensões.

#### **2.5.4. Imersão prolongada**

Segundo Rocha (2001), este método consiste na imersão da madeira por alguns dias ou semanas, dependendo da espécie e dimensões. A absorção mais rápida se dá nos dois ou três primeiros dias. Para este método, recomenda-se um período de uma semana a dez dias.

No método de imersão prolongada o procedimento de imersão pode ser realizado num tempo maior após o corte das árvores, fator que pode ser decisivo na escolha do método preservativo, principalmente quando o corte é efetuado em local distante (GUIOTOKU, 2005).

#### **2.5.5. Difusão**

Segundo Santini (1988), o fenômeno de difusão pode ser definido como o deslocamento espontâneo de uma substância através de um determinado meio, de uma zona de potencial químico elevado para outra de potencial químico mais baixo. O fenômeno de difusão só se processa quando a madeira apresenta, inicialmente, elevado teor de umidade.

Os três processos de difusão mais utilizados são os seguintes:

##### **a) Difusão simples**

A madeira é submergida em um preservativo por poucos minutos, período suficiente para que ocorra a absorção. Posteriormente, é empilhada compactamente e envolvida por lona plástica, ficando nestas condições por 2 a 15 semanas. Neste método, são utilizados preservativos hidrossolúveis (SANTINI, 1988).

### **b) Difusão dupla**

A madeira é mantida inicialmente submersa em um preservativo durante um certo tempo e, posteriormente, é transferida para outra solução, onde permanece também por um determinado tempo. O tempo de submersão pode variar de um a vários dias, dependendo da concentração da solução (SANTINI, 1988).

Após o tratamento, segundo Santini (1988), a madeira deve ser envolvida por uma cobertura de plástico e mantida assim durante aproximadamente duas semanas. Posteriormente, procede-se sua secagem pelos métodos convencionais.

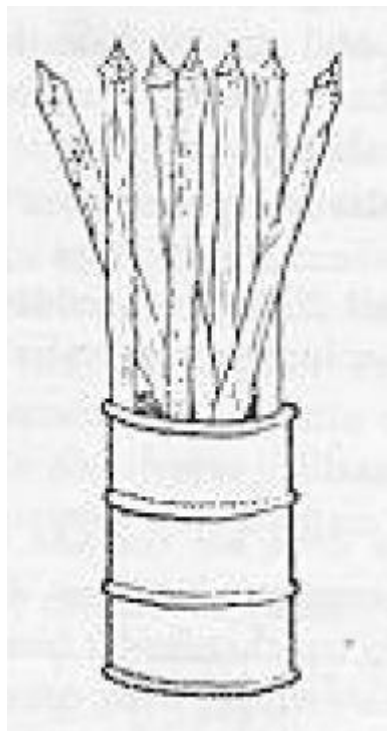
### **c) Difusão com preservativo pastoso**

O preservativo em forma de pasta é aplicado na superfície da madeira, a qual posteriormente é empilhada compactamente e coberta por lona plástica por aproximadamente 30 dias. Apesar de ser considerado normalmente como preventivo, o preservativo pastoso também é usado para tratamento curativo em madeiras que estão em contato com o solo, como no caso de postes, moirões, etc. Neste caso, em que o tratamento é denominado de bandagem, o preservativo é aplicado na superfície da madeira, na região de afloramento. Após a aplicação o material é revestido com material impermeável, de maneira a impedir que o preservativo se difunda para o solo (SANTINI, 1988).

### **2.5.6. Substituição de seiva**

Segundo Rocha (2001), este método é utilizado para o tratamento com sais hidrossolúveis de madeira recém cortada. Consiste em se colocar as toras na posição vertical em um recipiente com a solução preservante. À medida que a água da seiva da madeira vai evaporando, a substância preservativa vai sendo drenada por capilaridade para o interior da peça. O processo é interrompido quando atinge-se a retenção desejada.

As peças podem ser com ou sem casca, porém, com madeira descascada, o processo é mais rápido. As peças devem ter suas extremidades superiores apontadas em bisel (Figura 3), a fim de se evitar o acúmulo de água e aumentar a superfície de evaporação. O tratamento deve ser realizado em local ventilado e protegido da chuva. Após o tratamento, a madeira é descascada e submetida à secagem (ROCHA, 2001).

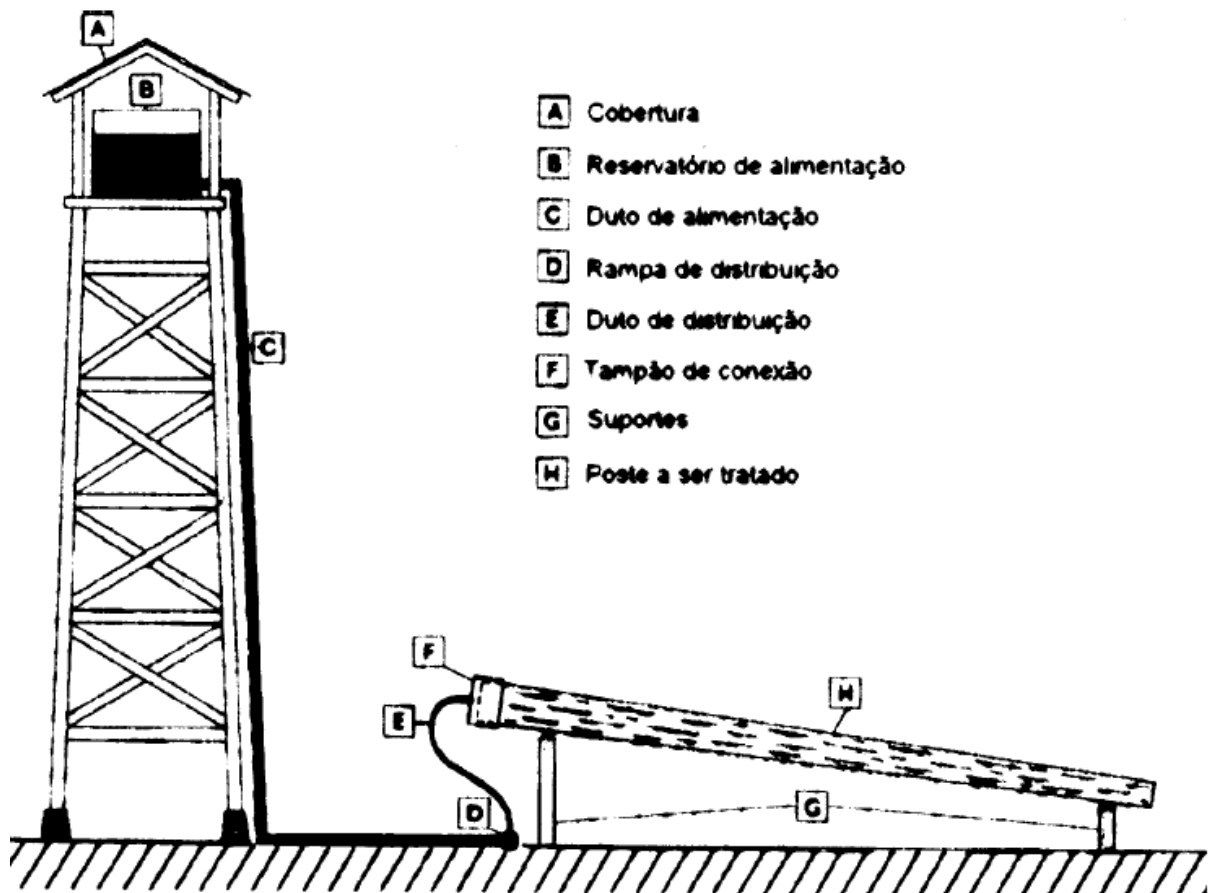


Fonte: Jankowsky (1990)

FIGURA 3 - Esquema do tratamento de moirões pelo processo de substituição de seiva.

### 2.5.7. Método de Bolcherie

Este método segue o princípio de substituição de seiva, sendo mais utilizado para tratamento de postes ou madeira roliça com casca e verdes. As toras são colocadas ligeiramente inclinadas, apoiadas sobre estrados com a face de maior diâmetro da tora mais alta que a de menor diâmetro. Na extremidade mais grossa são colocados tampões perfeitamente ajustados ao diâmetro da madeira, sendo os mesmos conectados a mangueiras ligadas com a solução preservativa (Figura 4). O depósito de solução é situado a alguns metros de altura. Desta forma, o preservante penetra na madeira por meio de pressão hidráulica empurrando a seiva pela outra extremidade da peça. Quando a substância preservativa começa a gotejar na outra extremidade da peça, suspende-se o tratamento (ROCHA, 2001).



Fonte: Déon (1989) apud Rocha (2001)

FIGURA 4 – Método de Bolcherie para tratamento de postes.

Ao final do processo, as toras são descascadas, passando por um tratamento superficial por imersão. Para a utilização deste método, a madeira deve ser recém

cortada. Tem como vantagem o fato de não ser necessário descascar a madeira, porém, é um processo demorado que pode levar vários dias e requer pátios grandes (ROCHA, 2001).

#### **2.5.8. Banho quente/frio**

Segundo Rocha (2001), este método é dividido em duas etapas. Na primeira, se dá a imersão da madeira na solução preservante pré-aquecida a uma temperatura de 90 a 110 °C por um período de até 6 horas, aproximadamente quando a madeira entra em equilíbrio térmico com a solução. Logo após, a madeira é retirada e colocada na mesma solução à temperatura ambiente por no mínimo duas horas.

A temperatura provoca a evaporação da água da superfície da peça e expulsão parcial do ar que se encontra no interior das células. A mudança brusca de temperatura provoca um vácuo parcial associado com a pressão atmosférica, forçando o preservante a penetrar no interior da peça de madeira. Este procedimento proporciona uma maior retenção com uma penetração mais profunda mais uniforme do produto (ROCHA, 2001).

#### **2.6. Produtos comerciais utilizados na preservação**

Nos dias atuais, para atenuar ou até mesmo impedir a deterioração da madeira, algumas medidas vem sendo constantemente adotadas. Uma delas é a introdução de preservantes. Os preservantes utilizados na proteção da madeira são substâncias químicas tóxicas principalmente aos fungos, bactérias e insetos xilófagos. Preservantes hidrossolúveis são os mais usados, sendo compostos por uma associação de vários sais solúveis em água (MIRANDA, 2009).

A quase totalidade da madeira preservada, conforme Freitas (2002), para uso em contato direto com o solo ou em ambiente marinho (acentuado potencial para

degradação biológica), são tratadas atualmente com apenas três produtos: o creosoto (oleossolúvel), o CCA e o CCB (ambos hidrossolúveis).

### **2.6.1. Arseniato de Cobre Cromatado (CCA)**

O CCA, do inglês *Chromated Copper Arseniate*, foi aprovado para uso na década de 1940, dominando o mercado de 1970 até 2004. Neste período caracterizou-se como o preservante mais utilizado devido a sua eficácia, já tendo representado mais de 90% das vendas no mercado dos EUA. Desde então, o EPA não aprova o uso deste produto em construções residenciais e tem limitado a sua utilização para determinados usos industriais e comerciais, que inclui componentes da ponte de madeira. Isto se deve ao fato do arsênio inorgânico presente em sua composição, classificado como de uso restrito (LEBOW, 2006; BIGELOW *et al.*, 2007 *apud* BERTOLINI, 2011). Entretanto, no Brasil, os produtos existentes e as normas técnicas que regulamentam a utilização do CCA ainda o consideram como produto seguro e que fornece grande durabilidade (FAGUNDES, 2003 *apud* BERTOLINI, 2011).

Após tratamento com CCA, a madeira adquire coloração esverdeada, não exala odores nem vapores tóxicos ao homem e não aumenta a combustibilidade, além de conferir proteção contra fungos, insetos e brocas marinhas (LEPAGE *et al.*, 1986 *apud* BERTOLINI, 2011).

### **2.6.2. Borato de Cobre Cromatado (CCB)**

O surgimento do CCB, ocorrido na Alemanha por volta dos anos 1960, deu-se como resposta às preocupações em relação à toxicidade do composto arsênio no CCA, diferenciando-se pela substituição do arsênio pelo boro ou ácido bórico (MORESCHI, 2011 *apud* BERTOLINI, 2011).

Segundo Valcárcel *et al.* (2004) *apud* Bertolini (2011), o boro é caracterizado um elemento com boa capacidade de proteção contra fungos apodrecedores e insetos xilófagos, além de possuir uma boa relação custo-benefício.

Além de menos toxicidade, o ácido bórico migra mais profundamente na madeira após o tratamento. Por ser lixiviável, torna a madeira mais vulnerável ao ataque de fungos tolerantes ao cobre. O cromo no CCB oferece o benefício de redução da corrosão de possíveis ligações por elementos na madeira (LEBOW, 2006 *apud* BERTOLINI, 2011).

### **2.6.3. Creosoto**

O creosoto pode ser obtido de diversas fontes, mas o produto destilado do alcatrão da hulha betuminosa é considerado o mais utilizado e eficiente, além de ser padronizado para o tratamento da madeira. O creosoto de hulha é composto, principalmente, por hidrocarbonetos aromáticos e contém ácidos e bases de alcatrão. Não se fixa à madeira por reações químicas, mas apenas adere-se à parede celular se depositando no lume da célula. É empregado no tratamento de dormentes, postes, moirões de cerca e em peças estruturais nas quais não há contato direto com as pessoas nem necessidade de acabamento posterior. Devido a sua alta viscosidade, independente do processo utilizado, deve ser aplicado a uma temperatura de aproximadamente 90°C (LEPAGE, 1986 *apud* FREITAS, 2002).

## **2.7. Novos produtos preservativos lançados no mercado**

Segundo Statégis (2004) *apud* Brand (2006), vários preservantes livres de cromo e arsênio foram introduzidos em várias partes do mundo, na tentativa de substituir o CCA. Esses contêm tipicamente a etanolamina de cobre, um co-biocida orgânico com baixa toxicidade para mamíferos. Os exemplos são o quat de cobre amoniacal (ACQ) e o cobre azole (CBA), que foram usados por alguns anos pela

Europa e Japão, sendo que o ACQ foi usado também nos Estados Unidos. Porém, são consideravelmente mais caros do que o CCA.

Dentro desse contexto, se necessário, a indústria adotará sistemas de biocidas orgânicos de cobre amina ou então coquetéis orgânicos, mas a taxa de mudança será determinada pela demanda dos consumidores e pela resposta resultante dos órgãos reguladores (STRATEGIS, 2004 *apud* BRAND, 2006).

Alguns produtos baseados em biocidas orgânicos estão sendo desenvolvidos, mas o custo deles é muito maior do que o do CCA, o que leva ao uso atual de pequenas quantidades. Além disso, sua vantagem principal é também sua desvantagem, pois são biodegradáveis não somente no solo, mas também na madeira (STRATEGIS, 2004 *apud* BRAND, 2006).

Além destes produtos, há uma série de estudos relacionados a produtos preservantes baseados em substâncias biocidas produzidas pelas plantas e, também, a utilização de microorganismos como agentes de proteção da biodegradação.

Para o desenvolvimento de novos produtos, para o tratamento preservativo da madeira, dois fatores são cruciais: as viabilidades técnica e econômica para sua utilização. Dentro desse contexto, é evidente que já estão incluídos e devem ser considerados os impactos ambientais e à saúde das pessoas e animais (BRAND, 2006).

Segundo Forest and Wildlife (2004) *apud* Brand (2006), os esforços para desenvolver novos preservantes para madeira, ambientalmente corretos, são seriamente dificultados pelo período de tempo prolongado requerido para realizar a avaliação e estabelecimento da eficiência dos produtos potenciais.

Atualmente, de acordo com o mesmo autor citado acima, a avaliação da deterioração da madeira em laboratório e nos testes de campo é feita geralmente determinando-se a perda de massa e pela inspeção visual, respectivamente. Porém, esses métodos não são eficientes para a avaliação dos estágios avançados da deterioração, porque não detectam as reações químicas não-enzimáticas que os fungos utilizam para abrir a estrutura da madeira, antes do início das reações enzimáticas extracelulares subsequentes. Desta forma, os testes realizados em laboratório e em campo não refletem de forma real a eficiência dos produtos, pois são pouco representativos das condições de trabalho que a madeira tratada irá enfrentar.



## **2.8. Fatores que afetam a penetração do preservativo pela madeira**

Os parâmetros usualmente empregados no julgamento de um tratamento preservativo, do ponto de vista de sua aplicação na madeira são, a penetração e distribuição no lenho, e a retenção. Ambos são influenciados por uma série de fatores, os quais podem ser reunidos em três grupos, segundo a afinidade: inerentes à própria madeira, inerentes à preparação do material e inerentes ao processo de tratamento (SANTINI, 1988).

Os mais interessantes, segundo o autor citado anteriormente, são os inerentes à madeira e os inerentes ao processo de tratamento, pois os inerentes a preparação do material não dispõem de informações precisas.

### **2.8.1. Fatores inerentes à madeira**

Dentre os fatores inerentes à madeira e que afetam o tratamento preservativo, incluem-se:

#### **a) Elementos anatômicos**

Os elementos constituintes da estrutura anatômica da madeira exercem um papel fundamental na circulação dos líquidos no seu interior.

As pontuações, canais de comunicação entre as células adjacentes, são os caminhos normais utilizados para o movimento transversal do preservativo. Sua importância está intimamente relacionada com a condição do torus que, quando incrustado na abertura da pontuação, obstrui o fluxo de líquidos, e recebe o nome de “pontuação aspiralada” (SANTINI, 1988).

Ainda segundo Santini (1988), as fibras, que nas folhosas tem a função de sustentação, não são muito aptas para a condução de líquidos devido ao pequeno

tamanho do seu lúmen e praticamente ausência de pontuações ativas; porém, podem auxiliar na difusão do preservativo procedente dos vasos.

A significância dos raios na penetração da madeira por preservativos é considerada, por consenso geral, como secundária. Acredita-se que, por serem células parenquimáticas, são frequentemente obstruídas por substâncias alimentícias armazenadas, dificultando o fluxo de preservativos (SANTINI, 1988).

### **b) Tipo de lenho**

É notória a diferença da retenção entre o cerne e o alborno. Tal fato relaciona-se às características anatômicas destas estruturas, cujas maiores deposições de extrativos encontram-se presentes no cerne, bem como as maiores obstruções dos vasos deste por tiloses (CAMPOS *et al.*, 2003).

Campos *et al.* (2003), em uma análise microscópica da distribuição das estruturas anatômicas do cerne e do alborno, através de cortes histológicos de amostras preservadas, observou grande quantidade de extrativos presentes nos raios do cerne, como também em diversos raios do alborno, assim como no parênquima axial e em pontuações vasculares, dificultando a distribuição do preservante na madeira.

### **2.8.2. Fatores inerentes ao preparo do material**

Durante a preparação do material há diversos cuidados que devem ser tomados. Abaixo segue uma relação dos que afetam a penetração caso haja um descuido do operador responsável a preparação do material.

#### **a) Formas e dimensões das peças**

Segundo Santini (1988), o formato da madeira submetida ao tratamento exerce uma influência notável sobre a facilidade com que se pode obter uma absorção e penetração satisfatórias. Os postes, moirões, pilotos da construção civil e outros materiais usados na forma roliça, e cujo cerne se encontra completamente envolto pelo alburno, se impregnam mais facilmente que produtos serrados ou desbastados, como travessas, dormentes e madeiras de construção em geral, em que o alburno foi parcial ou totalmente retirado. Pode haver exceções em espécies de alburno refratário e cerne facilmente penetrável.

A madeira serrada poderá conter partes de cerne e alburno, o que dificulta a obtenção de absorção e penetração uniformes. Nestes casos, e principalmente quando as retenções específicas são relativamente baixas, pode ocorrer que seja o preservativo absorvido somente pelo alburno, conferindo assim pouca ou nenhuma proteção ao cerne (SANTINI, 1988).

#### **b) Teor de umidade**

De acordo com Santini (1988), o teor de umidade que a madeira deve apresentar para que a penetração e a retenção sejam satisfatórias, varia basicamente com o método de tratamento e tipo de preservativo utilizado. Na maioria dos métodos de tratamento, a presença de água capilar nas cavidades celulares pode retardar ou impedir a entrada do preservativo.

#### **c) Descascamento**

Como a casca é virtualmente impermeável aos líquidos, deve-se retirá-la antes de se proceder ao tratamento de madeiras roliças. Além de dificultar a penetração do preservativo, a presença da casca pode retardar a secagem e servir de abrigo para fungos e insetos, favorecendo a degradação da madeira (SANTINI, 1988).

#### **d) Incisamento**

Segundo Santini (1988), a operação de incisamento consiste em se produzir, por meios mecânicos, orifícios ou aberturas na superfície da madeira a ser tratada, visando a obtenção de uma penetração mais uniforme e profunda do preservativo. É uma técnica de grande valor para madeiras resistentes à penetração lateral, mas facilmente tratáveis no sentido axial.

#### **2.8.3. Fatores inerentes ao método de tratamento**

Alguns métodos de tratamento não são adequados com a finalidade que desejamos dar a madeira. Abaixo segue uma série de cuidados que devem ser tomados na hora da escolha do preservativo adequado.

##### **a) Tipo de preservativo**

Segundo Santini (1988), é possível obter-se uma melhor penetração com preservativos hidrossolúveis do que com oleosos. Estes movimentam-se somente pelos lúmens e espaços intercelulares, ao passo que os hidrossolúveis, particularmente aquele a base de cobre, cromo e arsênio, penetram também nas paredes celulares, reagindo quimicamente com a madeira.

Mesmo que o preservativo apresente as características ideais para um determinado uso da madeira, seu emprego pode resultar ineficiente se o método utilizado for inadequado (SANTINI, 1988).

##### **b) Pressão**

Nos processos industriais de tratamento, a pressão com que o preservativo é introduzido na madeira influi significativamente na sua penetração e retenção. Quanto mais elevada for a pressão, mais rapidamente o líquido se movimenta pelos espaços celulares e intercelulares, promovendo uma impregnação mais profunda e uniforme do lenho (SANTINI, 1988).

Santini (1988), afirma ainda que, parece ter evidências que pressões muito elevadas e períodos muito curtos favorecem uma penetração inadequada. Assim, aconselha, que a pressão seja aplicada gradualmente até atingir o valor máximo necessário para que se obtenha a retenção prescrita.

### **c) Temperatura**

A importância da temperatura nos métodos de tratamento sob pressão, é maior no caso da impregnação de cerne ou madeiras mais resistentes e quando são utilizados preservativos oleosos. Os valores geralmente adotados nestas situações não ultrapassam 100 – 110°C, para que a resistência mecânica da madeira não seja afetada (SANTINI, 1988).

Ainda, segundo Santini (1988), temperaturas elevadas não são aconselháveis para preservativos hidrossolúveis, já que o aquecimento pode determinar reações químicas indesejáveis nas soluções antes de sua penetração na madeira. Para estes preservativos, não se recomenda o emprego de temperaturas superiores a 60°C.

### **d) Tempo**

Segundo Santini (1988), é difícil combinar de forma exata, a intensidade e duração da pressão a ser utilizada em um determinado tratamento, já que depende de vários fatores, como retenção desejada, facilidade com que se pode impregnar a madeira, temperatura do preservativo, dentre outros.

As pesquisas têm demonstrado, que o emprego de pressões moderadas e períodos razoavelmente longos dão melhores resultados que pressões muito altas e períodos curtos de tratamento. As penetrações obtidas nesta última condição tendem a ser inadequadas e as retenções também podem resultar pouco satisfatórias (SANTINI, 1988).

### 3. Sugestões de produtos preservantes

No mercado atual ainda há uma série de produtos químicos já preparados para aplicação direta na madeira. O quadro 2 apresenta uma pequena parte desses produtos relacionados com o tipo de organismos que atacam e com vantagens dos mesmos para possível utilização futura, todos com registro no IBAMA.

QUADRO 2:

Sugestões de preservativos de madeira comerciais

<b>Preservativo</b>	<b>Indicação</b>	<b>Vantagens</b>
Osmocolor Stain Castanho UV Deck	É eficiente na proteção contra fungos que mancham e diminuem a vida útil da madeira. Oferece proteção para superfícies que sofrem intensa exposição aos raios ultravioleta, além de dar à madeira um tom nobre.	Sua degradação é lenta, por erosão; Proporciona proteção e acabamento acetinado à madeira; Ambientalmente amigável e muito eficaz; Contém resinas que repelem água e evitam o empenamento da madeira.
Osmocolor Stain Cores	Proteção contra fungos manchadores. Disponibiliza tons de madeiras nobres como Mogno, Cedro, Imbuia, Canela, Nogueira, Ipê e Castanheira, que protegem e embelezam a madeira.	Alta resistência às ações climáticas; Proporciona proteção e acabamento acetinado à madeira; Sua degradação é lenta, por erosão; Ambientalmente amigável e muito eficaz.

Osmocolor Stain Transparente	Proteção contra fungos manchadores É excelente para dar acabamento com alta transparência em superfícies sob média exposição solar como varandas, gazebos, lambris de forros e beirais.	Contém filtro solar e elevada transparência; Contém resinas que repelem água e evitam o empenamento da madeira; Proporciona proteção e acabamento acetinado à madeira; Sua degradação é lenta, por erosão; Ambientalmente amigável e muito eficaz.
Quinolinato de cobre-8	Bastante bastante eficiente como fungicida, destinado a preservação de ataques de fungos manchadores e emboloradores, em madeira verde ou recém abatida.	É um produto inodoro e incolor, sem interferencia com a pintura posterior da madeira, é recomendado para usos mais nobres.
Glicol-borato	Usado em madeiras seca impedindo a proliferação de fungos.	Impede o crescimento de fungos não detectados no local. Possui baixa toxidez ao homem.
Óxido de estanho tributílico – TBTO	Usado no tratamento contra brocas e madeira que não ficará em contato com o solo. Ação fungicida e bactericida	Baixa toxidez com animais e homens. Compatível com acabamentos.
Osmocolor	Fungicida não danoso ao ambiente	Bem aceitável em condições adversas e acabamento durável e de alta qualidade

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente o mercado possui diversos preservativos, com diferentes valores, assim como métodos fáceis e práticos de preservar madeira, dando condições as pessoas, dos mais diferentes níveis sociais, tratar (sem depender de indústrias) as madeiras que elas utilizam para sua casa ou fazenda. Além disto, estas pessoas podem obter benefícios para si, ocupando a madeira para a construção e garantindo qualidade a mesma, ou para venda com um valor agregado maior para uma renda extra a família.



## 5. NOTA EXPLICATIVA

Foi realizado um trabalho cujo experimento não obteve sucesso, seguem as informações do mesmo.

### 5.1. Madeiras utilizadas

#### 5.1.1. O gênero *Eucalyptus*

Até o início deste século, o eucalipto foi plantado com a finalidade de ornamentação ou para servir de quebra-ventos, pelo seu extraordinário crescimento. (PELIZAN, 2004).

O gênero *Eucalyptus* adquiriu maior importância nos plantios comerciais na América do Sul, dada a sua grande variedade de espécies e boa adaptação em países de clima temperado, tropical e/ou subtropical (MANGIERI; DIMITRI, 1971 *apud* BERGER, 2000).

Segundo Sella (2001) *apud* Ribeiro (2009), entre os motivos do crescente interesse para o gênero *Eucalyptus*, na utilização de madeira para processamento mecânico, pode-se destacar: as pressões ambientalistas pela preservação das florestas nativas remanescentes e o desenvolvimento de projetos industriais com a matéria-prima produzida de forma sustentável.

A madeira de Eucalipto tem-se prestado a uma série de finalidades. Além dos usos tradicionais, como lenha, estacas, moirões, dormentes, carvão vegetal, celulose e papel, chapas de fibras e de partículas, há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas (PELIZAN, 2004).

A madeira da maioria das espécies de eucalipto é susceptível ao ataque de organismos deterioradores, necessitando de tratamento químico que lhe forneça proteção contra fungos e insetos xilófagos (brocas e cupins) e que, conseqüentemente, aumente sua vida útil. Para esse fim, são utilizados,

comumente, produtos químicos que se fixam na madeira, tornando-a mais resistente à ação destes agentes biológicos, sobretudo se a madeira ficar em contato direto com o solo ou água (SILVA, 2005 *apud* TORRES, 2011).

### **5.1.2. A espécie *Cedrela fissilis***

A *Cedrela fissilis* tem uma madeira leve a moderadamente pesada (densidade média de 0,55 g/cm<sup>3</sup>), macia ao corte e notavelmente durável em ambiente seco. Quando enterrada ou submersa apodrece rapidamente. Tem alborno distinto (LORENZI, 2008).

Ocorre do Rio Grande do Sul até Minas Gerais, principalmente nas florestas semidecídua e pluvial atlântica, em menor intensidade em todo país (LORENZI, 2008).

O Cedro é uma espécie rara, que ocorre em diversas formações florestais brasileiras e praticamente em toda América tropical. Essa árvore frondosa produz uma das madeiras mais apreciadas no comércio, tanto brasileiro quanto internacional, por ter coloração semelhante ao mogno e, entre as madeiras leves, é uma das que possibilita o uso mais diversificado, sendo superada apenas pela madeira do pinheiro-do-paraná (CARVALHO, 1994).

Segundo Lorenzi (2008), a madeira é largamente empregada em compensados, contraplacados, esculturas e obras de talha, modelos e molduras, esquadrias, móveis em geral, marcenaria, na construção civil, naval e aeronáutica, na confecção de pequenas caixas, lápis e instrumentos musicais, etc.

A madeira de *Cedrela fissilis* se assemelha com a do mogno (*Swietenia macrophylla*), apresentando uso extremamente diversificado devido as suas características. É empregada, por exemplo, na construção de instrumentos musicais, obras de entalhe, fabricação de móveis finos, acabamento interno decorativo de embarcações e na construção civil em geral (CARVALHO, 2003 *apud* BERNASKI, 2010).

## **5.2. Objetivos**

### **5.2.1. Objetivo geral**

Quantificar a penetração de preservativo de madeira, no cerne e no alburno de três espécies diferentes, depois de submetidas ao método de imersão simples.

### **5.2.2. Objetivos específicos**

- Tratar a madeira de cada espécie para uma posterior utilização em campo, visando o aumento de sua vida útil.
- Identificar qual das espécies estudadas possui um maior poder de absorção do preservativo.

## **5.3. Metodologia**

### **5.3.1. Obtenção dos corpos de prova**

Para o estudo foram utilizadas três espécies de madeira distintas, são elas: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Cedrella fissilis*. Sendo, 50 amostras de cada espécie, totalizando 150 amostras. Estas foram preparadas obedecendo ao padrão de dimensões de 0,07 m x 0,03 m x 1,0 m (espessura x base x comprimento, respectivamente).

Após secas ao ar livre, as amostras foram expostas ao tratamento de imersão simples utilizando o produto comercial “Osmose CCB” (cobre, cromo e boro), sua solução química apresenta-se na tabela abaixo.

TABELA 2:  
Receita para preparação de uma solução CCB.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
Dicromato de potássio	1.000 g
Ácido bórico	650 g
Sulfato de cobre	880 g
Ácido acético	25 mL
Água	100 L

Fonte: Magalhães & Guiotoku (2005).

### **5.3.2. Preservativo e método de impregnação**

#### **5.3.2.1. Boreto de Cobre Cromatado**

Este produto foi desenvolvido na Índia durante a 2ª Guerra Mundial e é constituído por sais de cobre, cromo e boro. Vale ressaltar que a utilização da combinação entre o cromo e o boro em soluções preservativas já era empregada desde 1913 (LEPAGE *et al.* 1986 *apud* PINHEIRO, 2001).

O preservativo CCB surgiu numa tentativa de substituição do arsênio pelo boro em formulações do tipo CCA. Contudo, alguns estudos, tanto no Brasil como em outros países, tem demonstrado que o desempenho de madeiras tratadas com CCB não tem sido tão satisfatório, principalmente devido à solubilidade do boro, que é facilmente lixiviado da madeira, desguarnecendo-a da proteção fungicida e inseticida (SGAI, 2000).

Pinheiro (2001) ressalta que, assim como o CCA, tal produto permite às peças de madeira quaisquer tipos de acabamento.

Segundo Gonzaga (2006), é excelente para banhar a madeira recém-cortada. O tratamento evita fungos manchadores e reduz a ação de bactérias, cupins e brocas. É recomendando no caso de madeiras que não terão contato com o solo e umidade.

### **5.3.2.2. Método de imersão simples**

Este método consiste em depositar a madeira num tanque de metal ou concreto impermeabilizado contendo a solução preservativa, durante um período que varia desde alguns segundos até semanas, dependendo da proteção desejada (SANTINI, 1988).

Segundo Mendes (1988), o método tem valor, especialmente, em madeira destinada à fabricação de móveis, marcos de janelas e portas, onde é utilizado um preservativo límpido, não causando inchamento e permitindo a pintura.

### **5.3.2.3. Obtenção dos resultados**

As peças foram mantidas por 24 horas em solução no método de imersão simples para a penetração por difusão dos ingredientes ativos da solução no interior da madeira. Após, as peças foram secas por um período de 24 horas, tempo necessário para a secagem e fixação dos componentes na madeira, bem como para minimizar o aparecimento de rachaduras.

Para a avaliação da penetração, foi retirado de cada corpo de prova uma amostra de 8 cm e posteriormente posta a reação química com o produto álcool polivinílico e iodo, adotando-se uma concentração de 40%. Optou-se por este produto químico pelo seu baixo custo.

## **5.4. Resultados e discussão**

O experimento não obteve resultado. A mistura de álcool polivinílico e iodo não tiveram uma concentração a 40% adequada, transformando-se em uma mistura gelatinosa impossibilitada de entrar em contato com a madeira.

### **5.5. Considerações finais**

Como sugestão, dá-se o produto Cromoazurol-S citado por Santini (1988), dissolvendo 5g de Cromoazurol-S concentrado e 50g de acetato de sódio em 800ml de água, diluindo a solução para 1000ml. Mesmo sendo este produto de valor mais elevado, há vários trabalhos com resultados positivos publicados.

## REFERÊNCIAS

BENTO, F. R. et al. **Estudo da durabilidade de postes de preservados com CCA por meio do controle da retenção de As, Cu e Cr.** XV Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, Natal, RN, 09 a 13/11/2002.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* SMITH sob o efeito do espaçamento e da fertilização.** 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2000.

BERTOLINI, M. S. **Emprego de resíduos de *Pinus sp* tratado com preservante CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona.** 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

BIERNASKI, F. A. **Eficiência da amostragem de matrizes de *Cedrela fissilis* Vell. para melhoramento e conservação genética baseado em caracteres juvenis.** 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2010.

BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. **Novos produtos para o tratamento preservante da madeira. “Perspectivas da pesquisa e utilização.** Revista Floresta, v. 36, n. 1. Curitiba, PR. jan./abr. 2006.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: Serviço de Produção de Informação: CNPF/Embrapa, 1994. 640 p.

FREITAS, V. P. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de *Pinus* após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento.** 76 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, 2002.

GONZAGA, A. L. **Madeira: Uso e Conservação.** 246p. – (Cadernos Técnicos; 6). Brasília, DF. 2006.

GUIOTOKU, M.; MAGALHÃES, W. L. E. **Método de imersão prolongada para tratamento preservativo de mourões de *Eucalyptus benthamii* e *dunnii*.** Comunicado técnico 146. Colombo, PR. 2005.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de preservação de madeiras.** Documentos Florestais – Universidade de São Paulo. Piracicaba (11): 1 – 12, jun. 1990.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** vol. 1. 5ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MENDES, A. S. **A degradação da madeira e sua preservação.** Brasília, IBDF/DPq-LPF, 1988.

MAGALHÃES, W. L. E.; GUIOTOKU, M. **Imersão de peças de Eucalipto utilizadas em embalagens de estruturas metálicas em solução de borato de cobre cromatado.** Comunicado Técnico 145. Colombo, PR. 2005.

MIRANDA, L. G.; AZEVEDO, C. M. N.; PIRES, M. J.R. **Otimização de parâmetros para análise de soluções que contenham arseniato de cobre cromado (CCA)**



por espectrometria de absorção atômica por chama. X Salão de Iniciação Científica – PUCRS, 2009.

PAES, J. B.; RAMOS, I. E. C.; SOBRINHO, D. W. F. **Eficiência do CCB na resistência da madeira de Algaroba (*prosopis juliflora* (SW) D.C.) a cupins subterrâneos (*nasutitermes corniger motsch.*) em ensaio de preferência alimentar.** *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*. v. 2 Nº 1 Jan/Jun. 2006.

PELIZAN, T. R. **Estudo de propriedades mecânicas de peças roliças de Eucalipto Citriodora utilizando a técnica de ultra-som.** 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP, 2004.

PINHEIRO, R. V. (2001). **Influência da preservação contra a demanda biológica nas propriedades de resistência e de elasticidade da madeira.** São Carlos, 2001. 162p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, P. G. **Utilização de técnicas não destrutivas para caracterização de madeiras de *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis*.** 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília. DF. 2009.

ROCHA, M. P. **Biodegradação e preservação da madeira.** Fupef – série didática nº 01/01. Curitiba, 2001.

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

SGAI, R. D. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras.** 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. SP. 2000.

SOBRINHO, D. W. F.; PAES, J. B.; FURTADO, D. A. **Tratamento preservativo da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição de seiva.** Cerne, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225-236, jul./set. 2005.