

ALEX DAVID PEREIRA MACHADO

ANÁLISE DO TEMPO DE ABSORÇÃO DE PRESERVANTE PELA
MADEIRA DE *Eucalyptus spp.* COM DIFERENTES DIÂMETROS.

Orientador: Prof. Msc. Silvana Rosso

São Gabriel
2011

ALEX DAVID PEREIRA MACHADO

ANÁLISE DO TEMPO DE ABSORÇÃO DE PRESERVANTE PELA
MADEIRA DE *Eucalyptus spp.* COM DIFERENTES DIÂMETROS.

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^a. Msc. Silvana Rosso

Orientador

Engenheiro Florestal – UNIPAMPA

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Benedetti

Engenheira Florestal – UNIPAMPA

Prof^a. Msc Bruna Denardin da Silveira

Engenheira Florestal – UNIPAMPA

São Gabriel

2011

AGRADECIMENTOS

A DEUS por me ajudar a chegar até esse momento.

A meu pai Josias e minha mãe Estela pelo apoio e paciência nas horas mais difíceis e complicadas.

As minhas irmãs Josiely e Nicolly pela paciência em todos os momentos.

A minha orientador, professora Silvana Rosso pela sabedoria passada e principalmente amizade em todos os momentos mesmo nos mais complicados e difíceis.

A minha colega Gabriela Leonardi Urbanetto pela amizade nas horas mais difíceis e sempre estar comigo nos momentos mais complicados.

Ao meu amigo Bruno Zanin, que sempre me apoio e fez eu ver que no fim tudo da certo.

Ao senhor Assunção Reimundo dos Santos pelo auxílio na aquisição das peças para o trabalho.

A todos meus colegas por todos os cinco anos de convivência.

Muito Obrigado a todos!!

RESUMO

A madeira é um produto que sempre esteve a serviço do homem. Desde as épocas primitivas, com o passar do tempo as técnicas de trabalhabilidade da madeira vem se desenvolvendo cada vez mais e a madeira vem ganhando cada vez mais importância para a humanidade com seus produtos e derivados. A madeira de *Eucalyptus spp.* é muito utilizada em propriedades rurais na forma de moirões por ser uma madeira de fácil aquisição e sua duração, ser consideravelmente boa em condições extremas. Este estudo teve como principal objetivo verificar o tempo de absorção de uma solução preservante pela madeira de *Eucalyptus spp.* com diâmetros diferentes. O estudo foi realizado utilizando moirões de madeira de *Eucalyptus spp.* com dimensões variando entre 9 e 15 cm de diâmetro e 2,18 até 2,26 m de comprimento. A madeira foi colocada em um tonel de 200 litros para absorver a solução química, o produto químico utilizado foi o CCB. A quantidade de solução que era absorvida pela madeira foi verificada diariamente. Ao todo foram realizadas três repetições com moirões de diâmetros diferentes. No estudo foi verificado que a repetição que continha o menor volume de madeira foi a que demorou um maior tempo para absorver a solução e que a repetição que foi realizada com todos os dias ensolarados e temperatura mais elevada apresentou uma absorção mais rápida.

Palavras-chave: preservação da madeira, substituição de seiva, CCB e moirões.

ABSTRACT

The wood is a product that has always been in the service of man. Since the early times in the course of time the techniques of woodworking has been developing steadily and wood is gaining more importance to humanity with their products and derivatives. The wood of *Eucalyptus spp.* is widely used on farms in the form of a wooden fence posts for being easy to purchase and its duration being pretty good in extreme conditions. This study aimed to determine the absorption time of a preservative solution for the wood of *Eucalyptus spp.* with different diameters. The study was performed using fences of *Eucalyptus spp.* with dimensions ranging from 9 to 15 cm in diameter and 2.18 to 2.26 m in length. The timber was placed in a barrel of 200 liters to absorb the chemical solution, the chemical used was BAC. The amount of solution that was absorbed by the timber was checked daily. All the three repetitions were performed with fences of different diameters. In the study it was found that the repetition that contained the least amount of wood was that it took more time to absorb the solution and that the repetition was performed on sunny days and higher temperature showed a faster absorption.

Keywords: wood preservation, replacement of sap, CCB and fence posts.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo Geral	8
2.2 Objetivos Específicos	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 Preservação da madeira	9
3.2 Preservante químico	12
3.3 <i>Eucalyptus SPP.</i>	13
3.4 Método de substituição de seiva	15
4 MATERIAS E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	30
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um produto que sempre esteve a serviço do homem, desde as épocas primitivas, com o passar do tempo as técnicas de trabalhabilidade da madeira vem se desenvolvendo cada vez mais e a madeira vem ganhando cada vez mais importância para a humanidade com seus produtos e derivados. A madeira começou sendo utilizada com intuito de defesa com a confecção de armas. Além disso, a madeira era utilizada para construção de barcos e jangadas, além de proporcionar luz.

Preservantes da madeira são substâncias químicas, as quais são aplicadas na madeira para que esta tenha uma proteção contra ataques de organismos que possam prejudicar sua qualidade. Os preservantes químicos a serem utilizados devem ser escolhidos cuidadosamente para que proporcionem um resultado satisfatório, permitindo à madeira uma boa resistência a degradação (SANTINI, 2001).

O método de tratamento de substituição de seiva é realizado utilizando sais hidrossolúveis como solução preservante. A substância preservativa penetra na madeira conforme a água contida da madeira recém cortada vai evaporando. A penetração do preservante da madeira se dá pelo fenômeno da capilaridade. Ao atingir-se a penetração desejada, que é pré-estabelecida, o processo é interrompido e as peças de madeira são retiradas do recipiente que contém o preservante (SANTINI, 2001).

Eucalyptus é uma folhosa pertencente a família Myrtaceae, se desenvolvem-se principalmente em zonas temperadas, sua madeira é muito utilizada em marcenarias e construções pelo seu fácil manuseio, existem cerca de 230 espécies diferentes de *Eucalyptus*, com sua principal característica sendo o rápido crescimento, mesmo algumas não passando de pequenos arbustos (MARCHIORI & SOBRAL, 1997).

A utilização de preservantes na madeira é importante, pois estes aumentam a durabilidade das peças, protegendo contra ataques de organismos, principalmente em moirões e cercas nas propriedades rurais que ficam expostos ao solo e as intemperes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho foi verificar o tempo de absorção de um determinado preservante pela madeira de *Eucalyptus spp.* com diferentes diâmetros.

2.2 Objetivos específicos

Verificar o comportamento das peças durante o tempo que as mesmas ficarem expostas ao preservante.

Verificar a absorção do produto preservante conforme as condições climáticas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Preservação da madeira

A madeira ocupa uma posição destacada, pois tem sua utilização muito ampla em relação aos demais materiais. A madeira é aplicada em grande escala em construções por sua versatilidade, principalmente em respeito as suas propriedades físicas e mecânicas. Além disso, é bastante utilizada para decoração, por isso é usada também em instrumentos musicais, móveis e vários outros produtos. Com o passar do tempo, a natureza desenvolveu organismos que se alimentam direta ou indiretamente da madeira, causando com isso, um grande problema (MORESCHI, SA).

No Brasil, os processos de biodeterioração da madeira ocorrem rapidamente por ser um país de clima tropical e possuir uma grande diversidade. Essa biodeterioração pode implicar na execução de tratamentos químicos com produtos preservativos que incrementam sua durabilidade natural, com isso, a madeira terá uma vida útil maior em comparação com outros materiais expostos a condições de agressão elevada conforme Brazolin. In Oliveira; Fiedler; Nogueira (2007).

Alves (2005) relata que o início da preservação da madeira no Brasil se deu na preservação de dormentes para ferrovias e para postes utilizados na rede de distribuição elétrica.

Além disso, Brazolin. In Oliveira; Fiedler; Nogueira (2007) relata que a preservação da madeira tem um papel importante na melhoria do ambiente, pois a madeira tratada irá adquirir uma durabilidade maior e com isso diminuirá a pressão do uso das florestas de madeira nativa no Brasil.

A existência de inúmeras espécies de madeira sujeitas ao ataque de agentes biológicos faz com que o uso de tratamentos preservativos seja inevitável. Porém, um dos problemas encontrados na preservação da madeira é a tentativa constante de desenvolver novos produtos preservantes (MORESCHI, SA).

Conforme Trevisan (2006) os agentes degradadores da madeira podem ser bióticos ou abióticos, sendo os bióticos com insetos, fungos, bactérias, entre outros, os que causam um maior dano a madeira.

A degradação de elementos de madeira surge como resultado da ação de agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos ao qual este material é sujeito. Dentre essas diversas causas de deterioração, as mais frequentes são por agentes biológicos, onde se incluem as diversas espécies de cupins (PORTO et. al., 2009).

Os métodos caseiros são de simples aplicação, não necessitando equipamentos especiais e mão-de-obra treinada. Os métodos caseiros dispensam investimentos iniciais maiores em equipamentos e geralmente são viabilizados pelo próprio usuário da madeira (TARGA et. al., 2001).

Para Jankowsky (1990) a madeira de *Eucalyptus* pode ser utilizada em propriedades rurais como moirões e postes, podendo assim, acabar com a escassez de madeiras adequada para estes fins e que tenha uma boa durabilidade. O uso de preservantes na madeira pode fazer com que estas tenham uma maior durabilidade, diminuindo a necessidade de troca da madeira com uma maior frequência.

A madeira quando exposta a condições adversas de temperatura e umidade relativa está sujeita à decomposição por diferentes tipos de agentes, sejam estes mecânicos, químicos, físicos ou biológicos. Entre os principais agentes, responsáveis pelas maiores perdas em madeiras e estruturas de madeiras, estão os fungos e insetos segundo (COSTA et. al., 2002).

Galvão (1972) estudou a durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos em ensaios de campo, realizando uma primeira avaliação. A espécie utilizada para o estudo foi o *Eucalyptus urophylla* de 5 anos de idade, foram analisados moirões de 2,5 metros de comprimento, onde cada tratamento era composto por no mínimo 12 moirões. Foram utilizados nove preservantes diferentes com três métodos de preservação (absorção por transpiração radial, imersão a frio e pincelamento).

Barillari (2002) realizou um estudo referente à durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes, com a avaliação feita em campo de apodrecimento. Em seu estudo foram utilizados 100 tratamentos de quatro espécies diferentes de *Pinus* e cinco produtos preservantes, os tratamentos continham cerca de 14 anos. Para os preservantes hidrossolúveis, o método de tratamento foi feito

sob pressão, célula-cheia, e para o pentaclorofenol o de método foi o de célula-vazia. O estudo durou no total 252 meses.

Paes; Ramos; Sobrinho (2006) estudaram a eficiência do Brometo de Cobre Cromatado (CCB) na resistência da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflor*) ao ataque de cupins subterrâneos. O estudo foi realizado com galhos de Algaroba separados pelo diâmetro variando entre 6 e 12 cm. O método utilizado foi o de substituição de seiva, foram preparadas soluções preservativas com 1, 2 e 3% de ingredientes ativos. Após o tratamento as peças foram colocadas para secar por 20 dias, após a secagem foram retirados discos de três posições diferente da peça. O tipo de preservante utilizado foi o hidrossolúvel CCB. Os valores de retenção e penetração foram comparados através da média aritmética.

Bento et. al. (2002), verificaram a retenção de Arsênio de Cobre Cromatado (CCA) em postes de madeira, comparando um poste que já tinha sido retirado de serviço por apresentar sinais de apodrecimento e outro com o tratamento similar. Para a verificação do conteúdo retido e penetrado nos postes de CCA foi utilizado o ensaio de eletroscopia de absorção atômica.

Pinheiro (2001) buscou verificar a influência da preservação da madeira contra a demanda biológica que possam ter interferência nas propriedades mecânicas da madeira. Para o estudo o autor optou por utilizar espécies de madeiras que são usualmente utilizadas, foram utilizadas espécies nativas e espécies de reflorestamento que são usadas em serrarias e construções civis na região do estudo. Os preservantes utilizados no estudo foram o CCA e o CCB, o emprego dos preservantes foi realizado por empresas especializadas para estes serviços.

Carmo (2008), concluiu em seu estudo que substâncias naturais próprias do lenho da planta podem ser utilizadas para o tratamento preservativo da madeira. Em seu estudo, o autor buscou observar o potencial preservativo dos extratos do cerne o alburno na madeira de *Corymbia citriodora*, verificando que com os extratos do cerne podem aumentar a vida útil do produto florestal, conferindo uma maior resistência ao apodrecimento à madeira.

Considerando que a madeira sofre o ataque de diversos agentes degradadores, a conservação desta é muito importante nos pátios de estocagem ou mesmo na floresta quando há pretensão de se obter madeira de alta qualidade. Para salvaguardar a madeira destes agentes, vários procedimentos poderão ser

adotados, dependendo do tipo de agente, do grau de proteção desejada e de diversos de outros fatores que diferem entre si (MENDES & ALVES, 1988).

3.2 Preservante químico

Segundo Barreiros (SA), a preservação química é o método mais adequado e o mais utilizado para a preservação da madeira quando comparado aos métodos de preservação indireta, preservação natural e preservação biológica, principalmente por estes métodos disporem de um maior custo operacional.

Para Rodrigues (2004), os produtos químicos devem permanecer por um determinado período na madeira, não alterando suas propriedades, sendo tóxicos para os organismos biológicos. A escolha do melhor produto e sua aplicação se dá desde a composição química e seu estado, até o tipo de tratamento que vai ser utilizado.

Freitas (2002), realizou um estudo para verificar a variação de retenção CCA tipo A em um campo de apodrecimento, onde as estacas para o estudo ficaram expostas por 21 anos. No estudo, o autor utilizou quatro espécies diferentes de *Pinus* e cinco tipos de preservantes diferentes. Para os cinco preservantes diferentes utilizados, quatro eram hidrossolúveis onde foi realizado através de tratamento de célula-cheia e o pentaclorofenol foi realizado por um método de célula-vazia.

Devido à suspeita de existir demasiada valorização do arsênio em determinados tipos de ambiente em que a madeira é utilizada, surgiram preocupações sobre a exposição do usuário da madeira tratada com o produto CCA. O preservativo CCB é um produto alternativo ao CCA, tendo como diferença a utilização do elemento boro em substituição do arsênio. Além disso, há uma sensível perda na resistência da lixiviação e na eficiência da proteção da madeira à insetos, especialmente para madeira a ser instalada por longos prazos (MORESCHI, SA).

Segundo Rocha (2001), o CCB foi criado em substituição ao CCA, pela suspeita de volatilização do Arsênio em ambientes com calefação, provocando preocupação da madeira tratada em contato com os usuários. Com isso houve a

substituição do Arsênio pelo Boro. O CCB tem uma sensível perda quanto a lixiviação, tornado a madeira menos resistente contra determinados organismos. No tratamento de postes, o autor recomenda 9,6 kg de ingredientes ativos por m³ de madeira a ser tratada.

3.3 *Eucalyptus* spp.

Os eucaliptos habitam florestas tropicais pluviais, áreas com precipitação estival, zonas subtropicais de precipitação uniforme, e áreas de clima mediterrâneo, com chuvas restritas ao inverno. Com mais de 600 espécies e variedades, o gênero *Eucalyptus* assume extraordinária importância silvicultural para todo mundo, com exceção das zonas temperadas frias. Os eucaliptos são atualmente as árvores mais cultivadas no Brasil, bem como em todo o mundo, produzindo madeira para celulose, lenha, carvão, chapas duras, moirões, postes e construção civil em geral. Por serem pouco exigentes, de crescimento rápido e grande produtividade em povoamentos homogêneos, tornaram-se uma importante alternativa para a recuperação de áreas degradadas, a estabilização de dunas, o controle da erosão, o equilíbrio hidrológico de bacias hidrográficas e a formação de quebra-ventos. A introdução de eucalipto no Brasil tem priorizado as espécies mais vantajosas para o setor de celulose e papel (MARCHIORI & SOBRAL, 1997).

As Dicotiledôneas do gênero *Eucalyptus*, possuem centenas de espécies. Originárias da Austrália, dezenas delas estão perfeitamente aclimatada nas regiões sul e sudeste do Brasil, com predominância do *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus dunii*, *Eucalyptus microcorys*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta* (COSTA, 2001).

Conforme Silva et. al. (2004), a madeira de *Eucalyptus* é muito susceptível ao ataque de cupins, independente da idade. Em seu estudo, pode ser observado que a madeira até 10 anos é a que sofre um maior ataque. A madeira a partir quatro anos, não apresentou diferença relativa entre as espécies, com todas as espécies estudadas apresentando uma boa resistência ao ataque.

Oliveira; Tomasello; Silva (2005) observaram em seu estudo que a madeira de *Eucalyptus* é bastante resistente ao ataque de fungos, principalmente aos causadores da podridão, apresentando pouca perda de massa. Foram consideradas dez espécies diferentes de *Eucalyptus*, as amostras foram expostas a fungos causadores da podridão parda em laboratórios, utilizando estacas de *Pinus elliottii* como testemunha. Os autores não levaram em consideração a idade das amostras, as condições de crescimento, mapeamento interno no sentido base-topo e medula-casca e a análise da composição química da madeira que poderiam explicar alguns comportamentos durante o estudo.

Singh (2005), relatou que a degradação de materiais para construção são realizados por diversas condições ambientais, conforme o autor, os danos dessas degradações variam de acordo com o material e a sua condição, onde a madeira é o material mais susceptível aos ataques, em contrapartida é um dos materiais mais úteis na construção civil.

Conforme Bento (2004), a madeira possui atributos que possibilitaram que esta ocupasse um importante papel durante o desenvolvimento da humanidade ao longo do tempo, porém, a madeira poderá ser comprometida, principalmente sua durabilidade, em função do ataque de agentes biológicos aos constituintes poliméricos da madeira. Para diminuir ou até mesmo eliminar a ação desses agentes, uma das medidas a ser tomada é a inserção de produtos químicos na madeira que possibilitarão uma maior defesa em caso de ataque de organismos prejudiciais.

Hellmeiater & Oliveira (1998) dizem que além da utilização para indústria de papel e celulose e para a produção de energia, a madeira de *Eucalyptus* vem sendo bastante utilizada na fabricação de chapas de fibra, em construções como moirões de cercas, caibros de dormentes, e na produção de embalagens.

Segundo Santos et. al. (2001) o *Eucalyptus* é atacado por diversos patógenos, sendo na fase de viveiro ou em plantios adultos, ocorrendo em qualquer local na planta, em qualquer espécie de *Eucalyptus* e época do ano.

Núñez (2004) concluiu em seu estudo que a madeira de *Eucalyptus* quando é plantada diretamente por sementes apresenta uma maior resistência ao ataque de determinados fungos, as madeiras que foram retiradas de árvores que tiveram seu plantio em forma de sementes apresentaram uma menor perda de peso quando expostas ao ataque de determinados fungos em comparação com madeiras

retiradas de árvores que tiveram seu plantio feito por regeneração, de raiz e ramos. Neste estudo, a madeira de plantio por sementes apresentou uma baixa correlação entre a densidade da madeira, o tratamento silvicultural e a perda de peso em comparação com madeiras de plantios feitos por regeneração.

3.4 Método de substituição de seiva

O método de substituição de seiva é empregado com sais hidrossolúveis em madeiras recém cortadas, onde as toras são colocadas em posição vertical em um recipiente com a solução preservante. Para o tratamento de moirões é possível a utilização de um tambor de 200 litros, sendo este mantido a um nível de solução em torno de 40cm, com este nível sempre constante (MENDES & ALVES 1988).

Conforme Santini (2001) o método de substituição de seiva é prático e empregado para madeiras roliça, descascada e com elevado teor de umidade, por isso deve ser realizado logo após o corte da madeira. As peças são colocadas dentro de uma vasilha na posição vertical com a base permanecendo imersa na solução. Com isso, a medida que a água evapora pela parte superior do moirão, a solução preservante se movimenta pelas peças por difusão e capilaridade, desde a base dos moirões até o topo.

Santini (2001) ainda relata que o tratamento deve ser realizado sobre abrigo para evitar a interferência da chuva e que ocorra uma boa circulação do ar para acelerar a evaporação da água e a penetração do preservativo. Conforme o nível de preservativo o recipiente vai diminuindo deve-se completar o nível inicial de solução.

Segundo Magalhães & Pereira (2003) relatam que o método de substituição de seiva por ser um processo prático, é o mais indicado para o tratamento de moirões, principalmente quando a quantidade a ser tratada é pequena.

O método de substituição de seiva consiste na troca da seiva da madeira ainda verde, por uma solução preservativa. Um dos pontos mais importantes para o sucesso do tratamento é a realização do mesmo 24 horas após o corte da madeira (MAGALHÃES & PEREIRA 2003).

Conforme Barreiros (SA), a secagem da madeira, mesmo parcial, prejudicará o bom desenvolvimento do tratamento pelo fato da penetração do preservativo da madeira se dar por capilaridade.

Barreiros (SA), relata que para a realização do tratamento é realizada a cubagem da madeira após esta já estar cortada e descascada. É calculado o diâmetro médio de cada peça a ser tratada para o cálculo do volume individual. Com o volume de cada peça de madeira calculado é verificado o volume total com o somatório do volume das toras individuais.

Paes; Moreschi; Lelles (2005), realizaram um estudo para verificar o tratamento de moirões pelo método de substituição de seiva, os autores utilizaram madeira de eucalipto e bracatinga. Foram utilizadas 12 árvores de eucalipto e 16 de bracatinga, retirando moirões de 2,20 metros de comprimento de cada árvore com o diâmetro variando de 7 a 12 centímetros, o preservante químico utilizado foi o CCB, a solução preservante foi preparada nas concentrações de 2; 3,5 e 5%. As amostras foram postas para secagem durante 60 dias após o tratamento e posteriormente avaliada a penetração e retenção do preservante na madeira.

Guedes; Lima; Cunhas (2007), avaliaram a penetração, retenção e distribuição do preservante da madeira CCB na madeira de Leucena. As peças para o estudo eram roliças e possuíam o diâmetro variando de 5 a 10 centímetros e com 2 metros de comprimento, foi utilizada uma concentração de 2% para o produto preservante. Após o tratamento as peças permaneceram 60 dias armazenadas em local apropriado para secagem e logo após realizada a avaliação das amostras.

Sobrinho; Paes; Furtado (2005), estudaram o tratamento da madeira de Algaroba pelo método de substituição de seiva, utilizando moirões com o diâmetro variando entre 6 e 12 cm e o comprimento de 2 m sendo retirados discos de 2,5 cm para análise. Os autores utilizaram o produto químico CCB para o tratamento em concentrações de 1;2 e 3% de ingredientes ativos e armazenadas em tambores de 200 litros. Os moirões permaneceram por 3,6,9,12 e 15 dias em solução e após o tratamento ficaram 30 dias para secagem.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado do município de São Gabriel, RS. Cidade localizada na região da campanha gaúcha com as coordenadas de 30° 20' 09" S 54° 19' 12" O, às margens do rio Vacacaí.

O clima é classificado como Subtropical com estações bem definidas, inverno e verão. A precipitação média anual é de 1700 mm, com uma variação importante entre a média anual em anos com La Niña. As temperaturas médias anuais, em São Gabriel indicam que o período de novembro a março é o mais quente, com temperatura média de 26 °C, já as temperaturas mais baixas registradas variam de - 2 °C a 5 °C, no período de junho a agosto.

A madeira para a realização do estudo foi a de *Eucalyptus spp*, por ser a mais utilizada nas propriedades rurais para confecção de moirões e também ser uma madeira de fácil aquisição. A madeira foi cortada com dimensões conforme norma NBR 9480/86 da ABNT para estudos com moirões.

Os moirões para o estudo foram retirados de uma propriedade particular no município de São Gabriel e medem 2,20 metros de comprimento e o diâmetro variando entre 10 e 15 centímetros. O recipiente utilizado para deixar os moirões imersos na solução preservante foi um tonel com capacidade para 200 litros (FIGURA 1).



Fonte: Autor, 2011.

FIGURA 1 – Recipiente utilizado para o tratamento da madeira.

O preservante utilizado no estudo foi o Brometo de Cobre Cromatado (CCB), que é o mais indicado para preservar madeiras que ficam expostas diretamente ao ataque de insetos, cupins e outros, como é o caso de moirões utilizados em propriedades rurais. Este preservante embora não tenha uma proteção contra fungos muito elevada, possui uma grande eficiência ao combate à insetos. O método de preservação utilizado foi o de substituição de seiva, por ser um método de fácil aplicação e não exigir uma grande mão-de-obra e um grande investimento econômico.

O local onde os moirões permaneceram mergulhados na solução preservante foi uma área coberta que possibilitava a circulação de ar para facilitar a evaporação da água dos moirões e também os protegia da chuva.

Durante todo o estudo foram analisados o total 25 moirões, estes haviam sido cortados 24 horas antes do início do tratamento e descascados (FIGURA 2) para facilitar a absorção e penetração do preservante pela madeira, assim como a evaporação da água. Foram feitas três repetições, em todas as repetições os moirões ficaram imersos até que toda solução fosse absorvida.



Fonte: Autor, 2011.

FIGURA 2 – Descascamento dos moirões.

Para verificar o volume de cada moirão e posteriormente saber o volume de solução a ser utilizado em cada repetição foi feita a cubagem de cada amostra de moirão. Para realizar a cubagem foi feita a medição da circunferência (cm) de cada tora nas duas pontas e do comprimento (m), posteriormente através da circunferência foi obtido o diâmetro de cada tora através da fórmula:

$$d = \frac{C}{\pi}$$

Onde:

d = diâmetro da tora (m);

C = Circunferência média (m).

Com a obtenção do diâmetro de todas as toras foi calculado o volume de cada tora individualmente através da seguinte fórmula:

$$v = \pi * \frac{d^2}{4} * Comp.$$

Onde:

V = Volume (m^3);

$Comp.$ = Comprimento da tora (m).

Após encontrar o volume individual de cada tora, foi encontrado o volume total de madeira que seria utilizado em cada repetição somando os volumes individuais. A concentração de produtos químicos utilizado no estudo foi de 2,5%, conforme norma NBR 9480/86 da ABNT para tratamento de moirões. A composição química de cada um dos constituintes do CCB esta expressa no Quadro 1.

QUADRO 1: Composição química do produto CCB no estudo.

Produto	Composição química utilizada (%)
Cobre	38,1
Cromo	35,9
Boro	26

Fonte: Autor, 2011.

A partir da composição química foi encontrada a quantidade de produto químico que será utilizada na concentração de 2,5% para $1m^3$ de madeira e 100 litros de água. A quantidade de produto foi encontrada através da proporção que esta expressa no quadro 2.

QUADRO 2: Quantidade produto químico CCB em 2,5% de concentração em 100 litros de água.

COBRE	CROMO	BORO
2,5 kg _____ 100%	2,5 kg _____ 100%	2,5 kg _____ 100%
X _____ 38,1%	X _____ 35,9%	X _____ 26%
Quantidade de cobre:	Quantidade de cromo:	Quantidade de boro:
0,9525 kg	0,8975 kg	0,6500 kg

Fonte: Autor, 2011.

Após calcular a quantidade de produto químico para 1 m³ de madeira foi verificada a quantidade de água para uma retenção de 6,5 kg de produto. Para isso, a proporção que foi realizada é apresentada a seguir: 2,5 kg de concentração para 100 litros de água. Para os 6,5 kg de retenção do produto químico desejados são necessários 260 litros de água.

Com a quantidade de produto químico utilizado para 1 m³ de madeira e a quantidade de água necessária para retenção do produto pela madeira, foi verificado a quantidade de composto de cada um dos produtos químicos (CCB) utilizados durante o processo de tratamento. Para encontrar a quantidade de cada composto para 1 m³ de madeira em 260 litros de água foi utilizada a relação que esta expressa no Quadro 3.

QUADRO 3: Quantidade dos compostos químicos necessários em 260 litros de água para 1 m³ de madeira.

COBRE	CROMO	BORO
0,9525 kg _____ 100 litros	0,8975 kg _____ 100 litros	0,6500 kg _____ 100 litros
X _____ 260 litros	X _____ 260 litros	X _____ 260 litros
Quantidade de cobre:	Quantidade de cromo:	Quantidade de cromo:
2,4765 kg	2,3335 kg	1,690 kg

Fonte: Autor, 2011.

QUADRO 4: Quantidade de cada composto em gramas.

Composto	Quantidade (g)
Cobre	2476,5
Cromo	2333,5
Boro	1700,0

Fonte: Autor, 2011.

O processo de tratamento preservativo foi dividido em três repetições, onde na primeira foram colocados dez moirões no tonel para tratamento, na segunda foram colocados oito moirões e na terceira repetição foram postos sete moirões, totalizando assim 25 moirões durante todo o tratamento.

Na primeira repetição, os dez moirões utilizados tinham seu diâmetro médio variando entre 7,87 e 11,41 centímetros e seu comprimento variando de 2,21 até 2,34 metros.

A primeira atividade realizada foi o descascamento dos mesmos utilizando machado e facão para facilitar a retirada da casca. Após o descascamento foi realizada a cubagem dos moirões para verificar o volume de madeira existente na primeira repetição. Posteriormente os moirões foram levados para o local onde foi realizado o tratamento preservativo e a partir do volume de madeira total calculado para a primeira repetição foi calculada a quantidade de cada composto que seria utilizado para o tratamento dos dez moirões da repetição.

O volume de madeira total dos dez moirões utilizados na primeira repetição encontrado foi de 0,1486 m³. Sabendo o volume de madeira total, foi verificada a quantidade de cada composto do preservante que seria utilizado para o tratamento a partir da quantidade calculada anteriormente para 1 m³ de madeira de cada um dos compostos. Para verificar a quantidade de cada composto do preservante foi realizada à proporção que está apresentada no quadro 5.

QUADRO 5: Quantidade de compostos usados na primeira repetição.

COBRE	CROMO	BORO
1m ³ _____ 2476,5 g	1m ³ _____ 2333,5 g	1m ³ _____ 1700 g
0,1486 m ³ _____ X	0,1486 m ³ _____ X	0,1486 m ³ _____ X
Quantidade de Cobre:	Quantidade de cromo:	Quantidade de boro:
368,0 g	346,76 g	252,62 g

Fonte: Autor, 2011.

Após verificar a quantidade de cada um dos compostos do produto preservante que foi utilizado no tratamento, verificou-se a quantidade de água que foi misturada ao preservativo. A quantidade de água para ser misturada aos compostos foi verificada a partir da quantidade de água encontrada anteriormente para 1 m³ de madeira que foi de 260 litros e o volume total de madeira na primeira repetição que foi de 0,1486 m³, com isso, foi encontrado um total de 38,6 litros de água que foram misturados ao preservante para realizar o tratamento preservativo dos dez moirões na primeira repetição.

Após verificar a quantidade de água e produto químico para o tratamento, estes foram misturados em um tonel de 100 litros de plástico, com os sais sendo adicionados à água. Feita a mistura, esta foi adicionada ao tonel contendo os moirões (FIGURA 3).



Fonte: Autor, 2011.

FIGURA 3 – Adição da solução ao tonel com os moirões.

Uma leitura diária foi realizada para verificar o nível de solução no tonel, até atingir o nível zero ou a evaporação total da solução (FIGURA 4).



Fonte: Autor, 2011.

FIGURA 4 – Substancia já adicionada ao recipiente e em contato com a madeira.

Na segunda repetição foram analisados oito moirões, com seu diâmetro médio variando de 11,14 até 12,81 centímetros e o comprimento teve a variação entre 2,18 e 2,21 metros. Os moirões, como anteriormente, foram descascados e cubados para que obtivesse o volume total de madeira da segunda repetição, o volume encontrado foi de 0,1997 m³, após encontrar o volume de madeira foi calculada a quantidade de cada composto do preservante, como pode ser verificado no Quadro 6.

QUADRO 6: Quantidade de compostos usados na segunda repetição.

COBRE	CROMO	BORO
1m ³ _____ 2476,5 g	1m ³ _____ 2333,5 g	1m ³ _____ 1700 g
0,1997 m ³ _____ X	0,1997 m ³ _____ X	0,1977 m ³ _____ X
Quantidade de cobre:	Quantidade de cromo:	Quantidade de boro:
494,63 g	466,7 g	339,54 g

Fonte: Autor, 2011.

Após encontrar as quantidades de cada um dos compostos do produto químico foi verificada a quantidade de água para mistura da solução. Para isso, como anteriormente, considerou-se a quantidade de água encontrada para 1 m³ de madeira que foi de 260 litros e a partir desse valor encontrou-se a quantidade de água para 0,1997 m³ de madeira, que foi de 51,93 litros.

Encontrada a quantidade de água e compostos para o tratamento, misturou-se os dois e foram colocados no tonel contendo os moirões e como anteriormente, anotou-se a altura em que a solução ficou no tonel e monitorada diariamente conforme o volume baixava até que não houvesse mais solução preservante no tonel.

Na última repetição foram tratados sete moirões, com o diâmetro médio variando entre 11,46 e 13,53 centímetros e o comprimento de 2,20 até 2,26 metros. Após o descascamento e cubagem dos moirões foi encontrado um volume total de madeira de 0,1893 m³. A quantidade de preservante encontrada de cada composto do preservante esta expressa no quadro 7.

QUADRO 7: Quantidade de compostos usados na terceira repetição.

COBRE	CROMO	BORO
1m ³ _____ 2476,5 g	1m ³ _____ 2333,5 g	1m ³ _____ 1700 g
0,1893 m ³ _____ X	0,1893 m ³ _____ X	0,1893 m ³ _____ X
Quantidade de cobre:	Quantidade de cromo:	Quantidade de boro:
468,8 g	441,73 g	321,81 g

Fonte: Autor, 2011.

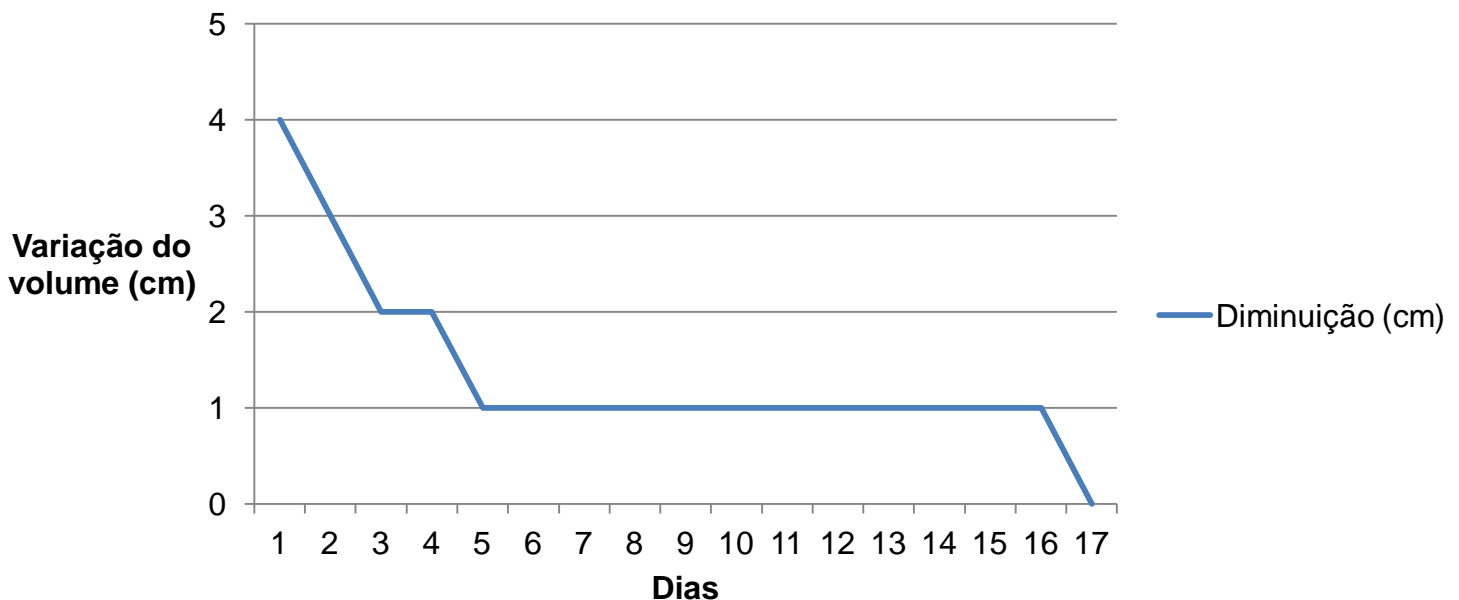
A quantidade de água para ser misturada na terceira repetição foi de 49 litros, após encontrar a quantidade de água foi feita a mistura dos compostos com a água, com o sal sendo adicionado a água sempre, e posteriormente colocados no tonel contendo os moirões. Como nas demais repetições, a altura da solução foi anotada e verificada diariamente até que o tonel não restasse mais solução.

A altura da solução era medida diariamente com o auxílio de uma estaca de madeira, onde era marcada a altura da solução na estaca conforme a solução baixava.

5 RESULTADOS E DISCUÇÃO

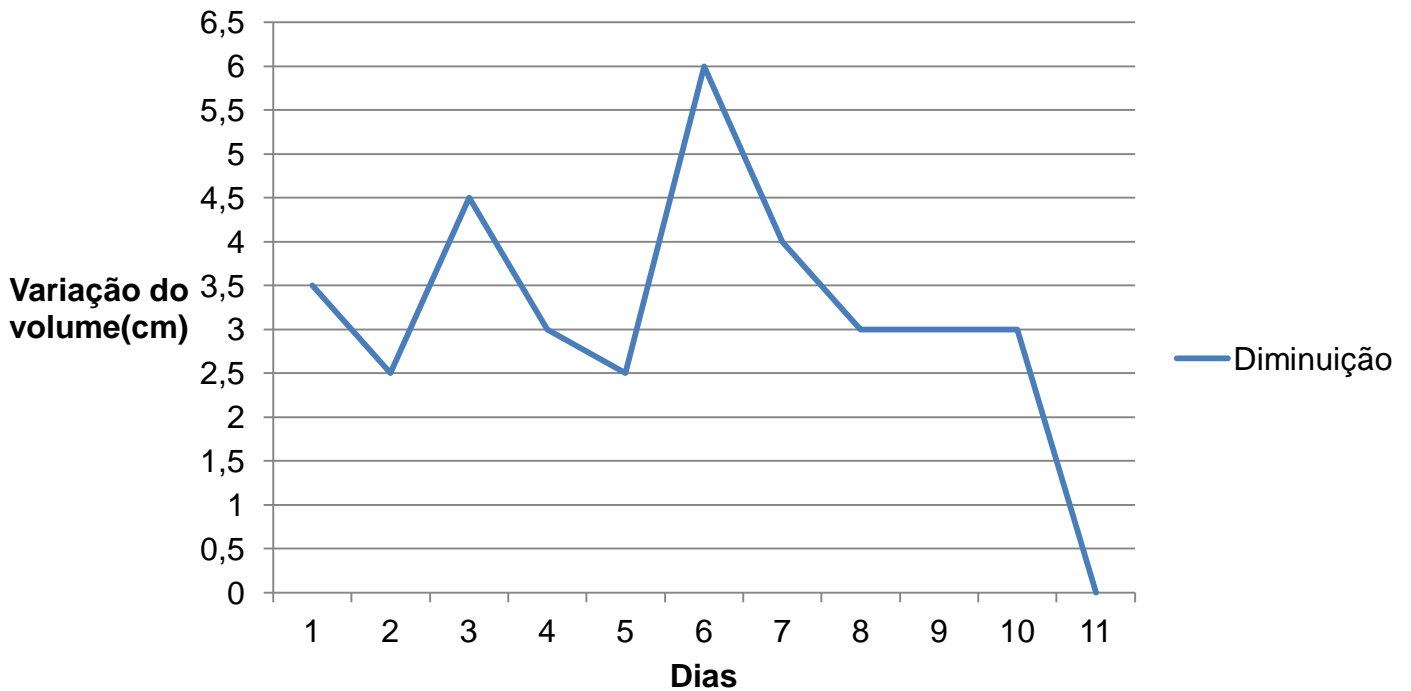
Na primeira repetição, onde os moirões continham o menor diâmetro e por conseqüência um menor volume de madeira, o tempo para absorver toda solução pela madeira foi de 17 dias. No período de 17 dias, houve predominância de sol, com três dias de chuvas fortes. A diminuição do volume de solução no tonel é expressa no Gráfico 1.

GRÁFICO 1: Variação da solução preservante ao longo dos dias da primeira repetição.



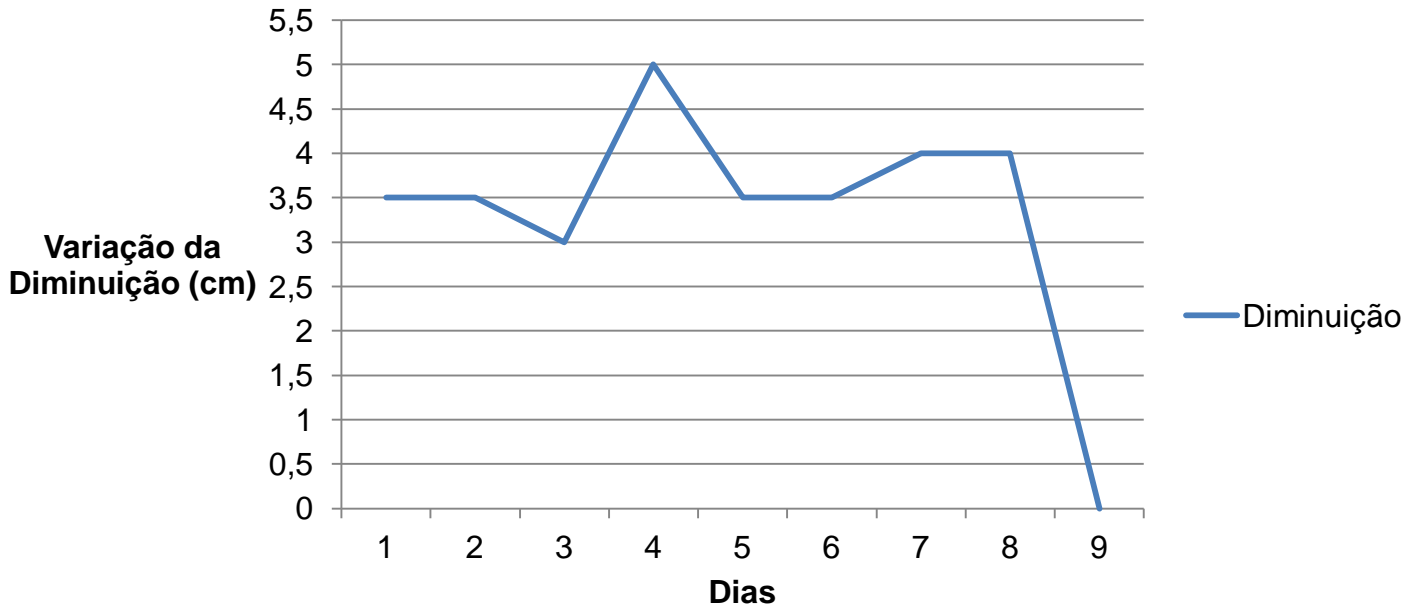
Na segunda repetição, as amostras continham um maior volume de madeira, o tempo total para a absorção de todo o preservante pela madeira foi de dez dias. Durante os dez dias em que a madeira permaneceu em contato com o preservante, dois dias foram de chuvas moderadas e o restante dos dias houve predominância de sol sendo a temperatura média de 22° C. A variação na diminuição do volume da segunda repetição pode ser observada no Gráfico 2.

GRÁFICO 2: Variação da solução preservante ao longo dos dias da segunda repetição.



Na terceira repetição, os moirões permaneceram durante oito dias em contato com a solução preservante, destes oito dias, em nenhum momento houve chuva, todos os dias foram de sol. A variação do volume ao longo dos dias pode ser vista no Gráfico 3.

GRÁFICO 3: Diminuição da solução preservante ao longo dos dias da terceira repetição.



Conforme observado, na primeira repetição o tempo para absorção de toda solução preservante foi maior, isso pode ser explicado pelo fato de que os moirões desta repetição possuíam o diâmetro menor em relação ao das duas repetições posteriores, com isso, as peças tinham uma menor absorção da solução. Outro fator que pode explicar este fato é que a primeira repetição foi realizada no início de agosto, onde o clima era mais úmido e mesmo nos dias de sol a temperatura não foi muito elevada como nas outras duas repetições. A terceira repetição foi a que apresentou uma absorção mais rápida da solução pelos moirões, muito provável devido ao fato de que na terceira repetição a temperatura já estava mais elevada, o que favorecia uma evaporação da água pelos moirões mais rápida e com isso uma maior absorção.

Paes; Ramos; Sobrinho (2006), em seu estudo permaneceram com a madeira de Algaroba submersa em solução de CCB durante 3, 6, 9, 12 e 15 dias para verificarem a penetração e a retenção do produto preservante na madeira. Paes; Moreschi; Lelles (2005) permaneceram com as peças em solução por 2, 5 e 8 dias em uma concentração de 2; 3,5 e 5% para madeira de *Eucalyptus sp.* Galvão (1972) utilizou moirões de *Eucalyptus urophylla* com diâmetro variando de 6 até 9 cm para

seu estudo deixando os mesmos em solução de 12 a 15 dias em concentração de 1,5%.

Durante o período em que os moirões ficaram em solução preservante, verificou-se que a coloração dos mesmos modificava-se com o passar dos dias. Nos primeiros dias de tratamento os moirões apresentavam uma coloração avermelhada, após isto, passado mais alguns dias, apresentavam uma coloração verde, ficando bem evidente, ao longo da peça, marcas do produto químico. Isso pode ter ocorrido devido à reação do produto químico com alguns produtos da madeira.

No Quadro 8 esta apresentando a variação do volume das três repetições ao longo dos dias.

QUADRO 8: Variação do volume nas três repetições.

Dias	1° Repetição	2° Repetição	3° Repetição
	Variação do volume no tonel (cm)		
1	4	3,5	3,5
2	3	2,5	3,5
3	2	4,5	3
4	2	3	5
5	1	2,5	3,5
6	1	6	3,5
7	1	4	4
8	1	3	4
9	1	3	0
10	1	3	-
11	1	0	-
12	1	-	-
13	1	-	-
14	1	-	-
15	1	-	-
16	1	-	-
17	0	-	-

6 CONCLUSÃO

Com o trabalho verificou-se que um menor volume de madeira leva um maior período de tempo para absorver a solução e, por conseguinte dever permanecer um maior período em contato com a solução preservante.

Outro fator observado foi que as condições climáticas devem ser levadas em consideração no momento do tratamento, pois influenciam na absorção da solução pela madeira.

Uma observação interessante durante o estudo foi a questão da coloração dos moirões, pois estes apresentaram uma coloração diferente com o passar do tempo durante o tratamento, muito provável pela reação dos produtos químicos com algum produto da própria madeira, sendo este um importante ponto para estudo futuro.

Podemos concluir com o estudo que os moirões de *Eucalyptus spp.* tratados são os mais adequados para propriedades rurais, pois são de fácil aquisição e seu tratamento preservante não exige muita especialização sendo realizado com certa facilidade e economicamente viável tendo em vista que esta peça terá maior durabilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Gleicy. **Os dormentes ferroviários, seu tratamento e o meio ambiente.** Disponível em: <http://www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/bndes_iiiriotransp/AutoPlay/Docs/artigo26.pdf> Acesso em: 27 Jul 2011, 19:46:32.

BARILLARI, Cristiane. Tabarelli. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: Avaliação em campo de apodrecimento.** 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

BARREIROS, Ricardo. **PRESERVAÇÃO DA MADEIRA: Métodos para impedir a deterioração de madeiras.** Disponível em: <[http://www.itapeva.unesp.br/docentes/ricardo_barreiros/\[090811230924\]3-Medidas%20para%20impedir%20a%20biodeterioracao.pdf](http://www.itapeva.unesp.br/docentes/ricardo_barreiros/[090811230924]3-Medidas%20para%20impedir%20a%20biodeterioracao.pdf)> Acesso em: 01 Ago 2011, 20:34:45.

BENTO, Fábio. Ricardo. **Utilização de técnicas eletroquímicas para a determinação de Cu, Cr e As em madeira de eucalipto preservada com produtos hidrossolúveis.** 2004. 117p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

BENTO, F. R. et. al. **Estudo da durabilidade de postes de madeira 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, 2002.

BRAZOLIN, Sérgio. Biodeterioração e preservação da madeira. In: OLIVEIRA, J. T; FIEDLER, N. C; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro.** Jerônimo Monteiro-ES, 2007. p. 343-365.

CARMO, Ana. Gabriela. Oliveira. **Avaliação do potencial preservativo dos extratos do cerne no alburno da madeira de *Corymbia citriodora* (hook.) K.d. Hill & I.a.s. Johnson.** Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

COSTA, Arlindo. **Coletâneas de Anatomia da Madeira.** 2001.

COSTA, Alexandre; GONÇALVES, Joaquim; VALE, Ailton. **Eficiência de um composto de iodo orgânico contra fungos apodrecedores de madeiras e térmitas.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 13, n. 1, p.145-152. 2002.

FREITAS, Viviane. Paula. **Variações na retenção de CCA-A e estacas de Pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento.** 2002. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

GALVÃO, Paulo. **A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliados através de ensaios de campo primeira avaliação.** IPEF n.4, p.15-22, 1972.

GALVÃO, Paulo. Mendes; JANKOWSKY, Ivaldo. Pontes. **Durabilidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake preservada por processos sem pressão - avaliação de ensaios de campo.** IPEF, n.33, p.59-64, agosto,1986.

GUEDES, Rozileudo. Silva; LIMA, Carlos. Roberto; CUNHA, Maria. Carmo. Learth. **Tratamento preservativo de peças roliças de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT.) pelo método de substituição da seiva.** Revista Ciência. Agrária, Belém, n. 47, p. 231-246, jan/jun. 2007.

JANKOWSKY, Ivaldo. **Fundamentos de Preservação de Madeiras.** Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba, Junho, 1990.

MARCHIORI, J. N. C; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas.** Santa Maria, Editora UFSM, 1997.

MENDES, Alfredo. Souza; ALVES, Marcus. Vínicius. **A degradação da madeira e sua preservação.** Ministério da Agricultura, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, 1988.

MORESCHI, João. Carlos. **Produtos preservantes da madeira.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NÚÑES, Leyla. Zaid. **Estudio del biodeterioro en madera de *Eucalyptus globulus* lab. Por método gravimétrico.** Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Santiago, Chile, 2004.

OLIVEIRA, José; TOMASELLO, Mário; SILVA, José. Castro. **Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.993-998, 2005.

OLIVEIRA, José; HELLMEISTER, João. César. **Caracterização da madeira de Eucalipto para construção civil.** Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1998.

PAES, Juarez; MORESCHI, João. Carlos; LELLES, José. Gabriel. **Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* LAB. e de Bracatinga branca (*Mimosa scrabella* BENTH.) pelo método de substituição da seiva.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, V. 15, n. 1, p. 75-86, 2005.

PAES, Juarez; RAMOS, Ildefonso; SOBRINHO, Desmoulins. **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*, v.2, n.1, p. 51-64, Guarapuava, PR. 2006.

PINHEIRO, Rodrigo.Vasconcelos. **Influência da Preservação Contra a Demanda Biológica em Propriedades de Resistência e de Elasticidade da Madeira.** 2001. 162p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001.

PORTO, Aline. Gonçalves et al. **Novos métodos de combate a cupins aplicados em edificações históricas.** Disponível em : < http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01033_01_A.pdf > Acesso em: 28 Set. 2011, 21:20:12.

RAMOS, Ildefonso et al. **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*, v.2, n.1, p. 51-64, Guarapuava, PR. 2006.

RODRIGUES, Romana. **Construções antigas de madeira: experiência de obra e reforço estrutural.** 2004. 287p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Portugal, 2004.

SANTINI, Elio. José. **Biodeterioração e preservação da madeira.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.

SANTOS, Álvaro et al. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: Identificação e controle.** Circular Técnica, Colombo. Paraná, 2001.

SILVA, José. Castro. et. al. **Influência da Idade na Resistência Natural da Madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao Ataque de Cupim de Madeira Seca (*Cryptotermes brevis*).** *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.583-587, 2004.

SINGH, Jagjit. **A Degradação da Madeira.** Disponível em: <<http://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/a-degradacao-da-madeira.pdf>>. Acesso em: 27 jul 2011, 09:30:10.

SOBRINHO, Desmoulins. Wanderley. Farias; PAES, Juarez. Benigno; FURTADO, Dermerval. Araújo. **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.

TARGA, Luis et al. **Preservação de postes de madeira de Pinus**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.21, n.2, p.111-120, maio, 2001.

TREVISAN, Henrique. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

WILLERDING, André. Luis; VIANEZ, Basílio. Frasco. **Utilização de bórax por difusão no tratamento de preservação de lâminas de Sumaúma (*Ceiba pentantra* (L.) Gaertn.)**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.321-326, 2003.