

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

LUCAS GUILHERME REIS FERREIRA

QUALIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBU  
(*Bambusa vulgaris* Schrad.)

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2010

LUCAS GUILHERME REIS FERREIRA

QUALIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBU  
(*Bambusa vulgaris* Schrad.)

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2010

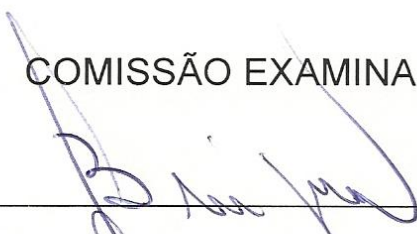
LUCAS GUILHERME REIS FERREIRA

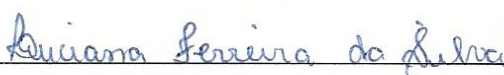
QUALIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBU  
(*Bambusa vulgaris* Schrad.)

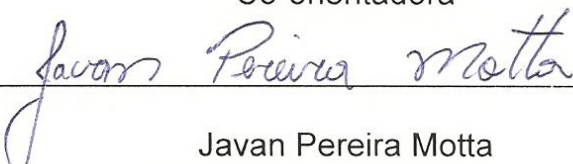
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 17 de junho de 2010

COMISSÃO EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Juarez Benigno Paes  
DEF – CCA – UFES  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Luciana Ferreira da Silva  
Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Mestranda em Ciências Florestais – UFES  
Co-orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Javan Pereira Motta  
Eng<sup>o</sup> Florestal, Mestrando em Ciências Florestais - UFES

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo em minha vida.

A minha família pelo apoio e amor incondicional.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pela oportunidade em realizar o Curso de Engenharia Florestal.

Ao Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) pela estrutura oferecida.

Ao Laboratório de Ciência da Madeira (LCM) pela estrutura, pelos equipamentos oferecidos e pela doação do produto utilizado no tratamento do bambu.

Ao professor Juarez Benigno Paes pelos ensinamentos, dedicação e auxílio na coleta de dados.

A minha namorada e aos meus amigos pelo suporte emocional.

Aos colaboradores Yuri, Vítor, Paulo Henrique, Murilo e Luciana pela ajuda para realização do trabalho.

A turma de Engenharia Florestal 2006/1 pelos anos de convivência e amizade.

## RESUMO

As espécies arbóreas de boa durabilidade natural vêm se tornando escassas e de custo elevado em diversas regiões brasileiras. O esgotamento das reservas naturais de várias essências madeireiras de uso tradicional, aliado ao aumento do emprego da madeira nas construções civil urbana e rural (cercas, cercados, apriscos, dentre outros), vem exigindo a busca de materiais alternativos. Assim, o bambu vem sendo utilizado para diversos fins, necessitando de alguns estudos para melhorar seu aproveitamento. Deste modo, a pesquisa teve como objetivos avaliar as características físicas e a qualidade do tratamento preservativo da espécie de bambu, *Bambusa vulgaris* Schrad. Para atender aos objetivos propostos, foram abatidas oito hastes de bambu, sendo quatro hastes novas e quatro maduras. As hastes de bambu foram obtidas de touceiras da Região Serrana do Espírito Santo e transformadas em trinta peças de 2.20 metros de comprimento. As características físicas (espessura da parede do colmo, teor de umidade e retratibilidade) foram avaliadas em amostras retiradas na base, meio e topo das hastes. As peças foram tratadas pelo método de transpiração radial em solução de 1% de ingredientes ativos de produto a base de cobre, cromo e boro (CCB) por um período de 3; 6 e 9 dias. Foram avaliadas a qualidade do tratamento em relação à distribuição e penetração do CCB em cinco posições (0,10m; 0,55m; 1,10m; 1,65m; e 2,10m), por meio da análise colorimétrica. A idade das hastes e a posição nos colmos não influenciou a contração em espessura do bambu, mas afetou o teor de umidade dos colmos. A penetração e a distribuição da solução preservativa foi melhor nas peças submetidas ao tempo de tratamento de 9 dias e na base das peças. Em função dos resultados obtidos, concluiu-se que o método de tratamento empregado não é adequado para o tratamento de peças de bambu.

Palavras chave: Substituição de seiva; CCB; Análise colorimétrica.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 O problema e sua importância .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo Geral .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Características da espécie estudada .....	3
2.2 Aspectos silviculturais do bambu .....	3
2.3 Composição anatômica e química do bambu .....	4
2.4 Tratamento preservativo do bambu .....	4
2.5 Borato de cobre cromatado (CCB) .....	5
2.6 Método da transpiração radial ou substituição de seiva .....	6
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	8
3.1 Espécie utilizada, procedência, coleta e amostragem do bambu .....	8
3.2 Tratamentos preservativos e secagem das peças .....	10
3.3 Obtenção da penetração e distribuição do produto preservativo .....	11
3.4 Análises e avaliação dos resultados .....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1 Características físicas das peças .....	14
4.2 Contração dos colmos de bambu .....	14
4.3 Teor de umidade das peças .....	15
4.4 Penetração do elemento cobre nas peças tratadas .....	16
5 CONCLUSÕES .....	19
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diâmetro e espessura do colmo (cm) conforme idade do colmo e tempo de tratamento (dias) .....	14
Tabela 2 - Análise de variância da influência da posição e idade na contração em espessura das peças. Dados transformados em $\arcsen[\text{raiz quadrada}(\text{contração}/100)]$ .....	15
Tabela 3 - Análise de variância da influência da posição e idade no teor de umidade das peças .....	15
Tabela 4 - Comparações entre médias dos valores de teor de umidade (%) em função das idades e posições no colmo .....	16
Tabela 5 - Análise de variância da influência da posição, tempo de tratamento e idade das peças na penetração de cobre. Dados transformados em raiz quadrada (penetração + 0,5) .....	17
Tabela 6 - Comparações entre penetrações para os tempos de tratamento e posições nas peças .....	17

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Touceira de bambu da espécie <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ....	8
Figura 2 - Ferramentas usadas para abate das hastes (Facão e Machadinhas) .	9
Figura 3 - Peças em tratamento pelo método de substituição de seiva .....	10
Figura 4 - Posições ao longo da peça .....	11
Figura 5 - Padrões de penetração do teste de tratabilidade de madeira (SALES CAMPOS et al., 2003) .....	12



# 1 INTRODUÇÃO

As espécies arbóreas nativas de boa durabilidade natural vêm se tornando escassas e de custo elevado em diversas regiões brasileiras, em função de sua utilização nas construções civil urbana e rural (cercas, cercados, apriscos, dentre outros).

O esgotamento das reservas naturais de várias essências madeireiras de uso tradicional, aliado ao aumento do emprego da madeira, vem exigindo a busca de materiais alternativos que respondam de forma eficiente ao atendimento da demanda e que sejam de fontes renováveis, com característica estrutural e durabilidade semelhante a dos materiais em uso. Assim, o bambu vem sendo utilizado para diversos fins, necessitando de alguns estudos para melhorar seu aproveitamento.

No mundo há cerca de 1.200 espécies de bambu, divididas em 90 gêneros. As espécies de bambu são resistentes a temperaturas abaixo de zero e temperaturas tropicais, podendo ser encontradas em altitudes que variam de zero até 4.800 metros. Crescem como pequenas gramíneas e há espécies que podem chegar a 40 metros de altura (ROSA, 2005).

A cultura do bambu é economicamente interessante por ser perene e produzir colmos (hastes) assexuadamente, ano após ano, sem necessidade de replantio, com grande rendimento anual por unidade de área. Apresenta velocidade de crescimento de seus colmos, que por não apresentarem elementos anatômicos nas direções radial e tangencial, crescem apenas em altura, diferentemente das madeiras (ITAPAGÉ, 2010).

O bambu é uma gramínea cujo tecido resistente é um compósito natural lignocelulósico de baixo peso, alta resistência mecânica, fácil manuseio, rápido crescimento e grande disponibilidade, o que torna fácil a sua obtenção, podendo ser utilizado no paisagismo rural e como elemento estrutural a partir do terceiro ano de idade.

## 1.1 O problema e sua importância

Os bambus, no entanto, por causa da sua constituição fibrosa e rica em materiais nutritivos, são considerados material susceptível ao ataque de fungos e

insetos xilófagos. A importância desse material de ampla utilização no meio rural exige que sejam feitos tratamentos, utilizando-se substâncias preservativas em suas fibras, para que possa atender aos quesitos de durabilidade.

Os trabalhos com tratamentos preservativos de bambu se restringem ao tratamento em si, sem a preocupação em avaliar a qualidade do tratamento (ensaios de distribuição, penetração e retenção e persistência do produto químico utilizado no tratamento no bambu).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar a qualidade do tratamento preservativo em bambus da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad., fornecendo outra opção de matéria-prima para construções rurais e urbanas, minimizando os impactos negativos em áreas remanescentes com espécies arbóreas nativas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Em função das premissas levantadas e considerando a importância do bambu brasileiro (*Bambusa vulgaris*) para os mais variados fins nos meios rural e urbano, esta pesquisa tem como objetivos:

- Analisar as características físicas dos bambus (espessura da parede do colmo, teor de umidade e retratibilidade);
- Avaliar a penetração e distribuição de borato de cobre cromatado (CCB) nos bambus submetidos ao método de transpiração radial em função da idade dos colmos e do tempo de tratamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características da espécie estudada

O *Bambusa vulgaris* Schrad., também conhecido por bambu brasileiro, imperial e vittata, é uma espécie do gênero *Bambusa*, a qual possui bambus de rizomas paquimorfos, ou seja, de colmos grossos e juntos. Seus colmos são eretos na base, arqueando no topo, variando de 10 a 20 m de altura e diâmetro e de 4 a 10 cm (VASCONCELLOS, 2008).

A espécie *Bambusa vulgaris* é encontrada em diversas partes do mundo, especialmente na China, Madagascar, Ásia, Austrália, África, América Central e do Sul. É usada para a construção de barcos, estacas, construções temporárias, celulose e papel (DA SILVA, 2007). Segundo Azzini et al. (1997), as fibras desse bambu são muito resistentes e tem qualidade igual ou superior às fibras de madeira, sendo responsável por 2% da produção nacional de celulose kraft (ITAPAGÉ, 2010).

O bambu vulgar possui consideráveis propriedades físico-mecânicas e parede do colmo espessa, sendo recomendado para a fabricação do bambu laminado colado (BLC) (RIVERO, 2003; BERALDO e AZZINI, 2004).

Os bambus são muito susceptíveis ao ataque de fungos e insetos, principalmente do *Dinoderus minutus*, que é uma espécie de besouro do gênero *Dinoderus sp*, Sub-Família *Dinoderinae*, Família *Bostrichidae* e Ordem *Coleoptera* (DA SILVA, 2007). Dessa forma, para o seu emprego em construções diversas, são necessários tratamentos preservativos, a fim de, incrementar sua vida útil em serviço.

### 2.2 Aspectos silviculturais do bambu

O bambu apresenta grande potencial silvicultural, por ser uma planta perene, produzir colmos assexuadamente ano após ano, sem a necessidade de replantio, por apresentar um bom rendimento anual por área e rapidez de crescimento; para cada colmo cortado existe o nascimento de outro, em menos de um ano (AZZINI et al., 1992).

De acordo com MANTILLA CARRASCO et al. (1995), para o cultivo do bambu, as zonas de alta umidade relativa apresentam-se com as melhores condições para seu crescimento. Esta gramínea se desenvolve bem a temperaturas que variam de 8,8 a 36 °C.

A partir do terceiro ano de idade, por apresentar um desenvolvimento rápido durante o seu ciclo vegetativo, o bambu pode começar a ser colhido. Para que o corte seja realizado corretamente, é preciso o uso de um machado afiado ou de uma serra, o que evitará rachaduras no bambu (SANTOS e LOPES, 1998). Para a realização do corte do bambu, a estação seca é a melhor época, pois a planta se encontra com baixa quantidade de seiva e os insetos estão em hibernação. No Brasil, a época mais indicada para o corte do bambu são os meses de maio a agosto.

### **2.3 Composição anatômica e química do bambu**

A planta vulgarmente conhecida como bambu, é composta por colmo, nós e rizoma. Os colmos do bambu são constituídos por células parenquimáticas e fibras. De acordo com Ghavami e Solorzano (1995), as camadas internas dos colmos são constituídas, de apenas, 15% de fibras e as externas de 40 a 90%.

Com relação à composição química do bambu, sua principal característica é a presença de amido. O amido é uma substância química que se encontra no tecido parenquimático, que circunda os feixes fibro-vacuulares, que são os responsáveis pela resistência mecânica do bambu. Segundo Azzini e Gondim Tomás (1996), a parede celular dos colmos é composta de holocelulose ( $\approx$  65%) e lignina ( $\approx$  18%).

### **2.4 Tratamento preservativo do bambu**

De acordo com Azzini e Beraldo (2001), após os devidos cuidados durante a colheita, os colmos devem ser submetidos a tratamentos preservativos.

O bambu, por apresentar um alto teor de amido na sua constituição, é susceptível ao ataque de xilófagos, sendo o besouro (*Dinoderus minutus*) aquele que mais frequentemente, ataca o colmo da planta. Assim, a durabilidade dos colmos está diretamente ligada ao tratamento preservativo empregado.

Para melhor aproveitamento das potencialidades do bambu, como material de construção, Beraldo (2001) recomenda a cura natural ou o tratamento químico. Na cura natural, após o corte, o bambu deverá permanecer na posição vertical por um período de sete a dez dias, sem manter contato com o solo, para escorrer boa parte da seiva; e no tratamento químico, os colmos deverão ser cortados no tamanho desejado e, em seguida, serem submetidos a um tratamento químico.

Os produtos químicos são os mesmos utilizados no tratamento da madeira e devem apresentar as seguintes características: ser suficientemente ativos para impedir a vida e o desenvolvimento de microorganismos; não afetar os tecidos de bambu alterando suas propriedades físico-mecânicas e que sejam solúveis em água.

O tratamento químico do bambu pode ser realizado por imersão prolongada ou substituição de seiva. Para o tratamento químico, Santos e Lopes (1998) e Azzini e Beraldo (2001) recomendam o uso de uma solução de 1% de concentração, preparada com sulfato de cobre, dicromato de sódio e ácido bórico (CCB).

Tratamentos com produtos químicos são os meios mais seguros para aumentar economicamente a durabilidade natural do bambu. Dessa forma, o interessado poderá obter material de boa durabilidade com métodos que utilizam um mínimo de equipamento. O preservador atualmente indicado é solução do CCB comercial (GALVÃO et al., 2004).

Apesar de serem mais eficazes, os métodos químicos requerem maiores cuidados em seu manuseio, aplicação e descarte dos materiais utilizados, já que se trata de substâncias que podem contaminar o meio ambiente (BARBOZA et al., 2008).

## **2.5 Borato de cobre cromatado (CCB)**

O CCB é um preservativo hidrossolúvel a base de cobre, cromo e boro. O preservativo CCB surgiu como alternativa para substituir os preservativos à base de arsênio. Esse preservativo tem maior uso no Brasil e na Europa, não tendo muita penetração no mercado norte-americano (GALVÃO et al., 2004).

O preservativo CCB é um produto alternativo ao CCA, tendo como diferença a utilização do elemento boro em substituição do arsênio. Além da diferença na composição do produto, com o uso do CCB há uma sensível perda na resistência da

lixiviação e na eficiência da proteção da madeira a insetos, especialmente para madeira a ser instalada por longos prazos.

## **2.6 Método da transpiração radial ou substituição de seiva**

O tratamento de substituição de seiva consiste em substituir a seiva da madeira ainda verde pela solução preservativa, normalmente se emprega um preservativo hidrossolúvel, de fixação lenta, de preferência os de baixa massa molecular. Este método tem o princípio da difusão e capilaridade (GALVÃO et al., 2004; PAES et al., 2005).

A solução deve ser mantida a um nível de 40 cm de altura para peças com até 6 m de comprimento, para peças com tamanho superior a 6 m, a solução deve estar a 80 cm. Este nível deve ser mantido até o final do tratamento. Para facilitar a manutenção do nível da solução, aplica-se uma camada de óleo para impedir a evaporação da solução (GALVÃO et al., 2004).

De acordo com Levy, citado por Paes (1991) para obter uma distribuição homogênea do produto ao longo das peças, é necessário girar as mesmas periodicamente num ângulo de 90° em relação ao seu próprio eixo.

O tempo necessário para o tratamento das peças, segundo vários autores citados por Paes (1991) é determinado pelas condições atmosféricas, sendo reduzido nos dias mais quentes e secos.

Para o caso específico de bambu a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2002) recomenda que as peças permaneçam em tratamento por um período de 25 dias. Deste modo, a evaporação da seiva, na parte superior das hastes, que se encontram fora da solução, criará uma diferença de pressão, resultando na absorção da solução, pelas hastes, pela parte inferiores das peças de bambu, que se encontram imersas na solução. Dependendo do tamanho das peças, após 15 dias, no mínimo, será necessário invertê-las na solução preservativa, permanecendo assim até completar 25 dias.

Beraldo e Azzini (2004) citam que o tratamento deve ser encerrado quando a solução atingir o topo das peças. Para peças de bambu, o tempo de tratamento varia de quatro a sete dias, após o qual, as peças devem ser invertidas na solução por período correspondente.

Este tratamento precisa ser realizado na sombra e em local ventilado, podendo ser sob área coberta ou aproveitando-se a sombra do bambuzal (UFSC, 2002).

Após os 25 dias de tratamento, as hastes serão submetidas à secagem, em local ventilado e sombreado, por um período de 30 dias. Além disso, as hastes precisam ser dispostas de modo a promover a secagem de maneira eficiente. Outro cuidado que se deve ter é com a colocação das hastes sobre estrados de madeira para evitar o contato direto com o solo (UFSC, 2002).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Espécie utilizada, procedência, coleta e amostragem do bambu

Para a realização deste trabalho, foram utilizados bambus da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad., por apresentarem paredes do colmo espessas e boas propriedades físico-mecânicas (Figura 1). Estas características são essenciais para o uso do bambu como elementos estruturais (cercas, cercados e outros usos da madeira tratada nos meios rural e urbano).



Figura 1 – Touceira de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad..

Os bambus foram coletados em touceiras no Município de Domingos Martins (Região Serrana do Estado do Espírito Santo). No local de coleta, foram retirados colmos (hastes) novos (idade de um a três anos) e maduros (idade superior a três anos). Para o abate dos colmos foram utilizadas ferramentas manuais, como facão e



machadinha (Figura 2). O corte do bambu foi realizado a 20 cm do solo e logo acima de um dos nós, como o indicado por Santos e Lopes (1998). Foram retiradas quatro hastes com idade entre um e três anos e quatro com idade superior a três anos.



Figura 2 – Ferramentas usadas para abate das hastes (Facão e Machadinhas).

Depois de abatidas, foram retiradas da base, do meio e do topo das hastes amostras de aproximadamente 5.0 cm de espessura, que foram empregadas para a caracterização física do bambu (espessura da parede do colmo, teor de umidade e retratibilidade). Os bambus foram medidos e seccionados, dando origem a 30 peças de 2.20m de comprimento (15 novas e 15 maduras). Antes do tratamento preservativo, foi medido o diâmetro no meio do comprimento das peças, e a espessura da parede do colmo no topo e na base de cada peça.

As amostras destinadas a caracterização física dos bambus foram armazenadas em sacos plásticos para evitar a perda de umidade e transportado para o Laboratório de Ciência da Madeira (LCM) do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Jerônimo Monteiro, ES.

No LCM determinaram-se, segundo a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997), a espessura da parede, o teor de umidade e a retratibilidade das amostras.

### 3.2 Tratamentos preservativos e secagem das peças

As peças foram submetidas ao tratamento por substituição de seiva (Transpiração radial), como descrito por Santos e Lopes (1998). Para o tratamento das peças foram diluídos 502g de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), 846g de sulfato de cobre ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) e 655g de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) em 200 litros de água (valores utilizados no LCM do CCA-UFES), dando origem a uma solução de 1% de ingredientes ativos de borato de cobre cromatado (CCB), que é indicado para o tratamento de madeira verde.

A solução foi distribuída em dois tonéis de metal de 200 litros, e cinco peças de bambu, proveniente de cada idade (novas e maduras) e tempo de tratamento (3; 6; e 9 dias) foram colocadas na solução (Figura 3). Com a finalidade de reduzir a evaporação da solução foi acrescentado aproximadamente 400 mL de óleo vegetal sobre a solução.



Figura 3 – Peças em tratamento pelo método de substituição de seiva.

As peças foram postas no tratamento imediatamente após o abate das hastes ( $\pm$  três horas), uma vez que, vários autores, dentre eles, Beraldo e Azzini (2004), citam que os colmos devem estar úmidos, fator essencial para o tratamento empregado.

Após o tratamento preservativo, as peças foram empilhadas em local sombreado e ventilado por 70 dias. Ao término da secagem, as peças foram conduzidas ao NEDTEC/CCA/UFES, em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, para amostragem e avaliação da distribuição e penetração do CCB ao longo das peças.

### 3.3 Obtenção da penetração e distribuição do produto preservativo

Depois de secas, foram retirados das peças discos de  $\pm$  2,0cm de espessura em cinco posições ao longo das peças tratadas (Figura 4). Os discos retirados foram limpos com escova de cerdas macias. A penetração do CCB foi avaliada para o elemento cobre, por apresentar reação mais nítida, para tanto, foi aplicado nos mesmos uma solução de cromo-azurol S, preparada como metodologia descrita por Paes (1991), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005). O produto reage com o cobre e mostra, de forma rápida, a diferença entre a parte tratada (cor azul intensa) e a não-tratada (cor vermelha).

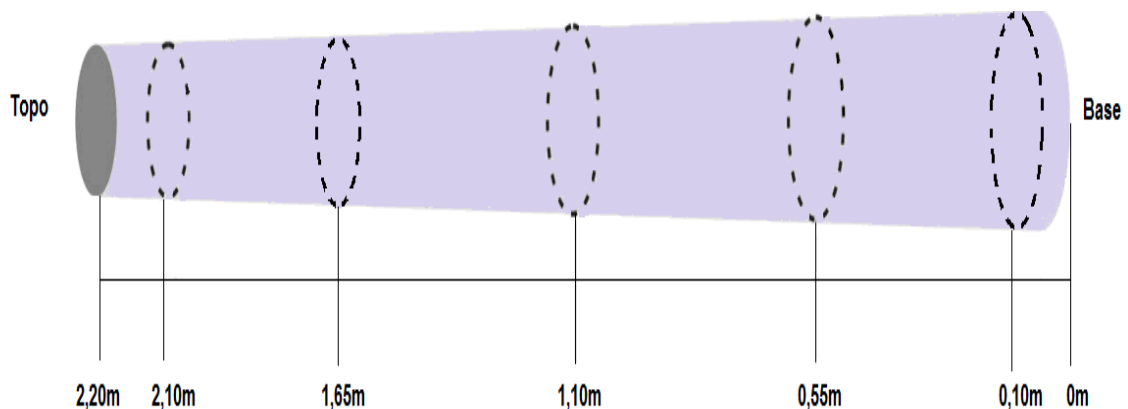


Figura 4 - Posições ao longo da peça.

Para sua aplicação foi utilizado um “pincel” confeccionado de madeira envolta por algodão. A penetração e distribuição do preservante na peça foi a média da leitura realizada por cinco indivíduos, de acordo com os padrões de penetração

apresentado por Sales-Campos et al. (2003), representados na Figura 5, resultando em uma única classificação para a penetração e distribuição do CCB nas peças.

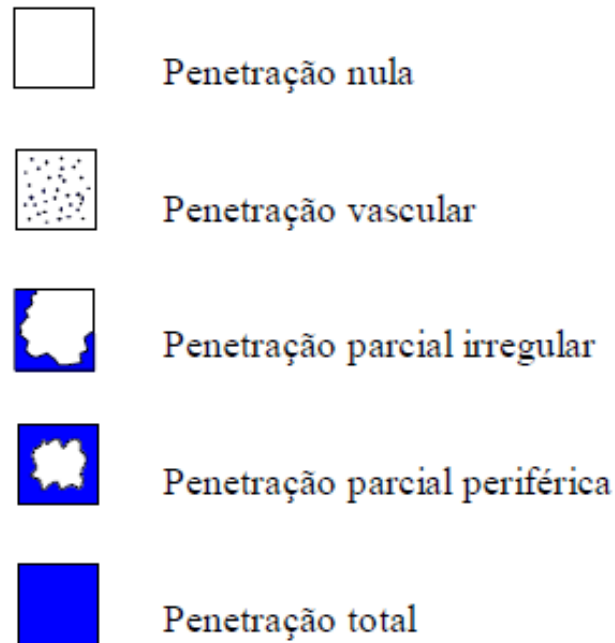


Figura 5 - Padrões de penetração do teste de tratabilidade de madeira (SALES-CAMPOS et al., 2003).

### 3.4 Análises e avaliação dos resultados

Para a avaliação dos resultados das características físicas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em que foi avaliado o efeito idade do bambu em cada característica, contendo duas repetições por idade (nova e madura) e posição (base, meio e topo). Na avaliação do tratamento preservativo foram empregadas cinco repetições para cada idade e tempo de tratamento. Foram avaliadas a penetração e a distribuição do CCB em cinco posições nas peças tratadas. Neste caso, foi empregado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, em que foram analisados os efeitos dos fatores idade (dois níveis), tempo de tratamento (três níveis) e posições nas peças (cinco níveis).

A análise estatística dos dados foi processada por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa, sendo os dados

transformados em  $\arcsen[\text{raiz quadrada (contração/100)}]$  ou raiz quadrada (penetração + 0,5).

As transformações dos dados, sugeridas por Steel e Torrie (1980), foram necessária para homogeneizar as variâncias. Foi empregado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para os fatores e interação detectados como significativos pelo teste de F.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características físicas das peças

As peças apresentam dimensões semelhantes tendo o diâmetro variado de 10,29 cm a 10,74 cm e a espessura do colmo variando de 0,92 cm a 1,06 cm, na base, e 0,68cm a 0,82cm, no topo (Tabela 1).

Tabela 1 - Diâmetro e espessura do colmo (cm) conforme idade do colmo e tempo de tratamento (dias)

Idade Colmos	Tempo Tratamento (Dias)	Diâmetro Colmos (cm)	Espessura do Colmos (cm)	
			Base	Topo
Nova	3	10,40 ± 0,92	0,92 ± 0,44	0,78 ± 0,26
	6	10,49 ± 1,01	1,02 ± 0,51	0,68 ± 0,22
	9	10,34 ± 1,27	0,92 ± 0,36	0,82 ± 0,22
Madura	3	10,29 ± 0,40	1,00 ± 0,47	0,82 ± 0,23
	6	10,57 ± 1,27	0,96 ± 0,26	0,76 ± 0,21
	9	10,74 ± 1,07	1,06 ± 0,50	0,80 ± 0,17

As diferenças entre as dimensões das peças foram pequenas (Tabela 1) e espera-se que as mesmas não causem efeito nos tratamentos das peças. Farias Sobrinho (2003) e Torres (2008) detectaram que pequenas variações nas dimensões de peças de madeira não foram suficientes para causarem efeito nos tratamentos das peças.

### 4.2 Contração dos colmos de bambu

Observa-se na Tabela 2 que a posição e a idade do colmo, bem como a interação posição e idade, não foram diferentes estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, a posição e a idade dos colmos não influenciaram na contração na espessura das peças.

Tabela 2 – Análise de variância da influência da posição e idade na contração em espessura das peças. Dados transformados em arcsen[raiz quadrada (contração/100)]

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	2	0,30	0,15	2,17 <sup>ns</sup>
Idade	1	0,71	0,71	1,03 <sup>ns</sup>
Posição x Idade	2	0,45	0,23	3,29 <sup>ns</sup>
Resíduos	6	0,41	0,69	
Total	11	0,12		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade.

### 4.3 Teor de umidade das peças

Nota-se na Tabela 3 que a posição, idade e a interação posição e idade foram significativos a 1% de probabilidade. Isto significa que a umidade dos colmos sofreu efeito da posição (base, meio e topo) das hastes e da idade das mesmas. A interação foi desdobrada e as médias analisada pelo teste de Tukey (Tabela 4).

Tabela 3 – Análise de variância da influência da posição e idade no teor de umidade das peças

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	2	1216,30	608,15	31,10**
Idade	1	305,98	305,98	15,65**
Posição x Idade	2	462,95	231,48	11,84**
Resíduos	6	117,34	19,56	
Total	11	2102,57		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade.

As médias de teor de umidade variaram entre as posições (base, meio e topo) e idades (nova e madura). Para as peças novas (Tabela 4) observou-se que o maior teor de umidade ocorreu na base do colmo. Comportamento semelhante foi

observado para os colmos maduros. Estes resultados estão condizentes com o encontrado por Berndsen (2008).

Tabela 4 – Comparações entre médias dos valores de teor de umidade (%) em função das idades e posições no colmo

Idade dos Colmos	Posições no Colmo		
	1 (Base)	2 (Meio)	3 (Topo)
1 (Nova)	125,15 Aa	109,40 Ba	87,80 Ca
2 (Madura)	106,46 Ab	95,27 A Bb	90,33 Ba

As médias seguidas da mesma letra, maiúscula na horizontal, ou minúscula na vertical, não diferem estatisticamente pelo testes de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

O teor de umidade, com exceção feita para o topo das peças, foi maior nos colmos mais jovens. Este comportamento foi semelhante ao encontrado por Berndsen (2008), para o bambu mossô (*Phyllostachys pubescens*).

#### 4.4 Penetração do elemento cobre nas peças tratadas

Observaram-se diferenças significativas na penetração de cobre para a posição na peça e tempo de permanência na solução de tratamento (Tabela 5). As médias dos fatores posição e tempo de tratamento foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 6).

As peças que permaneceram no tratamento durante nove dias apresentaram maior penetração, quando comparada às demais (Tabela 6). Paes (1991) e Farias Sobrinho et al. (2005) observaram que a penetração de cobre aumentou com o tempo de tratamento das peças, com tendência a se estabilizar, após um determinado tempo de tratamento (PAES et al. 2007), o qual não foi constatado nesta pesquisa, uma vez que, o maior tempo foi de nove dias. Isto poderia ocorrer com o prolongar do tratamento.



Tabela 5 - Análise de variância da influência da posição, tempo de tratamento e idade das peças na penetração de cobre. Dados transformados em raiz quadrada (penetração + 0,5)

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	4	11,77	2,94	41,86**
Tempo	2	3,70	1,85	26,31**
Idade	1	0,69	0,69	0,10 <sup>ns</sup>
Posição x Tempo	8	0,50	0,63	0,89 <sup>ns</sup>
Posição x Idade	4	0,70	0,17	0,25 <sup>ns</sup>
Tempo x Idade	2	0,40	0,20	0,29 <sup>ns</sup>
Posição x Tempo x Idade	8	0,72	0,90	1,28 <sup>ns</sup>
Resíduos	120	8,44	0,70	
Total	149	25,25		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade.

Alguns autores citados por Paes (1991) afirmam que a penetração é maior nos primeiros dias de tratamento, tendendo a se manter constante, com o passar do tempo.

Tabela 6 - Comparações entre penetrações para os tempos de tratamento e posições nas peças

Tempo de tratamento (dias)	Penetrações (Notas)
9	1,50 a
6	0,98 b
3	0,54 c
Posições nas Peças	Penetrações (Notas)
1 (10cm da base)	2,27 a
2 (55cm da base)	1,37 b
3 (1,10cm da base)	0,57 c
4 (1,65cm da base)	0,50 c
5 (2,10cm da base)	0,33 c

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

Beraldo e Azzini (2004) afirmam que peças de bambu são totalmente impregnadas num período de tratamento de quatro a sete dias. Assim, esperava-se que as peças, tivessem uma melhor penetração e distribuição com o tempo de tratamento de nove dias. Esses autores recomendam, ainda, que as peças sejam invertidas na solução de tratamento, a fim de homogeneizar a distribuição do produto ao longo das peças. Esta prática não foi adotada nesta pesquisa.

Observou-se que a maior penetração ocorreu nas porções que permaneceram imersas na solução preservativa, independente do tempo de tratamento empregado, isto indica que bambus se comportam de modo diferente da madeira, quando submetido ao método de tratamento empregado, principalmente em função da deficiência da translocação da solução preservativa, decorrente da deficiência de transpiração radial do bambu, o qual tem suas superfícies internas e externas impermeáveis. Fato este que dificulta a transpiração da seiva e a ascensão da solução preservativa.

Em todos os textos que relatam sobre o tratamento de bambu, entre eles Santos e Lopes (1998), UFSC (2002), Rivero (2003) e Beraldo e Azzini (2004), não fazem referências a penetração, distribuição e retenção do produto preservativo nas peças tratadas. Isto passa uma falsa informação sobre a facilidade do tratamento do bambu, além de informar ao usuário ou a quem deseja tratar bambu pelo método de substituição, que as peças após submetidas ao “tratamento” teriam sua vida em serviço ampliada pelo tratamento empregado.

## 5 CONCLUSÕES

As diferenças entre as características físicas e idade das peças não influenciaram a penetração do cobre nas mesmas.

A penetração média atingida pelas peças foi superior no tratamento com maior duração (9 dias) e nas posições inferiores. Isto se deve ao maior tempo de contato com a solução preservativa.

O método de tratamento empregado não foi capaz de tratar adequadamente as peças de bambu, sendo a penetração no topo das peças deficitária.

Algumas possíveis alternativas para incrementar a penetração seria o aumento do nível da solução nos recipientes, a inversão das peças durante o tratamento ou o rompimento dos diafragmas do bambu, para aumentar a transpiração e a ascensão da solução preservativa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**. Projeto de estruturas de madeira. Anexo B - Ensaio de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.

AZZINI, A.; BERALDO, A.L. **Métodos práticos para utilização do bambu**. Campinas: UNICAMP, 2001. 14p.

AZZINI, A.; SANTOS, R.L.; PETTINELLI JÚNIOR, A. **Bambu**: material alternativo para construções rurais. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. 18p. (Boletim Técnico, 171).

AZZINI, A.; GONDIM TOMAZ, R.M.A. Extração de amido em cavacos de bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad) tratados com solução diluída de hidróxido de sódio. **Bragantia**, Campinas, v.55, n. 1, p. 137 – 140, 1996.

AZZINI, A.; CIARAMELO, D.; NAGAI, V. Número de feixes vasculares em três espécies de bambu. **Bragantia**, Campinas, v. 36, p. 7-10, 1992.

BARBOZA, A.S.R.; BARBIRATO, J.C.C.; SILVA, M.M.C.P. Avaliação do uso de bambu como material alternativo para a execução de habitação de interesse social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 115-129, 2008.

BERALDO, A .L. **Relatório FAPESP**. Campinas: FAPESP, 2001. 45p.

BERALDO, A.L.; AZZINI, A. **Bambu**: características e aplicações. Guaíba: Agropecuária, 2004. 128 p.

BERNDSSEN, R.S. **Caracterização anatômica, física e mecânica de lâminas de bambu (*Phyllostachys pubescens*)**. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

DA SILVA, O.F. **Estudo sobre a substituição do aço liso pelo *Bambusa vulgaris*, como reforço de vigas de concreto, para o uso em construções rurais.** 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

FARIAS SOBRINHO, D.W. **Viabilidade Técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora* Sw D.C.) pelo método de substituição de seiva.** 2003. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

FARIAS SOBRINHO, D.W.; 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, 2005.

GALVAO, A.P.M.; MAGALHÃES, W.L.E.; MATTOS, P.P. Processos práticos para preservar a madeira. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004. 49p. (EMBRAPA, Documento 96).

GHAVAMI, K.; SOLORZANO, I.G. Comparison between microstructure of bamboo culm and wood. In: INTERAMERICAN CONFERENCE ON ELECTRON MICROSCOPY, 3., and MEETING OF THE BRAZILIAN SOCIETY FOR ELECTRON MICROSCOPY, 5. Caxambu, 1995. **Anais ...** Caxambu: Acta Microscópica, v. 2, n. 3, p. 14, 1995.

ITAPAGÉ. **A matéria prima.** Disponível em: <[http://www.itapage.com/html/materia\\_prima\\_p.htm](http://www.itapage.com/html/materia_prima_p.htm)>. Acesso em: 13 de maio de 2010.

MANTILLA CARRASCO, E.V.; MOREIRA, L E.; XAVIER, P.V. Bambu laminado colado. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 5. Belo Horizonte, 1995. **Anais ...** Belo Horizonte: UFMG, 1995, p. 411–423.

PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de**

**sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab.** 1991. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J.B.; GUEDES, R.S.; LIMA, C.R.; CUNHA, M.C.L. Tratamento preservativo de peças roliças de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) pelo método de substituição da seiva. **Rev. Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 231-246, 2007.

PAES, J.B.; MORESCHI, J.C.; LELLES, J.G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição da seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 75-86, 2005.

RIVERO, L. A. **Laminado colado e contraplacado de bambu.** 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

ROSA, C.C. **Análise experimental das propriedades dinâmicas dos bambus das espécies *guadua*, *dendrocalamus* e *áurea*.** 2005. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.

SALES-CAMPOS, C.; 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, v.27, n.6, p.845-853, 2003.

SANTOS, R.L.; LOPES, J.D.S. **Construções com bambu:** opção de baixo custo. Viçosa: Centro de Produções Técnica, 1998. 40p. (Série Construções Rurais, 160).

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic:** a biometrical approach. 2. ed. New York: Mc-Graw Hill, 1980. 633 p.

TORRES, P. M. A. Caracterização da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. para aplicação na arquitetura rural. 2008. 76f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Tratamento**. Disponível em: < [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2002-2/Bambu/tratamento.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2002-2/Bambu/tratamento.htm)>. Acesso em: 25 de maio de 2010.

VASCONCELLOS, R.M. **Info bambu - plantio e morfologia**. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/>>. Acesso em: 13 de Julho de 2008.