



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ROGY FRIGERI TIBURTINO**

**QUALIDADE E EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE DUAS  
ESPÉCIES DE BAMBU**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES  
NOVEMBRO – 2012

ROGY FRIGERI TIBURTINO

**QUALIDADE E EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE DUAS  
ESPÉCIES DE BAMBU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Juarez Benigno Paes  
Coorientadora: Profa. Dra. Graziela Baptista Vidaurre

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

NOVEMBRO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

T554q Tiburtino, Rogy Frigeri, 1985-  
Qualidade e eficiência do tratamento preservativo de duas espécies de bambu / Rogy Frigeri Tiburtino. – 2012.  
104 f. : il.

Orientador: Juarez Benigno Paes.

Coorientadora: Graziela Baptista Vidaurre.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Bambu – Preservação. I. Paes, Juarez Benigno. II. Vidaurre, Graziela Baptista. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

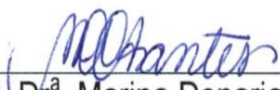
---


**QUALIDADE E EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE DUAS  
ESPÉCIES DE BAMBU**


**Rogy Frigeri Tiburtino**

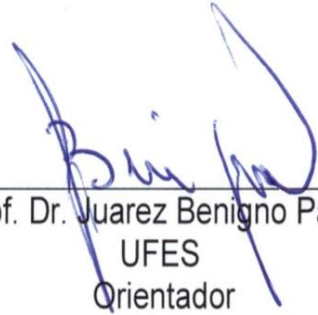
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 06 de Novembro de 2012.

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marina Donaria Chaves  
Arantes  
UFES  
Membro Interno

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Ludovico Beraldo  
UNICAMP  
Membro Externo

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Graziela Baptista Vidaurre  
UFES  
Coorientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Juarez Benigno Paes  
UFES  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo apoio, saúde, proteção, oportunidades, alegria e paz concedida, principalmente nesta etapa de minha vida.

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF), pela oportunidade concedida.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Orientador Prof. Juarez Benigno Paes, pela confiança em mim depositada e, principalmente, pelos conselhos, orientação e amizade.

A Coorientadora Profa. Graziela Baptista Vidaurre, pelas contribuições a este trabalho, sempre de modo atencioso.

Aos meus queridos pais, Mario Tiburtino e Helena Frigeri Tiburtino, e irmãos Magnum e Malena, pelo amor e carinho, sempre acreditarem no meu potencial e por nunca ter faltado nada em minha vida.

A minha namorada, Andreza Magro Moraes, pelo amor, companheirismo e amizade, sempre do meu lado me dando força nos momentos bons e ruins, sua ajuda foi fundamental pra mim. Agradeço também aos seus pais, Paulo Fernandes e Joana D'arc, e sua irmã Andreia, pelo apoio e ajuda.

Aos Professores Marina Donária Chaves Arantes e Antonio Ludovico Beraldo, pela participação na Comissão de Examinadora.

Aos meus colegas Victor Fassina Brocco, Rafael Amorim Rosa, Murilo Bortoline Wanderley, Pedro Lício Loiola, Vinícius Medeiros, Luciana Ferreira da Silva, José Antonio Neto e Jordão Cabral Moulin, por participarem de forma direta neste trabalho.

Ao Ademar Emidio da Silva, pela importante ajuda na coleta dos bambus.

Ao Marceneiro Elecy Palácio Constantino, pela ajuda na confecção dos corpos de prova.

Ao Professor Nilton César Fiedler, por ter, gentilmente, cedido os equipamentos para a coleta dos bambus.

Ao José Geraldo Lima de Oliveira e Gilson Barbosa São Teago, Técnicos do Laboratório de Ciência da Madeira (LCM) do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM), (CCA/UFES), por colaborarem de forma direta e indireta com este trabalho.

Aos Técnicos Alexandro e Luiz, do Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) da UFES, pela realização das leituras dos elementos, cobre, cromo e boro.

Ao produtor rural Sebastião Ferreira por permitir, gentilmente, efetuar a coleta de bambus em sua propriedade.

A Empresa Montana Química S.A. pela gentileza de ter doado seu produto “MOQ OX 50” para realização dos tratamentos químicos.

Por fim, agradecer a todos os colegas, professores e funcionários do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira pela ótima convivência durante o curso.

*“Obstáculos são aqueles perigos que você vê  
quando tira os olhos de seu objetivo.”*

(Henry Ford).

## **BIOGRAFIA**

Rogy Frigeri Tiburtino, filho de Mário Tiburtino e Helena Frigeri Tiburtino, nasceu em Nova Venécia – ES em 01 de fevereiro de 1985.

Cursou o ensino médio na Escola Municipal de Ensino Fundamental e Médio Veneciano, em Nova Venécia – ES, concluindo o ensino médio no ano de 2002.

Em 2005, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, graduando-se em agosto de 2010.

Em agosto de 2010, ingressou no curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, em nível de Mestrado, Área de Concentração em Ciências Florestais e linha de pesquisa Tecnologia de Produtos Florestais, concluindo os requisitos necessários à obtenção do título de “Magister Scientiae” em Ciências Florestais em novembro de 2012.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	3
1.1.1. <b>Objetivo geral</b> .....	3
1.1.2. <b>Objetivos específicos</b> .....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES DE BAMBU ESTUDADAS .....	4
2.2. ORGANISMOS XILÓFAGOS QUE ATACAM O BAMBU .....	6
2.3. ASPECTOS SILVICULTURAIS DO BAMBU .....	7
2.4. COMPOSIÇÃO ANATÔMICA E QUÍMICA DO BAMBU .....	9
2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU .....	11
2.6. TRATAMENTO PRESERVATIVO DO BAMBU .....	13
2.7. PRODUTOS QUÍMICOS EMPREGADOS .....	16
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	19
3.1. ESPÉCIES, PROCEDÊNCIA, COLETA E AMOSTRAGEM .....	19
3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BAMBUS .....	20
3.2.1. <b>Diâmetro externo e espessura da parede dos colmos</b> .....	20
3.2.2. <b>Umidade, densidade básica e retratibilidade</b> .....	21
3.3. MÉTODOS DE TRATAMENTO EMPREGADOS .....	22
3.3.1. <b>Método de transpiração</b> .....	22
3.3.2. <b>Método de imersão prolongada</b> .....	24
3.3.3. <b>Método de Boucherie modificado</b> .....	25
3.4. SECAGEM E AMOSTRAGEM DOS COLMOS TRATADOS .....	26
3.5. ANÁLISES DE PENETRAÇÃO E RETENÇÃO DO CCB .....	27
3.6. ENSAIOS BIOLÓGICOS EMPREGADOS .....	29
3.6.1. <b>Ensaio de resistência a fungos xilófagos</b> .....	30
3.6.2. <b>Ensaio de resistência a cupins subterrâneos</b> .....	31
3.6.3. <b>Ensaio de resistência a coleópteros</b> .....	32
3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS .....	33
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BAMBUS .....	36
4.1.1. <b>Diâmetro externo e espessura da parede dos colmos</b> .....	36
4.1.2. <b>Umidade, densidade básica e retratibilidade</b> .....	38
4.2. PENETRAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO CCB .....	40
4.2.1. <b>Penetração após o método de transpiração</b> .....	43
4.2.2. <b>Penetração após o método de imersão prolongada</b> .....	48
4.2.3. <b>Penetração após o método de Boucherie modificado</b> .....	50
4.3. RETENÇÃO DOS CONSTITUINTES DO CCB .....	51
4.3.1. <b>Retenção após o método de transpiração</b> .....	54
4.3.2. <b>Retenção após o método de imersão prolongada</b> .....	56

<b>4.3.3. Retenção após o método de Boucherie modificado</b> .....	57
4.4. <b>ENSAIOS COM FUNGOS XILÓFAGOS</b> .....	58
<b>4.4.1. Ensaio com fungos após o método de transpiração</b> .....	62
<b>4.4.2. Ensaio com fungos após o método imersão prolongada</b> .....	64
<b>4.4.3. Ensaio com fungos após o método Boucherie modificado</b> ...	64
4.5. <b>ENSAIOS COM CUPINS SUBTERRÂNEOS</b> .....	65
<b>4.5.1. Ensaio com cupins após o método de transpiração</b> .....	68
<b>4.5.2. Ensaio com cupins após o método de imersão prolonga</b> .....	70
<b>4.5.3. Ensaio com cupins após o método de Boucherie modificado</b> .....	70
<b>4.5.4. Análises do desgaste provocado pelos cupins</b> .....	71
4.6. <b>ENSAIO COM COLEÓPTEROS</b> .....	73
5. <b>CONCLUSÕES</b> .....	76
6. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	78
<b>APÊNDICES</b> .....	86

## RESUMO

TIBURTINO, Rogy Frigeri. **Qualidade e eficiência do tratamento preservativo de duas espécies de bambu**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES. Orientador: Prof. Dr. Juarez Benigno Paes. Coorientadora: Profa. Dra. Graziela Baptista Vidaurre.

Por causa do alto custo para obter um produto de madeira proveniente de uma espécie arbórea nativa no Brasil, o uso de materiais alternativos, que seja de fontes renováveis e que possa substituir estas espécies vem ganhando espaço no mercado nacional, e o bambu se destaca nesse novo cenário. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade e a eficiência do tratamento preservativo de duas espécies de bambu (*Dendrocalamus giganteus* e *Bambusa vulgaris*) pelo emprego de três métodos de tratamento: transpiração (diafragma íntegro e diafragma rompido), imersão prolongada e Boucherie modificado. Para tanto, foram coletadas hastes de touceiras do sul do Estado do Espírito Santo. As hastes foram transformadas em colmos de 2,0 m de comprimento e tratadas em solução de 1 e 3% de ingredientes ativos (i.a.) do produto comercial “MOQ OX 50”, à base de cobre, cromo e boro (CCB). Nos métodos por transpiração e imersão prolongada os colmos foram expostos nas soluções por períodos de 5, 10 e 15 dias, já no método de Boucherie modificado não houve divisão do tratamento entre os tempos. O período entre o corte e o tratamento foi inferior a 24 h. Foi avaliada a qualidade do tratamento por meio da penetração do CCB em três posições nos colmos; 0,5 m (base), 1,0 m (meio) e 1,90 m (topo) e pela retenção de i.a. na posição da base. A eficiência dos tratamentos foi analisada por meio da resistência dos bambus tratados aos ensaios com os fungos (*Postia placenta* e *Polyporus fumosus*), com o térmita subterrâneo (*Nasutitermes* sp.) e com coleópteros (*Dinoderus minutus*). A partir dos resultados obtidos foi observado que, em média, houve uma maior penetração de i.a. na base dos colmos, que a retenção foi abaixo da recomendada pelas normas brasileiras para madeira, e para ambas as espécies de bambu tratadas a perda de massa quando submetidos ao ataque dos fungos, cupim e coleópteros foi baixa. Dentre os tratamentos, a aplicação do método de transpiração com o diafragma rompido em concentração de 3% de i.a. e com duração de 15 dias conferiu, para as duas espécies, as maiores médias de penetração e retenção, bem como menores valores de perda de massa nos ensaios biológicos.

**Palavras chave:** *Dendrocalamus giganteus*, *Bambusa vulgaris*, CCB, Análises Químicas, Ensaios Biológicos.

## ABSTRACT

TIBURTINO, Rogy Frigeri. **Quality and efficiency of the preservative treatment of two bamboo species**. 2012. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES. Adviser: Prof. Dr. Juarez Benigno Paes. Coadviser: Profa. Dra. Graziela Baptista Vidaurre.

Because the high cost to get a wood product coming from a native tree species in Brazil, the use of alternative materials that come from renewable sources that can replace these species has been gaining ground in the domestic market, and bamboo stands in this new scenario. This study aimed to evaluate the quality and efficiency of the preservative treatment of two species of bamboo (*Bambusa vulgaris* and *Dendrocalamus giganteus*) by employing three methods of treatment; transpiration (diaphragm intact and ruptured diaphragm), long-term immersion and modified Boucherie. To this end, were collected clumps of stems of southern State of Espírito Santo. Stems were transformed into culms of 2 meters long, solution treated at 1 and 3% active ingredient (a.i.) of the commercial product "MOQ OX 50", based on copper, chromium and boron (CCB). For transpiration and long-term immersion methods the culms were exposed to the solutions for periods of 5, 10 and 15 days, Boucherie now modified method of treatment there was no division between times. The period between cutting and treatment was less than 24 h. It was evaluated the quality of the treatment by penetration of the CCB at three positions in stems, 0,5 m (bottom), 1,0 m (middle) and 1,90 m (top) and the retention of a.i. the bottom region. The efficiency of the treatments was analyzed by resistance of bamboos treated with the test fungi (*Postia placenta* and *Polyporus fumosus*), with the subterranean termite (*Nasutitermes* sp.) and coleopteran (*Dinoderus minutus*). From the results it was observed that, on average, there was a higher penetration of the a.i. at the bottom region of the stems, retention was lower than recommended by Brazilian standards, and both species of bamboo treated showed low mass loss when subjected to the attack of fungi, termites and beetles. Among the treatments, of transpiration with the diaphragm ruptured at 3% concentration of a.i. and time of 15 days gave, for both species, shows the higher average penetration and retention as well as lower values of weight loss in biological tests.

**Keywords:** *Dendrocalamus giganteus*, *Bambusa vulgaris*, CCB, Chemical Analysis, Biological Tests.

## 1. INTRODUÇÃO

Após vários anos de explorações sem controle, as espécies arbóreas nativas de boa durabilidade natural se tornaram escassas e de custo elevado em diversas regiões brasileiras, tal fato ocorreu principalmente em função de sua intensa utilização em construções, por exemplo, em cercas, estruturas para telhados, móveis, currais e galpões.

O esgotamento das reservas naturais de várias espécies florestais 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 obtidos de fontes renováveis, com características estruturais e de durabilidade semelhantes às dos materiais em uso. Assim, o bambu vem sendo utilizado para diversos fins, necessitando, no entanto, de estudos para melhorar seu aproveitamento de forma racional.

Existem cerca de 1.200 espécies de bambu, divididas em 90 gêneros. As espécies de bambu são resistentes a temperaturas abaixo de zero enquanto que outras suportam temperaturas tropicais, podendo ser encontradas em altitudes que variam de 0 até 4.800 m. Os bambus crescem como as pequenas gramíneas, porém há espécies que podem chegar a 40 m de altura (ROSA, 2005).

Os povos asiáticos durante milênios vêm utilizando esse material, e foram os primeiros a pesquisarem e a explorarem o uso do bambu. Na China, por exemplo, o bambu sempre foi popular em vários aspectos da vida cotidiana, sendo empregado para alimentação, vestuário, em construções civis, meios de transportes, instrumentos musicais e como matéria prima para obtenção de medicamentos.

Na América do Sul, o desenvolvimento da tecnologia do uso do bambu se encontra em um nível alto de evolução, principalmente na Bolívia e Colômbia. Nestes países existem estudos e trabalhos sociais importantes, apoiados por seus governos, direcionados à construção de habitações utilizando o bambu, sendo as habitações mais acessíveis para população mais carente.

No Brasil as pesquisas realizadas com esse material ainda são limitadas, e essa realidade se reflete na sociedade, verificando-se que o uso do

bambu ainda é limitado, restringindo-se aos usos tradicionais como na confecção de balaios, tutores na agricultura e em construções provisórias. Porém já existem no país alguns exemplos que mostram mudanças no uso do bambu, e um exemplo, é a produção de papel a partir de fibras celulósicas retirados de *Bambusa vulgares*.

Em 2011 o governo brasileiro sancionou um projeto de lei que instituiu a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu a “Lei do Bambu” nº 12.484. Essa medida tem como objetivo estimular o manejo sustentado e o cultivo do bambu. Assim, o bambu passa ser considerado como produto agrícola, e como tal podem ser disponibilizadas pelos organismos de financiamento linhas de créditos com taxas de juros e prazos de pagamentos diferenciados.

A cultura do bambu é economicamente interessante por ser uma planta perene que produz hastes assexuadamente, sem necessidade de replantio, com grande rendimento anual por unidade de área. Em comparação às espécies madeireiras, os bambus possuem alta velocidade de crescimento de seus colmos, que por possuírem elementos anatômicos nas direções radial e tangencial diferentes da madeira de maneira geral, crescem apenas em altura (ITAPAGE, 2011).

O bambu é um compósito natural lignocelulósico de baixa massa, 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 à medida que atinge a idade adulta.

No entanto, por causa da sua constituição fibrosa e rica em materiais nutritivos, principalmente em amido, os bambus são susceptíveis ao ataque de fungos e insetos xilófagos. Isto exige que sejam realizados tratamentos, utilizando-se substâncias preservativas nos vasos e fibras, para que possa atender aos quesitos de durabilidade. As técnicas de imunização por meio da substituição de seiva pela solução química preservante, como por exemplo, transpiração, imersão prolongada e Boucherie modificado, são recomendadas para se obter bons níveis de resistência ao longo dos anos. A maioria dos trabalhos com tratamentos preservativos de bambu se restringem ao

tratamento em si, sem a preocupação em avaliar a qualidade e a eficiência do tratamento.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo geral

Considerando a importância dos bambus vittata (*Bambusa vulgaris* Schrad) e gigante (*Dendrocalamus giganteus* Munro), utilizados para os mais variados fins nos meios rural e urbano, esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a qualidade e a eficiência de três métodos de tratamentos aplicados ao bambu utilizando um produto químico à base de borato de cobre cromatado (CCB).

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Estudar características físicas dos bambus como espessura da parede do colmo, teor de umidade, densidade básica e retratibilidade;
- Avaliar a eficiência dos métodos de tratamento Boucherie modificado, transpiração e imersão prolongada, por meio da análise de penetração e de retenção do borato de cobre cromatado (CCB) nos bambus; e,
- Analisar a eficiência dos tratamentos preservativo por meio de ensaios biológicos com organismos xilófagos, relativos a fungos, térmitas e o coleóptero *Dinoderus minutus*;

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES DE BAMBU ESTUDADAS

O *Bambusa vulgaris* Schrad, também conhecido por bambu vittata, é uma espécie que apresenta 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 de 4 a 10 cm de diâmetro (VASCONCELLOS, 2008). Trata-se da espécie exótica mais encontrada no Brasil, por causa, principalmente, da facilidade de sua propagação.

Guimarães et al. (2010) encontraram, para a mesma espécie citada, valores médios de comprimento do colmo, circunferência e espessura da parede do colmo de 32,2 cm; 17,8 cm e 6,3 mm, respectivamente. No entanto, por possuírem colmos tortuosos seu emprego na movelaria, em artesanatos e na construção civil ainda é limitado (EMBAMBU, 2011).

De acordo com Tomazello Filho e Azzini (1987), os colmos de *B. vulgaris*, a exemplo de outras espécies de bambu, demonstram em sua secção transversal uma composição anatômica caracterizada por numerosos feixes fibrovasculares envolvidos por células de parênquima, tendo uma epiderme constituída por uma fileira de células epiteliais acompanhadas por uma fileira de células de esclerênquima.

Essa mesma espécie é encontrada em diversas partes do mundo, especialmente na China, Austrália, África, América Central e do Sul. São utilizadas 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 responsáveis por 2% da produção nacional brasileira de celulose kraft (ITAPAGÉ, 2011).

O grau de enraizamento das mudas de *B. vulgaris* propagadas a partir de segmentos de colmos que contêm gemas primárias varia de 20 a 100% (BERALDO; AZZINI, 2004). Ainda de acordo com esses autores, a vida útil dos colmos dessa espécie é de, aproximadamente, sete anos.

Na produção de chapas aglomeradas, o *B. vulgaris* pode ser utilizado como material alternativo. Calegari et al. (2007), ao estudarem os efeitos da



utilização conjunta de partículas de *B. vulgaris* com partículas de *Eucalyptus* sp, encontram bons resultados relacionados às propriedades de flexão, módulo de elasticidades e de ruptura.

A exemplo do *B. vulgaris*, o *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante) também é encontrado em várias regiões do Brasil. O bambu gigante é uma espécie que possui altura que pode atingir até 30 m, espessura da parede do colmo entre 1,0 a 2,5 cm, diâmetro do colmo variando de 20 a 25 cm e comprimento dos internós de 40 a 50 cm (RIVERO, 2003).

De acordo com Pereira e Beraldo (2008), o *D. giganteus* ocorre desde regiões tropicais úmidas até regiões subtropicais, suportando temperatura mínima de -2 °C, sendo uma espécie nativa do Srilanka, Bangladesh, Nepal, Tailândia e China.

Pereira e Garbino (2003) trabalharam com o manejo de 23 touceiras de *D. giganteus* no período de oito anos e encontram incremento médio de 14,2% para o diâmetro à altura do peito a 1,30 metros do solo (DAP) e de 14,4% para a altura. Dependendo do manejo adotado, a quantidade total de colmos gerados anualmente proporcionou certa constância, com produção anual média de 9,3 colmos/touceira/ano, implicando numa estimativa de 1.462 novos colmos por hectare produzidos anualmente.

O broto do *D. giganteus* pode ser utilizado como alternativa de alimentação animal com elevados teores de proteína (131,4 g.kg<sup>-1</sup>), de açúcares (115,3 g.kg<sup>-1</sup>) e de fibras (235,4 g.kg<sup>-1</sup>) (AZZINI et al., 1995).

O bambu laminado colado (BLC), fabricado a partir da espécie *Dendrocalamus giganteus*, possui consideráveis propriedades físico-mecânicas, sendo em alguns casos superiores às de certas espécies madeireiras (RIVERO, 2003; BERALDO; AZZINI, 2004).

A utilização do *D. giganteus* como matéria prima para confecção de pisos laminados proporcionou resultados satisfatórios com relação aos encaixes e aspectos visuais. O material demonstrou também resultados adequados no ensaio de abrasão, sendo este um parâmetro utilizado na classificação de madeiras para pisos (PAES et al., 2010).

## 2.2. ORGANISMOS XILÓFAGOS QUE ATACAM O BAMBU

De acordo com Haojie et al. (1998), os insetos constituem uma parte importante nos ecossistemas de bambu, com mais de 800 espécies identificadas como pragas nos países asiáticos. Os bambus são susceptíveis ao ataque de fungos e insetos, principalmente do *Dinoderus minutus*, que causa danos na estrutura anatômica (DA SILVA, 2007), necessitando, para o seu emprego em construções diversas, de tratamentos preservativos, a fim de incrementar sua vida útil em serviço. Essa espécie de inseto também causa prejuízos em várias espécies madeireiras, como sumaúma, copaíba e tauari (MATOSKI, 2005).

Segundo Sarlo (2000), o corte do bambu das espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus giganteus*, deve ser realizado nos meses de setembro, outubro e novembro, uma vez que nestes meses os prejuízos causados pelo *D. minutus* são menores, não comprovando a crença popular de que “bambu cortado nos meses sem ‘r’ não sofre com ataques”. Ainda de acordo com o mesmo autor, a melhor fase da Lua para realizar o corte é na fase da lua cheia. Essa afirmação também contraria o dito popular de que “bambu cortado na fase da lua minguante é menos atacado pelo inseto”.

A espécie *D. minutus* é encontrada na China e na maioria dos países do Sul Asiático. Esta espécie na fase adulta tem cerca de 3 mm de comprimento, apresentando cor avermelhada ou marrom escuro, podendo ser encontrado em qualquer época do ano. Os insetos adultos escavam os colmos derrubados nos quais penetram por meio de rachaduras e das extremidades cortadas fazendo túneis horizontais ao longo dos tecidos fibrovasculares (HAOJIE et al., 1998).

A principal característica que anuncia o ataque do inseto é a presença de um pó de textura fina cuja coloração depende da cor do bambu. Após 24 h do corte do bambu, o ataque se inicia pelos adultos caracterizando-se pela presença de perfurações na direção longitudinal dos colmos (PLANK, 1948). São as larvas do *D. minutus* os verdadeiros causadores dos maiores danos, pois elas se utilizam do amido presente nos colmos de bambu como alimento para completar seu ciclo (SARLO, 2000).

Matoski (2005) recomendou a presença de iluminação em estoques de madeiras para o controle do *D. minutus*. Já Sarlo (2000) indicou a utilização das fases da lua e o mês de corte nas técnicas de manejo, com a intenção de diminuir os ataques desse inseto. Para Haojie et al. (1998), os colmos de bambu devem ser colhidos com idades acima de 3-4 anos pois terão menos carboidratos solúveis, proteínas e umidade, sendo também menos ativos fisiologicamente durante o inverno, portanto, mais resistentes ao ataque desse xilófago.

O bambu pode também ter sua durabilidade natural reduzida pela ação dos fungos. De acordo com Mohanan (1997), colmos de bambus armazenados sob determinadas situações desenvolvem fungos com coloração escura com tons de marrom ao preto, sendo as manchas causadas pelos Ascomycetes, o ataque ocorrendo, em geral, superficialmente, podendo o colmo ser facilmente escovado ou raspado. Contudo as manchas podem penetrar profundamente no colmo, depreciando o seu valor comercial.

Doenças do colmo são facilmente identificáveis pela sua forma peculiar, como a ferrugem e outros fungos. Na China têm sido encontradas 22 espécies de fungos decompositores pertencentes a 16 gêneros (HAOJIE et al., 1998).

Beraldo et al. (2012) isolaram dez filamentos de fungos obtidos de amostras de *Dendrocalamus giganteus* expostas às condições do ambiente, sendo identificados como pertencentes aos gêneros *Arthrinum*, *Fusarium*, *Acremonium* e *Trichoderma*, isso indica que dificilmente o bambu sofreria o ataque de um tipo de fungo isoladamente.

### 2.3. ASPECTOS SILVICULTURAIS DO BAMBU

Bambus, sendo plantas fortemente adaptativas são encontrados distribuídos em vales, planícies, colinas e áreas montanhosas. Eles são capazes de crescer em quase todos os tipos de solos. A maioria das espécies adapta-se bem em clima quente e úmido com solo fértil e profundo (HUI; YANG, 2010).

O bambu possui grande potencial silvicultural, por ser uma planta perene, produzir colmos assexuadamente todos os anos, sem a necessidade

de replantio, por possuir 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 Mercedes (2006), mesmo sem atingir sua maturidade o bambu pode alcançar sua altura máxima em menos de um ano após seu plantio no campo. Na maioria dos bambus a maturação é atingida com idade de 2 a 6 anos.

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

Condições ambientais como irrigação, escarificação do solo e adubação, e algumas condições biológicas como seleção de espécies e controle de insetos e doenças, podem melhorar o desempenho da produção do plantio, regulamentar suas populações e acelerar o fluxo de materiais e energia no sistema (HUI; YANG, 2010).

A cultura do bambu provoca alguns impactos positivos ao meio ambiente evitando a erosão, melhorando a estrutura física do solo e mantendo o nível do lençol freático já que essa planta desenvolve um sistema radicular estendido, descompactando o terreno. Além disso, suas folhas ao caírem protegem e aumentam a permeabilidade do solo reduzindo os impactos da chuva e o escoamento superficial das águas (JANSSEN, 2000).

Dependendo da espécie e cultivo, a partir do terceiro ano de idade, por possuírem 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, para evitar rachaduras (SANTOS; LOPES, 1998). Para o corte do bambu, a estação seca é a melhor época, pois a planta se encontra com baixo teor de seiva e os insetos estão em hibernação. No Brasil, a época mais indicada para o corte são os meses de maio a agosto.

Segundo Mercedes (2006), os bambus devem ser cortados acima do primeiro nó do caule, em nível do solo. Esta prática é recomendada anualmente após três a cinco anos a partir da plantação (dependendo da espécie), a fim de manter a atividade da planta. De acordo com o mesmo autor, o bambu muda a sua coloração normal quando começa a amadurecer.

De acordo com Pereira e Beraldo (2008), a primeira prática de manejo em um cultivo constituído de bambu tem início no quarto ano em que serão removidos e limpos das touceiras os colmos do primeiro ano, os defeituosos e aqueles que tenham a tendência de congestionar a touceira. Os mesmos autores afirmaram que em uma touceira haverá colmos de diferentes idades e a identificação ocorre pela visualização de pontos e manchas nos colmos e por sua coloração, de modo que a presença dessas características distribuídas no colmo aponta a idade de três anos ou mais.

#### 2.4. COMPOSIÇÃO ANATÔMICA E QUÍMICA DO BAMBU

De acordo com Liese (1998), a estrutura anatômica do colmo determina suas propriedades, sendo o colmo composto por nós e entrenós; os nós possuem células interligadas transversalmente ocorrendo intensa ramificação dos vasos, e nos entrenós não existem elementos celulares radiais, como raios, e as células são axialmente orientadas.

Os colmos do bambu são constituídos por vasos, células parenquimáticas e fibras. As camadas internas dos colmos são constituídas de apenas 15% de fibras e as externas de 40 a 90% (GHAVAMI; SOLORZANO, 1995). Bambus do gênero *Dendrocalamus* possuem fibras longas e finas, com média de 3,08 mm e comprimento de 19,10 microns de largura (AZZINI; CIARAMELLO, 1971). *Bambusa vulgaris* possui o parênquima mais abundante nas camadas mais internas do colmo, diminuindo de forma gradual para as camadas mais externas, e no sentido longitudinal o teor de parênquima decresce da base para o ápice dos colmos (TOMAZELLO FILHO; AZZINI, 1987).

Geralmente a densidade de feixes fibrovasculares da parede dos colmos varia consideravelmente, e a camada mais interna tem menor densidade do que a camada mais externa em uma proporção de 3 a 5 vezes menor. Por exemplo, quando a parede do colmo de *Dendrocalamus giganteus* é de 17,7 mm de espessura, a densidade de feixes próximo da camada externa é de 473/cm<sup>2</sup> e mais próximo da camada interna a densidade de feixes é de 115/cm<sup>2</sup> (HUI; YANG, 2010). Fibras e os vasos condutores (xilema e floema) são os principais constituintes dos feixes fibrovasculares (BERNDSSEN, 2008).

Aina et al. (2012) encontraram valores que variaram entre 3,1 a 2,4 mm nos comprimentos das fibras, de 25,12 a 17,6 µm para os diâmetros das fibras e valores de espessura do lume que se situaram entre 15,5 a 11,2 µm em colmos de *Bambusa vulgaris* obtidos de diferentes locais.

As fibras de bambu são semelhantes às fibras de madeiras. Em relação ao *Eucalyptus grandis*, possuem largura parecida, tendo cerca de o dobro da espessura da parede celular e metade do diâmetro do lume e comprimento das fibras próximo àquelas de *Pinus elliottii*. As fibras da espécie *Bambusa vulgaris* são consideradas longas, estreitas, com lume pequeno e paredes relativamente espessas (GUIMARÃES et al., 2010).

Segundo Berndsen (2008), existe uma diferença na quantidade de vasos na parede dos colmos do bambu, sendo que na parte externa a frequência é menor do que na parte interna. Esta diferença influencia a colagem das lâminas, para confecção de painéis de bambu laminado colado, já que quanto maior o diâmetro dos vasos, maior a penetração da cola.

Análise química da espécie *Dendrocalamus giganteus* com cinco anos de idade é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do bambu *Dendrocalamus giganteus*

Análise Química	%
Extrativos em água quente	10,02
Extrativos em água fria	8,14
NaOH	21,64
Etanol:Tulueno	6,32
Lignina	24,11
Cinzas	0,64

Fonte: Nisgoski et al. (2010).

Os principais constituintes químicos dos colmos de bambu são celulose, hemicelulose e lignina; constituintes menores consistem de resinas, taninos, ceras e sais inorgânicos. A composição varia de acordo com a espécie, as condições de crescimento, a idade do bambu e da parte do colmo considerada (LIESE, 1998).

De acordo com Azzini e Gondim Tomás (1996), a parede celular dos colmos é composta de holocelulose ( $\pm 65\%$ ) e lignina ( $\pm 18\%$ ). As paredes das células que compõem os tecidos do bambu são formadas pela hemicelulose

que são constituídas por polissacarídeos de baixa resistência biológica. A celulose, hemiceluloses, lignina e sílica são encontradas em maior concentração nas regiões externas das paredes dos colmos. Em menor concentração são encontradas cinzas e pentoses (GHAVAMI; MARINHO, 2001).

Barrichello e Foelkel (1975) obtiveram celulose pelo processo de deslignificação rápida utilizando *B. vulgaris* e afirmaram que esse processo é perfeitamente viável, sendo a qualidade da celulose, até certo ponto, ligeiramente superior àquela obtida pelo processo tradicional com rendimento bruto na deslignificação de 47% no processo de cozimento.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU

O aumento da espessura da parede das fibras e a conseqüente diminuição do lume provocam, com o passar dos anos, o aumento da densidade da parede dos colmos. Com relação a umidade há uma tendência de que a mesma diminui com o aumento da idade e com a posição do colmo na touceira (BERNDSSEN, 2008).

Razak et al., (2010) estudaram algumas diferenças físicas entre duas idades (2 e 4 anos) de bambu da espécie *B. vulgaris*, e verificaram que existe diferenças importantes em algumas propriedades, como por exemplo, maior umidade assim como maior diâmetro médio nos colmos de 2 anos, maiores espessuras da parede do colmo e maior densidade básica média nos colmos de 4 anos.

Segundo Liese (1998), a idade é um fator importante para o desenvolvimento de propriedades de resistência. Na condição de bambu verde, colmos mais velhos têm propriedades superiores de resistência do que os mais jovens.

De acordo com Berndsen (2008), a diminuição da umidade deve-se provavelmente à diminuição do lume, causado pelo aumento da parede das fibras, sendo assim, o espaço onde contem água é maior nos primeiros anos. A variação da umidade ao longo da altura dos colmos ocorre pela diminuição do tecido parenquimatoso. O solo, condições climáticas e precipitação pluviométrica também podem influenciar no teor de umidade.

Rasmina et al. (2008), ao estudarem as características físicas de cinco espécies de bambu na Malásia (*Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus pendulus*, *Bambusa vulgaris* var. *striata*, *Dendrocalamus asper* e *Bambusa heterostachya*), encontraram diferenças significativas na umidade e densidade básica entre as espécies e entre as posições nos colmos. Na espécie *D. asper* foi encontrado a maior umidade, 89%, e no *B. vulgaris* observou-se a maior densidade básica com 0,93 g/cm<sup>3</sup>. De acordo com o mesmo estudo tanto os valores do teor de umidade quanto a densidade básica das cinco espécies crescem no sentido da base para o topo dos colmos.

Lapo e Beraldo (2008) confeccionaram bambu laminado colado (BLC) com adesivo poliuretano à base de óleo de mamona e obtiveram resultados que evidenciaram que esse material é leve, com massa específica aparente entre 0,59 e 0,75 g/cm<sup>3</sup>. Após imersão em água a variação dimensional do bambu foi em média 0,73% na espessura, 0,10% na direção axial e 1,35% na largura.

A espécie *Dendrocalamus giganteus* possui coeficiente de anisotropia próximo de um, isso significa que a largura e espessura incham ou contraem na mesma proporção conferindo uma maior estabilidade dimensional ao bambu comparado com a madeira, essa característica torna a espécie uma alternativa para o setor moveleiro (MORITA et al., 2010).

Segundo Berndsen (2008), existe uma variação considerável na retração entre as direções anatômicas do bambu. Este autor explicou que a taxa de retração é mais elevada na direção tangencial (largura) da parte externa dos colmos e, em seguida, na direção radial (espessura), e por fim na direção axial (longitudinal).

De acordo com Rivero (2003), foi verificado nas amostras de BLC de *Bambusa vulgaris* resultados médios mais elevados de resistência à compressão paralela às fibras do que para aqueles BLC confeccionados com *Dendrocalamus giganteus*.

Ao analisarem a resistência mecânica de BLC de *D. giganteus*, Szücs et al. (2010) encontraram valores para compressão normal às fibras de 5,59 MPa, compressão paralela às fibras de 65,72 MPa; a resistência ao cisalhamento foi de 5,50 MPa, a tração normal às fibras foi de 3,95 MPa e a resistência à tração paralelas às fibras de 140,42 MPa.



O tratamento preservativo em água em taliscas de *Dendrocalamus giganteus* melhora a penetração do adesivo resorcinol-formol na confecção de bambu laminado colado, esse fato pode ser associado à remoção do amido do interior das células do bambu provocado pela água, facilitando a entrada do adesivo. As peças tratadas em água e coladas com resorcinol-formol forneceram bons valores de flexão estática e resistência à compressão paralela às fibras (PAES et al., 2009).

## 2.6. TRATAMENTO PRESERVATIVO DO BAMBU

O bambu, por possuir um elevado teor de amido na sua constituição, é susceptível ao ataque de xilófagos, sendo o inseto (*Dinoderus minutus*) aquele que frequentemente ataca o colmo da planta. Após os devidos cuidados durante a colheita, os colmos devem ser submetidos a tratamentos preservativos. Assim, a durabilidade dos colmos pode ser influenciada pelo tratamento preservativo empregado. (AZZINI; BERALDO, 2001).

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

Para melhor aproveitamento das potencialidades do bambu, como material de construção, Beraldo (2001) recomendou 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 10 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 ao tratamento.

Em muitos lugares, os métodos tradicionais, como a cura, pela fumaça, imersão, transpiração e lavagem com cal, são muito utilizados. O efeito real dessas práticas ainda é pouco conhecido. No entanto, por possuírem baixo custo e não necessitarem de mão de obra qualificada estes métodos são frequentemente empregados (JANSSEN, 2000).

Segundo Ubidia (2003), a imersão em água é um dos métodos de tratamento preservativos mais utilizados na América Latina. Quando o bambu é transportado por rios o amido sofre lixiviação, diminuindo assim o ataque de organismos xilófagos. Para Pereira e Beraldo (2008), a duração do tratamento por imersão em água pode variar de quatro a sete semanas e o amido é reduzido ou até mesmo eliminado por meio da fermentação biológica anaeróbica.

O bambu também pode ser imerso em soluções químicas, utilizando-se principalmente soluções de preservantes hidrossolúveis. Penna (1980), avaliou três formas de efetuar tratamentos do bambu: imersão em temperatura ambiente, em temperatura controlada e em temperatura controlada com material seco.

Outro método não industrial muito difundido é o de transpiração, no qual os colmos recém cortados devem ser colocados imediatamente em um tambor contendo conservante com a parte basal do colmo imersa na solução. Os galhos e folhas são mantidos e funcionam bombeando o conservante, por meio da transpiração, para o topo do colmo (JANSSEN, 2002).

De acordo com a “National Mission on Bamboo Applications” - NMBA (2012), outra forma de realização do tratamento por transpiração, consiste em secionar os colmos em peças de 2 m de comprimento, colocando-os em sentido vertical, e remover suas folhas. A solução penetra nos vasos por ação da capilaridade e, por difusão. O tempo para o tratamento irá depender da umidade e comprimento do colmo, geralmente variando de 7 a 15 dias.

Pereira e Beraldo (2008) afirmaram que, para o método de substituição de seiva por transpiração, devem-se utilizar colmos recém cortados com até 2,50 m de comprimento. À medida que vai ocorrendo a evaporação da água contida na seiva do bambu na região superior do colmo, a solução preservativa se desloca para o topo da peça, substituindo-a. Os fenômenos físicos da difusão e capilaridade provocam a ascensão da solução.

O método de Boucherie modificado é outra forma popular de efetuar-se o tratamento preservativo do bambu. Nesse método o preservativo é passado sob pressão por meio dos vasos até que saia na outra extremidade do colmo. Essa prática deve ser aplicada apenas ao bambu recém cortado, dentro de 24 horas após a colheita (JANSSEN, 2000). O mesmo autor afirmou que esse

processo deve ser continuado até que todo comprimento do bambu obtenha quantidade suficiente de conservante, o final do processo é determinado quando ocorre gotejamento da solução na outra extremidade da peça. De acordo com Rao (2012), este processo é um meio muito rápido e eficaz de tratar colmos, durando, geralmente, cerca de 30 a 60 minutos.

Segundo a NMBA (2006), são utilizados como componentes do método de Boucherie modificado: uma bomba de ar para deslocar a solução; um tanque de aço capaz de resistir à pressão de 2 kgf/cm<sup>2</sup> tendo uma válvula logo acima da base e equipado com a bomba na entrada; mangueira de borracha para conectar os colmos. Podem ser tratados ao mesmo tempo 5 ou 6 colmos.

A solução conservante pode ser reutilizada, mas a concentração deverá ser corrigida, pois terá sido diluída pela seiva do bambu. O pH também deve ser reajustado. A solução reciclada deve ser filtrada antes de sua reutilização (RAO, 2012).

Espelho (2007) testou a eficiência da aplicação do método de Boucherie modificado, comparando o aumento na durabilidade de taliscas de bambu tratadas. Foram avaliados os efeitos de algumas variáveis como: posição da amostra no colmo, tipos de preservativos e sua concentração e a duração do tratamento.

Pereira e Beraldo (2008) recomendaram alguns cuidados durante o tratamento com o método Boucherie, pois a pressão aplicada em excesso pode causar a ruptura longitudinal do colmo em algumas espécies de bambu de paredes finas. Uma pressão de 0,7 MPa é satisfatória para a eficácia do tratamento.

Recentemente o tratamento preservativo do bambu vem sendo realizado por outros métodos. Pimentel (2010) analisou a qualidade do processo térmico bi-óleo que consiste basicamente no banho das amostras em óleo de colza quente entre 110 e 200 °C. Manalo e Acda (2009) estudaram os efeitos do tratamento com óleo de coco, nas temperaturas de 160 a 200 °C durante 30 a 120 minutos, sobre as propriedades físicas e mecânicas em três espécies de bambu.

O tratamento de termorretificação dos constituintes do bambu também é empregado, pois pode alterar a constituição química principalmente do amido. Colla (2010) submeteu taliscas de bambu a vários níveis de

temperatura e os efeitos foram avaliados para alguns parâmetros como características físicas, mecânicas e anatomias.

O tratamento preservativo do bambu também é processado em escala industrial pelo emprego de alguns métodos utilizando elevadas pressões. De acordo com a NMBA (2006), o processo consiste em forçar o conservante a preencher os tecidos do bambu, ocorrendo por evacuação do ar no interior do colmo, por aumento da pressão sobre o conservante num cilindro pressurizado ou de uma combinação de ambos. Bambu tratado por este método pode durar 15 anos em contato com o solo e 50 anos como estruturas de construções. Para a realização do tratamento químico conduzido sob pressão a Montana Química S.A. (2012) recomendou que o bambu devesse estar seco, isto é, com umidade abaixo do ponto de saturação das fibras. Como a secagem é lenta para esse material, especialmente se ela for conduzida ao ar livre, o bambu deverá ser protegido anteriormente por um tratamento profilático.

## 2.7. PRODUTOS QUÍMICOS EMPREGADOS

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

Há uma unanimidade na literatura específica sobre o tratamento de bambu, quanto a excelência dos resultados obtidos com os produtos à base de arseniato de cobre cromatado (CCA) e borato de cobre cromatado (CCB) (MONTANA QUÍMICA S.A., 2008).

Segundo a NMBA (2006), o uso da formulação CCA é recomendado apenas em ambientes abertos por causa do componente arsênio, que atua como agente inseticida. Já o CCB é um conservante menos eficaz com menor grau de fixação do que o CCA, mas é menos tóxico ao homem e ao ambiente.

Os produtos preservativos hidrossolúveis como o CCA e CCB, são compostos pela associação de sais, e as soluções aquosas formadas penetram nos elementos anatômicos do bambu, reagindo com a lignina, e compostos

insolúveis são formados, sendo tóxicos aos organismos xilófagos (PEREIRA; BERALDO, 2008). De acordo com Ramos et al. (2006), o elemento boro é um agente inseticida e o cobre é um fungicida.

A maior parte das pesquisas sobre o tratamento químico de bambu aplicando métodos tradicionais de preservação tem empregado o CCB, pois este é considerado menos nocivo à saúde do operador. Rosa et al. (2009) utilizaram o CCB para tratar colmos de *Bambusa tuldoides*, *B. vulgaris*, *Phyllostachys pubescens* nas concentrações 1,5 e 3% de ingredientes ativos. Já Paes et al. (2009) utilizaram o CCB com 1% de concentração para tratar amostras de *Dendrocalamus giganteus* pelo método de imersão. Lee et al. (2001) realizaram tratamento químico em amostras de *Phyllostachys pubescens* aplicando o CCA, porém os resultados de retenção de i.a. encontrados foram inferiores àqueles recomendados pelas normas para tratamento em madeiras.

Existem outros materiais químicos que também podem ser empregados em tratamentos de bambu, mas sua utilização é menos frequente. A NMBA (2006) descreveu algumas dessas substâncias químicas tais como:

- Creosoto: Produto oleoso que imprime a repelência à água do material tratado sendo eficaz contra o ataque de fungos e insetos;
- Conservantes orgânicos de solventes leves (LOSP): É uma mistura apropriada de fungicidas e inseticidas, em que o solvente orgânico atua como um transportador para moléculas tóxicas, evaporando mais tarde, deixando, no entanto, a substância ativa;
- Tóxicos naturais: Alguns materiais que ocorrem naturalmente podem impedir a deterioração em algumas regiões, mas geralmente a proteção em longo prazo não é possível;
- Compostos contendo boro: São geralmente constituídos de uma mistura contendo ácido bórico. Estes sais são eficazes contra brocas, cupins e fungos;
- Sulfato de cobre e Cloreto zinco: Sais simples que oferecem proteção limitada, sendo altamente ácidos e podem provocar a corrosão de metais;

- Pentaclorofenol: É basicamente um fungicida. Também é aplicado com ácido bórico para proteção durante o transporte e armazenamento de bambu verde. Mas por causa de sua natureza tóxica foi proibido em vários países, inclusive no Brasil;
- Arseniato de cobre amoniacal: Confere elevado grau de proteção e uma melhor penetração por causa da presença de amoníaco; e
- Triclorofenol: É um substituto para o pentaclorofenol, sendo menos agressivo ao ambiente.

Assim, a partir da revisão bibliográfica realizada pode-se concluir que o bambu vem sendo utilizado para diversas finalidades, como: BLC, produção de celulose e elemento estrutural em construções. As espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* apresentam algumas propriedades físicas e mecânicas, semelhantes à madeira como, por exemplo, a densidade básica. Já a anatomia que possui o bambu é a maior diferença com relação madeira. É necessário que o bambu passe por algum tratamento preservativo para aumentar a durabilidade natural deste material, pois esse material é susceptível a alguns insetos, para isso existem vários métodos de tratamento, químicos ou naturais. Nos tratamentos químicos são utilizados vários produtos, mas o que vem ganhando destaque é o CCB, um produto com eficiência testada e aprovada em madeiras e que pode também conferir maior durabilidade natural ao bambu se for utilizado o método de tratamento adequado.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. ESPÉCIES, PROCEDÊNCIA, COLETA E AMOSTRAGEM

Para a realização deste trabalho, foram utilizados bambus das espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus giganteus* provenientes de três touceiras. Os bambus foram coletados em touceiras situadas nos municípios de Alegre e Jerônimo Monteiro (Sul do Estado do Espírito Santo). No local de coleta, foram retirados bambus que possuíam manchas brancas no colmo, que segundo Pereira e Beraldo (2008), caracterizam bambus acima de três anos de idade.

Para o corte dos colmos foram utilizados motosserra e ferramentas manuais (Figura 1). O corte do bambu foi realizado a 20 cm do solo e logo acima de um dos nós, conforme indicado por Santos e Lopes (1998), para não permitir a entrada de água das chuvas, o que poderia causar a morte dos rizomas e assim, impedir novas brotações. Foram retiradas de 4 a 6 bambus de cada espécie para realização dos tratamentos de transpiração e de imersão prolongada, e um para a aplicação do método Boucherie modificado.



Figura 1. Coleta dos bambus de *Dendrocalamus giganteus*.

Depois de colhidos, os colmos foram medidos e seccionados em partes de 2,20 m de comprimento. Antes do tratamento preservativo, foram retiradas dois anéis de 5,0 cm de comprimento na base e no topo dos colmos, ficando os colmos com 2,00 m. A primeira amostra de cada posição foi descartada e a segunda (mais interna) foi utilizada para serem efetuadas as caracterizações físicas dos bambus. O material obtido foi envolvido (extremidades dos colmos) ou embalado (amostras) em sacos plásticos para evitar a perda de umidade.

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BAMBUS

Para as análises físicas, as amostras de 5,0 cm de comprimento retiradas das extremidades dos colmos, foram subdivididas em quatro seções destinadas às análises físicas do bambu (Figura 2). Foram avaliadas a espessura da parede do colmo, umidade, a densidade básica e a retratibilidade.

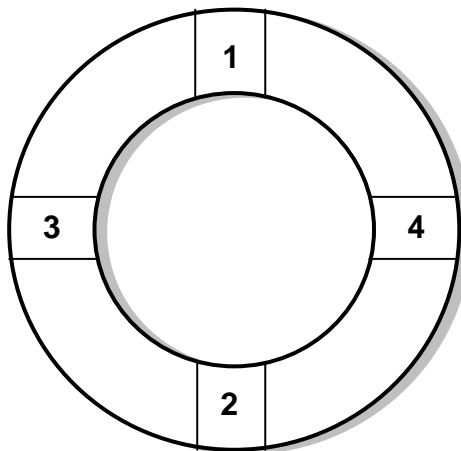


Figura 2. Subdivisão da amostra de bambu em quatro seções destinadas às análises físicas.

#### 3.2.1. Diâmetro externo e espessura da parede dos colmos

Foi utilizado um paquímetro de 0,01 mm de precisão para determinar o diâmetro externo dos colmos de cada espécie, a medida foi realizada na parte central de cada colmo do bambu de 2 m, ou seja, a 1 m de altura.

Para a determinação da espessura da parede dos colmos foi utilizado um micrômetro de 0,001 mm de precisão para a medição da espessura da



parede do colmo, as medições foram realizadas nas duas extremidades dos colmos de 2 m.

### **3.2.2. Umidade, densidade básica e retratibilidade**

A umidade e a retratibilidade do bambu foram determinados segundo a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997). A umidade do bambu corresponde à relação entre massa da água nele contida e a massa do bambu seco, expressa em porcentagem.

A massa inicial do bambu foi determinada a partir de amostras que continham umidade ambiente dos locais de coleta. Em seguida essas amostras foram colocadas em estufa para secagem, com temperatura de  $103 \pm 2$  °C por um período de 48 horas. E, por fim, os corpos de prova foram novamente pesados para determinação da sua massa seca.

A princípio, para a determinação da densidade básica, o volume foi apurado de acordo com o método de imersão em água, descrito por Vital (1984). Inicialmente as amostras de cada espécie foram imersas em água dentro de um dessecador e submetidas a vácuo intermitente por período de 15 dias e, após esse tempo, obteve-se a saturação máxima. Depois de saturadas, as amostras foram colocadas separadamente em recipiente com água, em uma balança, com precisão de 0,01g e o volume foi determinado por meio do deslocamento de água (princípio de Arquimedes).

Para a determinação do volume da amostra de bambu foi utilizado um suporte contendo uma agulha metálica onde foi fixado o corpo de prova para ser mergulhado no recipiente com água. Após a determinação do volume as amostras foram colocadas em uma estufa a  $103 \pm 2$  °C até massa constante, para determinar a massa seca do bambu. Para o cálculo de densidade básica, dividiu-se a massa do bambu seco em estufa, pelo volume do bambu saturado.

A determinação da retração das direções axial, espessura (radial) e largura (tangencial) dos corpos de prova de bambu foram realizadas com auxílio de um paquímetro de 0,01 mm de precisão. As medições foram realizadas em amostras nas condições saturadas e secas, sendo a variação volumétrica calculada, conforme NBR 7190 da ABNT (1997). A massa e o

volume dessas amostras foram medidas em etapas nas seguintes condições: inicialmente os corpos de prova saturados foram mensurados, essas amostras foram colocadas em estufa a 40 °C por 24 horas sendo a massa e o volume medidos novamente após esse tempo, a mensuração prosseguiu após secagem das amostras nas temperaturas de 60, 80 e 103 °C, sempre em intervalos de 24 horas.

### 3.3. MÉTODOS DE TRATAMENTO EMPREGADOS

Para o tratamento dos colmos foi utilizado um produto hidrossolúvel, fungicida e inseticida à base de borato de cobre cromatado (CCB), que possui boa mobilidade na madeira e que é indicado para o tratamento de madeira verde. Foram utilizadas soluções de 1 e 3% de ingredientes ativos. Esse produto preservativo é normalmente encontrado no comércio brasileiro com o nome de “MOQ OX 50”. Segundo a NBR 9480 da ABNT (2009), têm como princípios ativos o cobre, o cromo e o boro. Sua composição química é especificada como:

- Cromo hexavalente, calculado como CrO<sub>3</sub>.....63,5%
- Boro, calculado como B (elemento).....10,5%
- Cobre, calculado como CuO.....26,0%

Os bambus foram tratados pelos métodos de substituição de seiva (transpiração e Boucherie modificado) e imersão prolongada. Para favorecer o tratamento, os colmos estavam úmidos, fator essencial para os tratamentos empregados.

#### 3.3.1. Método de transpiração

No método de transpiração os colmos ficaram submersos na solução preservativa por 5; 10 ou 15 dias, conforme metodologia descrita por Paes (1991), Santos e Lopez (1998), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005). Antes do tratamento, os colmos de bambu foram identificados e

agrupados de forma que cada tratamento tivesse um volume de bambu que fosse o mais homogêneo possível.

Os colmos foram dispostos verticalmente em tambores de 200 L, ficando submersos (0,5 m da base) na solução preservativa e mantidas suas porções aéreas separadas, a fim de proporcionar boa aeração entre os colmos.



Figura 3. Disposição dos colmos nos tambores para o tratamento de transpiração.

Para evitar a evaporação da água da solução preservativa, derramaram-se 200 mL de óleo lubrificante na superfície das soluções. O tratamento dos colmos foi efetuado ao ar livre e em área coberta e diariamente foram registradas a temperatura no local e a quantidade de solução absorvida pelos colmos, sendo também efetuada a sua reposição, a fim de manter constante o nível inicial de solução nos tambores.

O tratamento foi realizado sob duas situações, diafragma íntegro e diafragma rompido. Na Figura 4A e 4B, observam-se os discos retirados justamente nos entrenós dos colmos onde se encontram os diafragmas íntegro e rompido, respectivamente. Essa iniciativa foi tomada com base nas literaturas, mencionadas por Liese (1985); Hui e Yang (2010), que descreve, dentre outras características, a anatomia dos nós, particularmente dos

diafragmas, os quais podem obstruir a movimentação da solução preservativa. Para o rompimento do diafragma foi utilizada uma barra metálica.

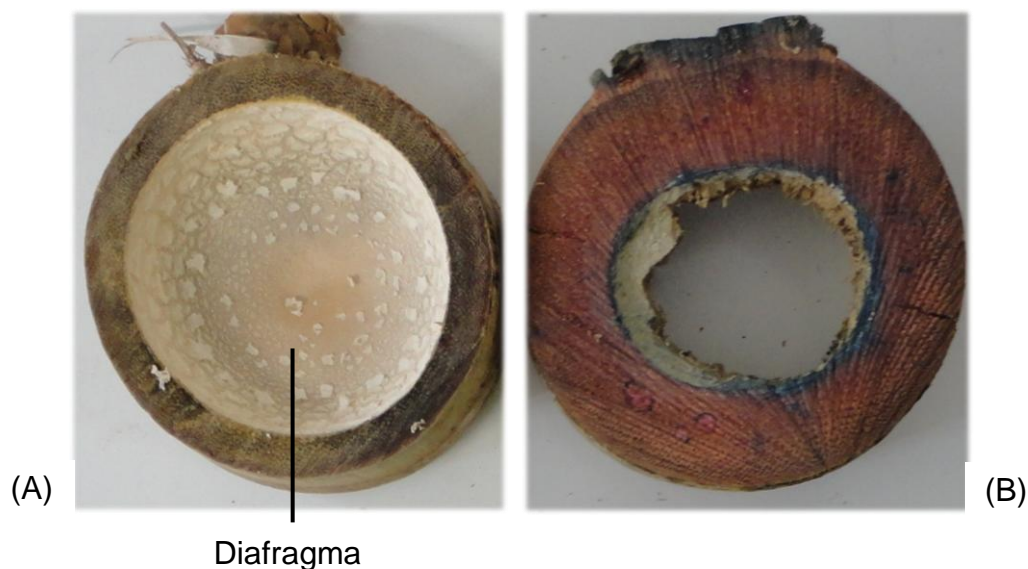


Figura 4. Discos da espécie *D. giganteus*: (A) diafragma integro, (B) diafragma rompido.

### 3.3.2. Método de imersão prolongada

Neste método, os diafragmas foram rompidos, esse procedimento foi realizado para auxiliar na absorção da solução preservativa, e dificultar a flutuação dos mesmos na solução de tratamento. Na sequência, adicionou-se a solução preservativa, até que os colmos ficassem totalmente submersos. Para se evitar a evaporação da solução preservativa, o que poderia provocar o desbalanceamento das concentrações dos ingredientes das soluções de tratamento, os cochos foram cobertos com lonas. As concentrações e os tempos de exposição dos colmos à solução preservativa foram os mesmos adotados no método de transpiração.

Os colmos foram distribuídos em cochos (2,10 m de comprimento x 0,44 m de largura x 0,56 m de profundidade) confeccionados com compensado resistente à umidade, tendo sido forrados internamente com lona plástica.

Os colmos foram dispostos horizontalmente e impedidos de flutuarem pela ação de dois sarrafos de madeira dispostos transversalmente aos colmos e fixados às laterais dos cochos, distanciados de 0,50 m da base e do topo dos colmos a serem tratados (Figura 5).



Figura 5. Colmos submetidos ao tratamento de imersão prolongada.

### 3.3.3. Método de Boucherie modificado

No método de Boucherie modificado, teve-se o cuidado de escolher colmos com diâmetro similar àquele das luvas de conexão empregadas, para não dificultar o encaixe das mesmas. Foram utilizadas câmaras pneumáticas para ligar os colmos às luvas, e essas câmaras foram fixadas com mangueiras de látex, para evitar o vazamento da solução, e envolvidas por tecido resistente para evitar que as câmaras se expandissem em excesso (Figura 6). Realizada a conexão com as luvas, o restante da tubulação de PVC foi ligado a cada luva e acoplado ao reservatório o qual continha o preservativo.

As válvulas das tubulações e a válvula principal foram abertas, permitindo que o preservativo preenchesse a tubulação e o primeiro entrenó dos colmos. Os colmos de bambu foram submetidos à pressão de 0,1 MPa, até que a solução preservativa empregada fluísse pela extremidade oposta da peça submetida ao tratamento, conforme indicado por George (1985).



Figura 6. Colmos de bambu submetidos ao tratamento de Boucherie modificado.

Para finalizar o tratamento, a concentração do preservativo na saída pela extremidade oposta do bambu deve ser semelhante à de entrada. Isto pôde ser detectado pela cor da solução que fluiu pela extremidade do colmo e anotados os tempos médios para o tratamento dos colmos submetidos a cada concentração da solução de CCB (1 e 3% de ingredientes ativos).

#### 3.4. SECAGEM E AMOSTRAGEM DOS COLMOS TRATADOS

Após a aplicação dos tratamentos preservativos, os colmos foram empilhados por 30 dias, em local sombreado e ventilado, (Figura 7). Depois de secos, foram retirados discos de  $\pm 2,5$  cm de altura, em três posições nos colmos (0,5 m da base, 1,00 m e 1,90 m da base) seguindo as recomendações da NBR 6232 (1973), (Figura 8). Nos discos retirados foram realizadas análises químicas para a determinação da penetração e, em um disco adjacente aquele obtido a 50 cm da base dos colmos, foi retirado amostras para a realização da análise de retenção dos i.a. do CCB e para os ensaios biológicos, conforme metodologia descrita por Paes (1991), Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005).





Figura 7. Secagem dos colmos tratadas.

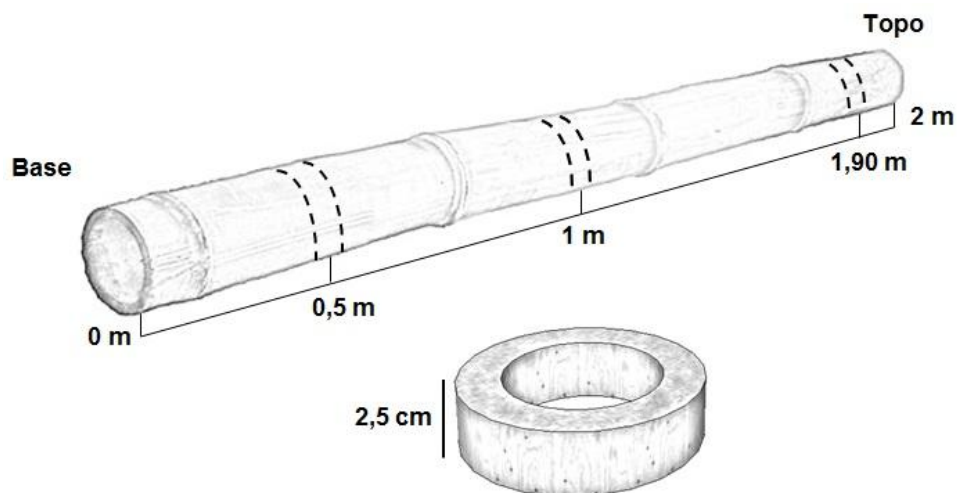


Figura 8. Posições onde foram retirados os discos para as análises e comprimento do disco.

### 3.5. ANÁLISES DE PENETRAÇÃO E RETENÇÃO DO CCB

Para a análise de penetração dos elementos cobre e boro foram utilizados discos retirados em três posições da peça tratada, como já foi descrito no item (3.4.), seguindo as recomendações da NBR 6232 (1973). Os discos foram lixados nas faces para facilitar a aplicação dos reagentes utilizados no método colorimétrico, tendo sido aplicada a solução Cromoazurol-S para detectar a presença do elemento cobre em um lado do disco e, no lado

oposto, foram pinceladas soluções de álcool polivinílico e iodo para detectar o elemento boro.

A penetração dos i.a. do CCB na peça foi avaliada por meio de notas, sendo considerada a média da nota atribuída por cinco pessoas, de acordo com os padrões de penetração descritos por Sales-Campos et al (2003), sendo a penetração nula (nota = 0), penetração vascular (1), penetração parcial irregular (2), penetração parcial periférica (3) e penetração total (4), Figura 9.

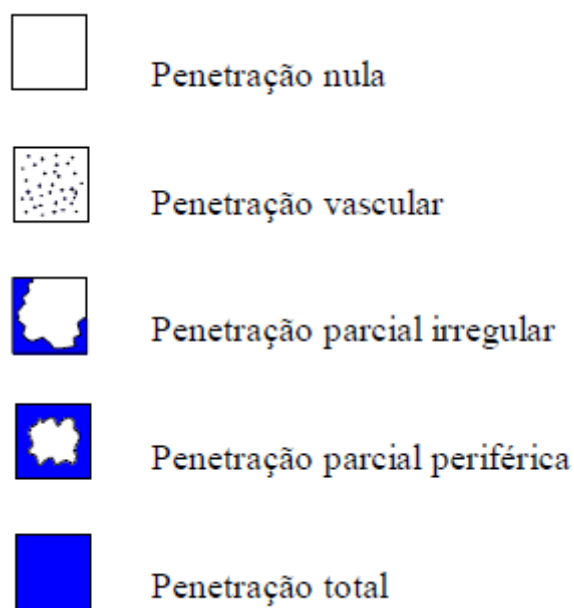


Figura 9. Padrões de penetração do teste de tratabilidade de madeira (SALES-CAMPOS et al. 2003).

A determinação da quantidade de ingredientes ativos retidos nas amostras foi realizada seguindo a metodologia descrita por Wischer, citada por Paes et al. (2005). As dimensões das amostras para essa análise foram de 2,5 cm de altura x 2 cm de largura x espessura natural do colmo. Inicialmente foram mensuradas a massa e o volume das amostras secas em estufa a  $103 \pm 2$  °C por 48 horas, em seguida, essas amostras foram colocadas em mufla para serem incineradas à temperatura de 500 – 550 °C por 4 horas, até ocorrer a sua transformação em cinzas. A seguir foi adicionada às cinzas 3 mL da mistura dos ácidos sulfúrico, perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções 7:2:1. Apenas os corpos de prova retirados da posição da base (0,5 m de altura) foram utilizados nessa análise.



Em uma chapa aquecida foi realizada a digestão acelerada da mistura dos ácidos com as cinzas das amostras. O aquecimento ocorreu até que a mistura ficasse límpida, sendo diluídas as soluções ácidas obtidas em água destilada a volumes fixos de 100 mL.

Após a diluição em água, os frascos foram identificados e enviados para realização da espectrofotometria de absorção atômica para quantificar os componentes do produto preservativo nas amostras. Na determinação do cobre e do cromo foi empregado o espectrofotômetro de absorção atômica por emissão de chama; o boro foi analisado por fotocolorimetria.

Com os dados obtidos pela espectrofotometria e pela fotocolorimetria, e com o volume das amostras de bambu, os cálculos de retenção foram efetuados de acordo com a Equação 1, proposta por Paes (1991):

$$R = \frac{F \times L \times Fd \times 10^{-3}}{V} \quad (1)$$

Em que:

R = retenção do elemento no bambu (kg i.a./m<sup>3</sup>);

F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxidos;

L = leitura obtida do espectrofotômetro (mg/L);

Fd = fator de diluição necessário para as leituras nos elementos;

V = volume das amostras utilizadas nas análises (cm<sup>3</sup>).

### 3.6. ENSAIOS BIOLÓGICOS EMPREGADOS

Para os ensaios biológicos foram retirados discos adjacentes àqueles destinados às análises químicas, e desses discos foram retiradas amostras com dimensões de 2,5 cm (paralelo às das fibras) x 2 cm (largura - tangencial) x espessura natural da parede do colmo. Somente as amostras coletadas a 0,5 m da base dos colmos foram submetidas aos ensaios, pois a quantificação dos ingredientes ativos (retenção) no bambu também foi realizada nessa posição.

### 3.6.1. Ensaio de resistência a fungos xilófagos

No ensaio com fungos, frascos de 600 mL foram preenchidos com 300 g de solo de pH 5,6 e capacidade de retenção de água de 28%, conforme recomendado pela “American Society for Testing and Materials” – ASTM D - 1413 (2005a). Após o preenchimento, o solo foi umedecido com 86 mL de água destilada, foram adicionados dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp.

Os corpos de prova foram secos em estufa a  $103 \pm 2$  °C, por período de 48 horas; a massa de cada amostra foi determinada conforme recomendado pela ASTM D-1413 (2005a); os valores obtidos foram utilizados no cálculo da perda de massa do bambu causada pelos fungos utilizados.

Os frascos contendo solo umedecido foram esterilizados a  $121 \pm 2$  °C por 50 minutos e, em seguida, climatizados. Em cada recipiente foram inoculados sobre os alimentadores fragmentos obtidos de culturas puras dos fungos *Postia placenta* (Fr.) M. J. Lars. & Lomb e *Polyporus fumosus* Pers. ex Fries. Após o período de 15 dias ocorreu o desenvolvimento do fungo e a colonização do solo, tendo sido adicionados dois corpos de prova por frasco, em um total de duas repetições por combinação de fungos, tratamento preservativo, tempo de tratamento e concentração das soluções e espécie de bambu (Figura 10).



Figura 10. Ensaio acelerado de apodrecimento com fungos.

O ensaio biológico foi mantido em sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C e  $75 \pm 5$  % de umidade relativa), por 98 dias. Ao final do ensaio foi realizada a limpeza nos corpos de prova e a secagem em estufa. A perda de massa foi avaliada pela comparação dos valores obtidos com aqueles recomendados pela ASTM D – 2017 (2005c), conforme visualizado na Tabela 2.

Tabela 2. Classes de resistência do bambu a fungos xilófagos

Classe de resistência	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Muito resistente	0 – 10	90 - 100
Resistente	11 - 24	76 - 89
Resistência moderada	25 - 44	56 - 75
Não resistente	$\geq 45$	$\leq 55$

Fonte: ASTM D - 2017 (2005c).

### 3.6.2. Ensaio de resistência a cupins subterrâneos

O ensaio com cupins foi montado em frascos de 600 mL preenchidos com 200 g de areia, tendo sido sua umidade corrigida para 75% de sua capacidade de retenção, pela adição de 37 mL de água destilada. Na areia utilizada anteriormente foi realizada uma lavagem para retirada de impurezas; em seguida, a areia foi seca ao ar livre e por fim esterilizadas em estufa a  $120 \pm 2$  °C por 72 horas. Essas etapas são recomendadas pela ASTM D - 3345 (2005b).

As amostras de bambu tratado foram secas em estufa a  $103 \pm 2$  °C por 48 horas, antes de serem submetidas ao ensaio, para determinação da perda de massa. Em cada frasco, foram adicionados um corpo de prova (secos em estufa a  $103 \pm 2$  °C) e  $1,00 \pm 0,05$  g de cupins subterrâneos da espécie *Nasutitermes* sp., equivalente a  $\pm 360$  indivíduos, aproximadamente, sendo 80% de operários (proporção existente na colônia).

Após a adição dos cupins, os frascos foram levemente tampados, a fim de permitir a circulação de ar. As amostras permaneceram em sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C e  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa), por 28 dias. Durante o ensaio foram anotados os frascos nos quais ocorreram 100% de mortalidade dos cupins e o tempo necessário (dias) para que isto ocorresse. Ao final do ensaio foram

computados a perda de massa, o número de indivíduos mortos, a porcentagem de mortalidade, e o desgaste produzido nas amostras de bambu. Esses dados foram utilizados para analisar a resistência dos bambus tratados. O desgaste e a mortalidade dos cupins foram avaliados conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Avaliação do desgaste provocado nos corpos-de-prova e mortalidade dos cupins

Tipo de Desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intenso	4
Falha, havendo ruptura dos corpos-de-prova	0
Mortalidade	(%)
Baixa	0 - 33
Moderada	34 - 66
Alta	67 - 99
Total	100

Fonte: ASTM – D 3345 (2005b).

Após o ensaio, foi avaliado o desgaste provocado pela ação dos cupins sobre as amostras de bambu, por meio de notas, dado por cinco indivíduos tendo como base as informações da Tabela 3. No experimento foram testadas duas repetições por combinação de tratamentos preservativos, tempos de tratamento, concentração das soluções e espécies de bambu.

### 3.6.3. Ensaio de resistência a coleópteros

As amostras, com as mesmas dimensões dos outros ensaios biológicos, foram secas em estufa a  $103 \pm 2$  °C. A massa de cada amostra foi determinada, conforme recomendado pela ASTM D-1413 (2005). Em seguida, as amostras foram colocadas em uma bandeja e acomodadas sobre uma pilha de bambus sem tratamento armazenada em um galpão. Esses bambus foram empregados com o intuito de atrair coleópteros da espécie *Dinoderus minutus* (Figura 11).



Figura 11. Amostras expostas ao ataque do coleóptero *Dinoderos minutus*.

A duração desse ensaio foi de cinco meses (maio a outubro) e a exemplo dos demais ensaios foram testadas duas repetições por combinação de tratamentos preservativos, tempos de tratamento, concentração das soluções e espécies de bambu.

### 3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS

Os valores obtidos para as determinações das características físicas foram analisados com relação à média e desvio padrão. Para a penetração, retenção do preservativo e perda de massa pelos ensaios biológicos e avaliação do desgaste provocada nas amostras pelos cupins, foi empregada um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial para a análise de variância entre os tratamentos. A exceção ocorreu para a análise dos dados de retenção e ensaio de insetos (cupins e coleópteros) obtidos de amostras tratadas pelo método de Boucherie modificado, em que foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado.

Na penetração do CCB foram analisadas três posições nos colmos, empregando-se quatro repetições para cada método de tratamento. O número de amostras para análise da retenção e para os ensaios biológicos foi reduzido após a avaliação da penetração, em que foi verificado, de um modo geral, que

apenas nos corpos de prova da base houve boa penetração de ingredientes ativos. Assim somente as amostras coletadas a 0,5 m de altura da base de cada colmo foram utilizadas, sendo esse local do colmo, de onde se retirou o disco, que coincide com o nível da solução nos recipientes, considerada região de afloramento para peças instaladas no solo. Foram empregadas duas repetições para cada método e condição de tratamento na avaliação estatística dos ensaios biológicos de e retenção.

Nas comparações estatísticas, os resultados de penetração da solução nas amostras tratadas pelos métodos de transpiração e imersão prolongada foram analisados em função das posições nos colmos (três níveis), tempo de tratamento (três níveis) e concentração das soluções preservativas (dois níveis). Na Figura 12 está representado o arranjo para análises estatísticas de penetração dos i.a. de CCB nas amostras tratadas por meio do método de transpiração e imersão prolongada. No método de Boucherie modificado não foi empregado o tempo de tratamento.

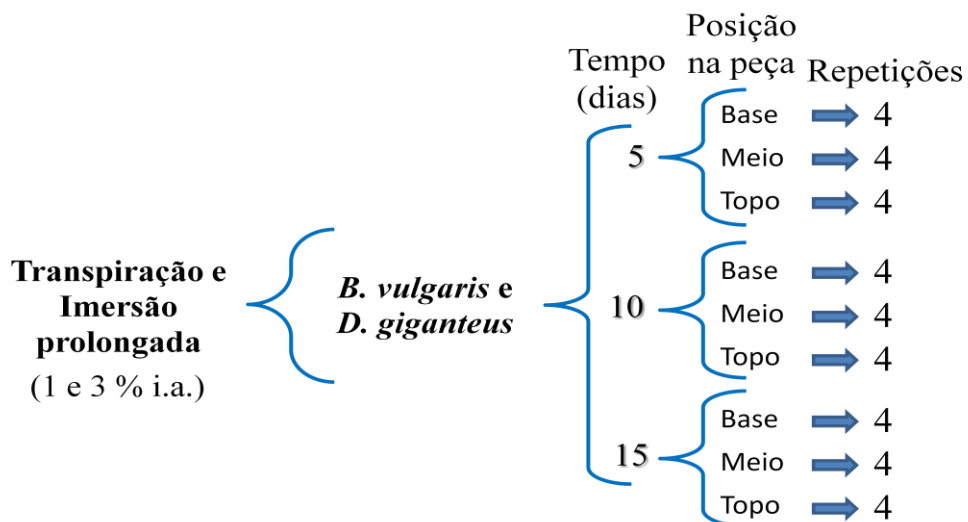


Figura 12. Arranjo utilizado para análises estatística dos resultados de penetração de i.a. de CCB pelos métodos de transpiração e imersão prolongada.

Para todas as análises foram fixados os fatores método de tratamento e espécie, e para a penetração, também foi fixado o elemento químico (boro ou cobre). Para retenção e ensaios biológicos foi fixada uma posição no colmo e os resultados foram analisados em função do tempo de tratamento (três níveis), concentração das soluções preservativas (dois níveis) e tipos de fungos (dois níveis), e este último fator foi empregado apenas no ensaio biológico com

fungos. Na Figura 13 está representado o arranjo para análises estatísticas de retenção dos i.a. de CCB e ensaio biológico com cupins nas amostras tratadas por meio do método de transpiração e imersão prolongada. No caso do método Boucherie modificado os resultados foram analisados em função somente da concentração (dois níveis) para retenção e ensaio de cupins e coleópteros.

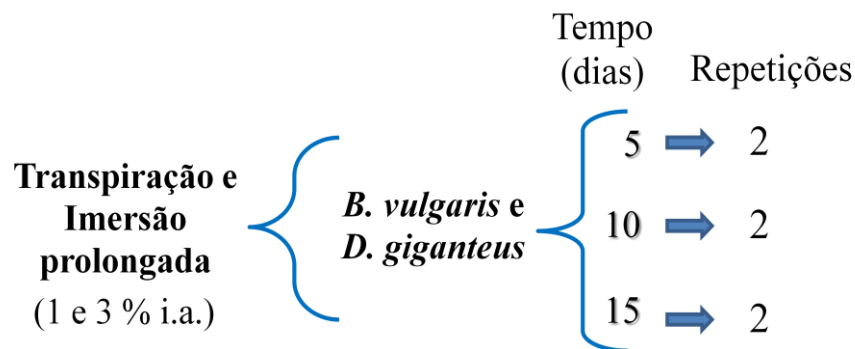


Figura 13. Arranjo utilizado para análises estatística dos resultados de retenção de i.a. de CCB e ensaio biológico com cupins e coleópteros pelos métodos de transpiração e imersão prolongada.

Para a análise estatística, houve a necessidade de efetuar-se a transformação dos dados. Os resultados de penetração e desgaste das amostras pelo ataque de cupins foram transformados em raiz (notas + 0,5). Os dados, em porcentagem, de perda de massa nos ensaios biológicos foram transformados em arcsen [raiz quadrada (valor em porcentagem/100)], sendo sugerida por Steel e Torrie (1980). Estas transformações foram necessárias quando da necessidade de homogeneizar as variâncias. Foi empregado o teste de Tukey para comparação das médias, a 5% de significância, para os fatores e as interações detectadas como sendo significativos pelo teste de F.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS BAMBUS

Para a caracterização física dos bambus as médias e seus desvios padrão dos diâmetros externos e das espessuras da parede dos colmos, bem como as médias de umidade, da densidade básica e da retratibilidade dos bambus de cada espécie são exibidas nos itens a seguir, (*D. giganteus* e *B. vulgaris*) para cada tratamento.

#### 4.1.1. Diâmetro externo e espessura da parede dos colmos

Verifica-se nos colmos submetidos aos tratamentos de transpiração (diafragma íntegro e rompido) e imersão valores de diâmetros médios similares para a espécie *D. giganteus*, variando de  $10,55 \pm 1,81$  a  $12,77 \pm 1,74$  cm. Para essa mesma espécie, os colmos utilizados no tratamento de Boucherie modificado exibiram valor de diâmetro médio de  $8,69 \pm 1,96$  cm.

Os colmos da espécie *B. vulgaris*, submetidos aos tratamentos de transpiração (diafragma íntegro e rompido), possuem diâmetros médios similares variando de  $9,23 \pm 1,55$  a  $10,20 \pm 1,13$  cm. Nos métodos de imersão prolongada e de Boucherie modificado os colmos da mesma espécie tiveram diâmetros médios que variaram de  $6,76 \pm 0,96$  a  $7,96 \pm 1,22$  cm.

O emprego dos colmos de menor diâmetro no tratamento do Boucherie modificado se justificou em função dos diâmetros das conexões dos aparatos empregados para tal tratamento.

Observou-se que a espessura média da parede dos colmos da espécie *D. giganteus* obteve diferença dentre os tratamentos, com valores variando de  $8,33 \pm 0,20$  mm (Boucherie modificado) a  $14,17 \pm 2,04$  mm (imersão prolongada). Nos colmos da espécie *B. vulgaris* as médias foram mais homogêneas variando de  $6,33 \pm 1,05$  mm (transpiração diafragma rompido) a  $9,20 \pm 1,62$  mm (transpiração diafragma íntegro). Os valores médios de diâmetro e espessura da parede dos colmos de cada tratamento, espécie e tempo de tratamento estão na Tabela 4.



A espessura da parede do colmo de cada espécie pode influenciar na quantidade de ingredientes ativo do CCB retida nos colmos, pois a quantidade de vasos no bambu depende, dentre outros fatores, da espessura da parede do colmo desse material.

Tabela 4. Diâmetro médio dos colmos e espessura da parede dos colmos submetidos aos tratamentos, conforme a espécie e o tempo de tratamento

Métodos	Espécie	Tempo (Dias)	Diâmetros externos (cm)	Espessura da Parede dos Colmos (mm)		
				Base	Topo	Média
Transpiração (Diafragma Íntegro)	<i>D. giganteus</i>	5	11,00 ± 3,14	10,06 ± 3,74	10,40 ± 4,17	10,23 ± 0,23
		10	10,83 ± 1,47	9,97 ± 2,71	10,01 ± 3,16	9,99 ± 0,03
		15	11,61 ± 2,94	12,42 ± 3,54	12,52 ± 3,39	12,47 ± 0,06
	<i>B. vulgaris</i>	5	9,23 ± 1,55	10,33 ± 3,72	8,02 ± 2,91	9,20 ± 1,62
		10	9,64 ± 1,16	7,52 ± 1,93	6,32 ± 1,56	6,93 ± 0,86
		15	10,20 ± 1,13	9,42 ± 3,12	7,73 ± 2,08	8,57 ± 1,20
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	11,72 ± 1,87	10,06 ± 3,74	10,40 ± 3,17	10,13 ± 0,13
		10	12,77 ± 1,74	9,97 ± 2,71	10,01 ± 2,16	9,89 ± 0,13
		15	12,04 ± 0,70	12,42 ± 3,54	12,52 ± 4,39	12,37 ± 0,16
	<i>B. vulgaris</i>	5	9,10 ± 1,13	7,09 ± 1,04	5,60 ± 1,04	6,33 ± 1,05
		10	9,23 ± 1,28	9,15 ± 4,74	6,62 ± 2,07	7,89 ± 1,79
		15	9,63 ± 0,99	8,34 ± 3,03	7,46 ± 3,16	8,00 ± 0,66
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	10,55 ± 1,81	10,84 ± 2,60	9,65 ± 2,75	10,24 ± 0,84
		10	9,35 ± 1,45	10,80 ± 2,88	9,13 ± 1,60	10,00 ± 1,20
		15	9,47 ± 1,20	15,62 ± 4,05	12,72 ± 2,90	14,17 ± 2,04
	<i>B. vulgaris</i>	5	6,80 ± 0,95	8,95 ± 3,78	7,12 ± 2,71	8,04 ± 1,30
		10	6,76 ± 0,96	8,93 ± 2,88	7,40 ± 1,83	8,17 ± 1,08
		15	7,80 ± 1,41	7,31 ± 2,21	5,77 ± 1,18	6,54 ± 1,10
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	---	8,69 ± 1,96	8,48 ± 2,10	8,20 ± 2,10	8,33 ± 0,20
	<i>B. vulgaris</i>	---	7,96 ± 1,22	7,22 ± 1,32	7,00 ± 1,37	7,10 ± 0,16

Segundo Beraldo e Azzini (2004), os bambus dessas espécies, *B. vulgaris* e *D. giganteus*, possuem paredes do colmo espessa e boas propriedades físico-mecânicas. Estas características são essenciais para o uso do bambu como elementos estruturais como cercas.

De acordo com trabalho realizado por Sant'anna (2008), o diâmetro externo do *D. giganteus* variou de 8,47 a 11,94 cm com média geral de 10,43 cm. Ghavami e Toledo Filho (1992) estudaram a espécie *D. giganteus* e obtiveram valores de 9 a 11 mm para a espessura da parede do colmo.

Sobrinho Junior (2010) encontrou valores inferiores de diâmetros para a espécie *B. vulgaris* que variaram de 2,62 a 6,50 cm, sendo a média igual a 4,83 cm. A mesma espécie possui diâmetros externos médios de 4,50 a 9,00 cm e espessura média da parede do colmo de 5,5 mm (SPOLIDORO, 2008).

Os valores médios de diâmetro e espessura da parede do colmo, da espécie *B. vulgaris* estuda, estão de acordo com o mencionado por Seethalakshmi e Kumar (1998), para os quais os diâmetros variaram de 5 a 10 cm e a espessura da parede do colmo entre 7 a 15 mm. As dimensões de 20 a 30 cm de diâmetro e 20 a 25 mm de espessura, da parede citadas pelos mesmos autores, são superiores aos valores encontrados neste trabalho para o *D. giganteus*. De forma geral, ocorreu um decréscimo do diâmetro e da espessura da parede, da base em direção ao topo dos colmos, para todas espécies estudadas.

#### **4.1.2. Umidade, densidade básica e retratibilidade volumétrica**

Na Tabela 5, constam os valores médios das características físicas dos colmos de cada espécie utilizada nos tratamentos preservativos. A espécie *D. giganteus* possui valores médios de umidade que variaram de 61,97% a 87,24% (transpiração diafragma íntegro), enquanto que a espécie *B. vulgaris* exibiu valores médios de umidade entre 74,25 a 104,04% (transpiração diafragma íntegro e rompido, respectivamente). De acordo com esses valores, foi observado que as duas espécies de bambu continham alta umidade e essa característica é ideal para os processos dos tratamentos preservativos.

A densidade básica da espécie *D. giganteus* variou de 0,60 a 0,72 g.cm<sup>-3</sup> (método de transpiração com diafragma rompido), e a espécie *B. vulgaris* exibiu valores que variaram de 0,49 g.cm<sup>-3</sup> (imersão prolongada) a 0,70 g.cm<sup>-3</sup> (transpiração com diafragma íntegro).

A retratibilidade volumétrica total do bambu da espécie *D. giganteus* foi de 13,38 a 23,67% (transpiração diafragma rompido e íntegro,

respectivamente). Enquanto que no *B. vulgaris* a retratibilidade volumétrica total variou entre 7,72% (transpiração diafragma íntegro) a 16,77% (imersão prolongada).

A determinação da densidade básica e da retratibilidade volumétrica dos colmos de cada espécie foi realizada a fim de se ter melhor conhecimento das características do bambu para utilização dos colmos tratados, principalmente, em estruturas de construções como quiosques, galpões e casas.

Tabela 5. Características físicas médias dos colmos empregados nos tratamentos

Métodos	Espécies	Tempo (Dias)	Umidade (%)	Densidade Básica (g.cm <sup>-3</sup> )	Retratibilidade Volumétrica (%)
Transpiração (Diafragma íntegro)	<i>D. giganteus</i>	5	87,24 ± 32,01	0,70 ± 0,13	20,13 ± 14,31
		10	61,97 ± 23,62	0,66 ± 0,09	13,57 ± 8,33
		15	72,62 ± 19,25	0,66 ± 0,13	23,67 ± 16,31
	<i>B. vulgaris</i>	5	88,36 ± 20,33	0,60 ± 0,06	11,86 ± 8,77
		10	94,53 ± 49,50	0,70 ± 0,03	7,72 ± 2,33
		15	74,25 ± 14,16	0,63 ± 0,04	9,60 ± 3,17
Transpiração (Diafragma rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	73,67 ± 28,97	0,72 ± 0,15	15,74 ± 13,24
		10	70,22 ± 41,17	0,60 ± 0,11	13,38 ± 6,73
		15	86,39 ± 28,03	0,66 ± 0,16	20,90 ± 17,10
	<i>B. vulgaris</i>	5	91,96 ± 27,00	0,60 ± 0,09	9,41 ± 5,92
		10	103,60 ± 35,16	0,56 ± 0,08	12,76 ± 11,50
		15	104,04 ± 14,63	0,55 ± 0,05	8,20 ± 3,30
Imersão	<i>D. giganteus</i>	5	69,08 ± 16,67	0,65 ± 0,12	16,80 ± 7,24
		10	84,76 ± 22,22	0,65 ± 0,09	20,41 ± 14,96
		15	86,40 ± 42,90	0,60 ± 0,10	19,46 ± 6,13
	<i>B. vulgaris</i>	5	87,27 ± 22,08	0,49 ± 0,07	16,77 ± 3,34
		10	94,53 ± 30,67	0,56 ± 0,08	14,16 ± 1,93
		15	90,94 ± 16,37	0,58 ± 0,06	14,80 ± 8,15
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	---	85,46 ± 16,27	0,69 ± 0,09	16,23 ± 17,18
	<i>B. vulgaris</i>	---	99,92 ± 40,65	0,53 ± 0,09	14,63 ± 9,85

Ferreira (2007) determinou a umidade de colmos do *D. giganteus* no momento da coleta no campo em aproximadamente 70%. Verifica-se que os valores de densidade básica obtidos ficaram acima de 0,55 g.cm<sup>-3</sup> (AZZINI e CIARAMELLO, 1971) e abaixo de 0,74 g.cm<sup>-3</sup> (BRITO et al., 1987). Para Nascimento e Xavier (2012), o valor de retratibilidade volumétrica, em colmos de *D. giganteus*, foi de 23,20%.

A umidade de 92,1% de *B. vulgaris* observada por Razak et al. (2010) está dentro da faixa de valores médios encontrados neste trabalho. A mesma variação de resultados para a densidade básica foram encontrados na literatura, 0,59 g.cm<sup>-3</sup> (GOMIDE et al., 1981), 0,58 g.cm<sup>-3</sup> (NASCIMENTO e XAVIER, 2012), 0,56 g.cm<sup>-3</sup> (RAZAK et al., 2010) e 0,68 g.cm<sup>-3</sup> (BRITO et al., 1987). Em sua pesquisa Spolidoro (2008) obteve retratibilidade volumétrica total de 19,5% para o *B. vulgaris*, valor esse superior aos valores obtidos neste estudo.

#### 4.2. PENETRAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO CCB

Constam nas Tabelas 6 e 7 os valores médios das notas de penetração do cobre e boro, respectivamente. Observa-se que, de maneira geral, para as espécies e as concentrações de ingredientes ativos avaliadas, para os quatro tratamentos, as mais elevadas notas (Tabela 6) foram obtidas na posição da base dos colmos, seguidas pela posição do meio e posição do topo dos colmos.

No método de transpiração foi medida a quantidade de solução repostas nos tambores. Para o tratamento da espécie *D. giganteus* por transpiração com diafragma íntegro, a reposição total da solução de 1% de i.a. de CCB nos tambores foi de 66,3 L, enquanto que a reposição total da solução de 3% de i.a. foi de 60,4 L. No mesmo tratamento foi efetuada reposição total da solução de 1% de i.a. de 18,9 L para o tratamento do *B. vulgaris*, e 23,3L da solução de 3% para a mesma espécie.

As quantidades totais de soluções repostas no tratamento por transpiração com diafragma rompido foram de 51,4L e 43,8L para as soluções com concentrações de 1 e 3% i.a. respectivamente, no tratamento da espécie *D. giganteus*. Já no tratamento da espécie *B. vulgaris* as reposições foram de 32,8L e 27,5L para as soluções com concentrações de 1 e 3% i.a. respectivamente.

Tabela 6. Penetrações médias do elemento cobre por tratamentos, espécies, concentrações da solução, tempos e posições nos colmos tratados

Métodos	Espécie	(%)	Tempo (Dias)	Penetração (Nota) por posição nos colmos		
				Base	Meio	Topo
Transpiração (Diafragma Íntegro)	<i>D. giganteus</i>	1	5	0,65 ± 0,19	0,35 ± 0,10	0,25 ± 0,19
			10	0,80 ± 0,16	0,40 ± 0,36	0,00 ± 0,00
			15	0,95 ± 0,19	0,20 ± 0,28	0,10 ± 0,11
		3	5	0,80 ± 0,28	0,50 ± 0,20	0,00 ± 0,00
			10	1,30 ± 0,41	0,60 ± 0,28	0,10 ± 0,11
			15	0,95 ± 0,25	0,50 ± 0,47	0,05 ± 0,10
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	0,75 ± 0,37	0,40 ± 0,43	0,00 ± 0,00
			10	1,05 ± 0,19	0,90 ± 0,47	0,50 ± 0,25
			15	1,65 ± 0,80	1,25 ± 0,66	0,85 ± 0,47
		3	5	1,45 ± 0,99	0,65 ± 0,25	0,15 ± 0,19
			10	1,40 ± 0,36	0,85 ± 0,19	0,40 ± 0,16
			15	2,05 ± 0,50	1,15 ± 0,50	0,50 ± 0,34
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	1	5	1,00 ± 0,16	0,80 ± 0,16	0,25 ± 0,25
			10	1,45 ± 0,77	1,00 ± 0,67	0,40 ± 0,28
			15	1,25 ± 0,19	0,90 ± 0,20	0,20 ± 0,16
		3	5	1,95 ± 1,36	0,90 ± 0,11	0,35 ± 0,34
			10	2,95 ± 1,27	1,05 ± 0,19	0,55 ± 0,19
			15	2,30 ± 0,38	1,30 ± 0,25	0,95 ± 0,41
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	1,50 ± 0,52	1,10 ± 0,25	1,00 ± 0,32
			10	1,35 ± 0,95	0,70 ± 0,38	0,65 ± 0,44
			15	1,45 ± 0,64	1,10 ± 0,47	0,95 ± 0,55
		3	5	1,60 ± 0,51	1,55 ± 0,80	1,00 ± 0,71
			10	2,20 ± 1,24	1,35 ± 0,41	1,60 ± 0,71
			15	2,50 ± 1,06	2,00 ± 0,81	1,05 ± 0,41
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	1	5	1,00 ± 0,16	0,80 ± 0,16	0,25 ± 0,25
			10	1,45 ± 0,77	1,00 ± 0,67	0,40 ± 0,28
			15	1,25 ± 0,19	0,90 ± 0,20	0,20 ± 0,16
		3	5	1,95 ± 1,36	0,90 ± 0,11	0,35 ± 0,34
			10	2,95 ± 1,27	1,05 ± 0,19	0,55 ± 0,19
			15	2,30 ± 0,38	1,30 ± 0,25	0,95 ± 0,41
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	1,50 ± 0,52	1,10 ± 0,25	1,00 ± 0,32
			10	1,35 ± 0,95	0,70 ± 0,38	0,65 ± 0,44
			15	1,45 ± 0,64	1,10 ± 0,47	0,95 ± 0,55
		3	5	1,60 ± 0,51	1,55 ± 0,80	1,00 ± 0,71
			10	2,20 ± 1,24	1,35 ± 0,41	1,60 ± 0,71
			15	2,50 ± 1,06	2,00 ± 0,81	1,05 ± 0,41
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	1	---	0,25 ± 0,30	0,10 ± 0,20	0,10 ± 0,20
		3	---	0,85 ± 0,57	0,75 ± 0,50	0,50 ± 0,48
	<i>B. vulgaris</i>	1	---	0,65 ± 0,44	0,35 ± 0,25	0,45 ± 0,34
		3	---	0,55 ± 0,57	0,35 ± 0,44	0,05 ± 0,10

Tabela 7. Penetrações médias do elemento boro por tratamentos, espécies, concentrações da solução, tempos e posições nos colmos tratados

Métodos	Espécie	(%)	Tempo (dias)	Penetração (Nota) por posição nos colmos		
				Base	Meio	Topo
Transpiração (Diafragma íntegro)	<i>D. giganteus</i>	1	5	2,65 ± 0,34	1,60 ± 0,58	1,50 ± 0,62
			10	2,95 ± 0,50	1,65 ± 0,61	0,75 ± 0,37
			15	2,95 ± 0,34	1,60 ± 0,32	0,85 ± 0,41
		3	5	2,45 ± 0,71	1,75 ± 0,52	0,55 ± 0,44
			10	3,35 ± 0,59	2,10 ± 0,11	1,55 ± 0,19
			15	3,50 ± 0,57	1,90 ± 0,66	0,40 ± 0,56
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	3,55 ± 0,38	1,40 ± 0,43	1,10 ± 0,11
			10	3,85 ± 0,19	2,25 ± 0,75	1,85 ± 0,44
			15	3,60 ± 0,46	2,60 ± 0,73	1,35 ± 0,25
		3	5	3,65 ± 0,34	1,80 ± 0,58	1,15 ± 0,19
			10	3,75 ± 0,19	1,30 ± 0,34	1,25 ± 0,34
			15	3,80 ± 0,23	2,90 ± 0,20	1,40 ± 0,54
Transpiração (Diafragma rompido)	<i>D. giganteus</i>	1	5	2,70 ± 0,90	1,15 ± 0,68	0,80 ± 0,71
			10	2,10 ± 0,68	0,95 ± 0,19	0,70 ± 0,38
			15	3,05 ± 0,68	1,65 ± 0,91	0,85 ± 0,30
		3	5	3,40 ± 0,71	2,00 ± 0,71	0,70 ± 0,57
			10	2,75 ± 1,01	1,45 ± 1,57	0,85 ± 0,80
			15	2,25 ± 0,85	1,35 ± 0,98	0,75 ± 0,19
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	3,35 ± 0,59	2,00 ± 0,51	1,70 ± 0,62
			10	3,55 ± 0,25	2,95 ± 0,52	2,15 ± 0,99
			15	3,55 ± 0,41	3,15 ± 0,52	1,75 ± 1,11
		3	5	3,10 ± 0,77	2,70 ± 0,50	1,60 ± 0,23
			10	1,90 ± 0,25	1,70 ± 0,62	1,95 ± 0,98
			15	2,75 ± 0,66	2,60 ± 0,83	2,00 ± 1,04
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	1	5	2,20 ± 0,67	2,15 ± 0,57	2,10 ± 0,58
			10	2,55 ± 0,79	2,35 ± 0,81	2,15 ± 0,66
			15	2,25 ± 0,91	2,30 ± 0,76	2,35 ± 0,57
		3	5	2,30 ± 0,84	2,00 ± 0,54	2,40 ± 0,23
			10	2,30 ± 0,48	2,10 ± 0,35	2,75 ± 0,25
			15	2,40 ± 0,52	2,40 ± 0,43	2,50 ± 0,50
	<i>B. vulgaris</i>	1	5	3,40 ± 0,52	3,20 ± 0,49	3,35 ± 0,53
			10	3,35 ± 0,34	3,30 ± 0,48	3,70 ± 0,26
			15	3,05 ± 0,77	3,10 ± 0,89	3,20 ± 0,73
		3	5	3,20 ± 0,37	2,90 ± 0,53	3,40 ± 0,54
			10	3,85 ± 0,30	3,70 ± 0,35	3,85 ± 0,30
			15	3,50 ± 0,60	3,45 ± 0,72	3,35 ± 0,77
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	1	---	1,55 ± 0,55	1,55 ± 0,34	1,05 ± 0,10
		3	---	2,95 ± 0,25	2,70 ± 0,38	1,80 ± 0,63
	<i>B. vulgaris</i>	1	---	3,05 ± 0,62	2,90 ± 0,48	3,15 ± 0,19
		3	---	3,30 ± 0,42	3,20 ± 0,59	2,75 ± 0,34

Já o comportamento do elemento boro (Tabela 7) foi diferente entre os tratamentos. Os colmos submetidos ao método de transpiração (diafragma íntegro e rompido) possui maior penetração na base (penetração parcial

periférica – nota 3), seguido pelo meio (penetração parcial irregular – nota 2) e topo (penetração vascular – nota 1). No entanto, foi verificado que dentro dos tratamentos de imersão prolongada e Boucherie modificado as penetrações (notas) semelhantes, nas três posições nos colmos.

Ferreira (2010) encontrou resultados semelhantes avaliando a penetração do cobre nas regiões da base (0,55 m de altura), meio (1,10 m de altura) e topo (2,10 m de altura) em colmos de *B. vulgaris* tratados por transpiração durante 3, 6 e 9 dias. Em outro exemplo semelhante para a mesma espécie, Penna (1980) observou em seus estudos que a penetração do cobre nos colmos da espécie *Bambusa tuldoides* ocorreu apenas na porção imersa na solução preservante. Não foi encontrada na literatura trabalhos que exibissem resultados de penetração do elemento boro em amostras de bambu.

#### **4.2.1. Penetração após o método de transpiração**

No Apêndice A, Tabela 1A, consta o resumo das análises de variância da penetração do cobre para os colmos submetidos ao método de tratamento de transpiração (diafragma íntegro e rompido) para cada situação analisada.

Pelas análises, observa-se que houve diferença estatística apenas para o parâmetro posição no colmo para a espécie *D. giganteus*, no tratamento por transpiração com diafragma íntegro. Para o mesmo tratamento, o *B. vulgaris* exibiu significância entre os parâmetros tempo, posição e entre a interação de segunda ordem (concentração x tempo x posição). O tratamento por transpiração com diafragma rompido obteve no *D. giganteus* variação estatística entre os parâmetros concentração, tempo e posição no colmo e entre a interação de primeira ordem (concentração x posição). Na espécie *B. vulgaris*, observa-se diferença significativa apenas entre os parâmetros concentração e posição no colmo.

A partir das variações estatísticas citadas, as médias dos parâmetros para o cobre no tratamento de transpiração (diafragma íntegro) e que foram significativas (Apêndice A, Tabela 1A) foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 8). Para ambas as espécies, a posição da base obteve maior penetração, seguidas pela posição do meio e

topo dos colmos tratados. O tempo de 15 dias para *B. vulgaris* propiciou maior penetração, seguidos pelos tempos de 10 e 5 dias.

Tabela 8. Penetrações médias do cobre para tempo e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de transpiração (Diafragma Integro)

Transpiração (Diafragma Integro)	
<i>D. giganteus</i>	
Posição	Penetração (Nota)
Base	1,18 a
Meio	0,95 b
Topo	0,76 c
<i>B. vulgaris</i>	
Posição	Penetração (Nota)
Base	1,35 a
Meio	1,15 b
Topo	0,93 c
Tempo (Dias)	Penetração (Nota)
5	0,99 c
10	1,15 b
15	1,30 a

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

Na Tabela 9, estão as comparações das médias dos parâmetros que foram significativos (Apêndice A, Tabela 1A), na penetração do cobre pelo tratamento de transpiração (Diafragma Rompido). Foi verificado que na espécie *D. giganteus* os tempos de 10 e 15 dias obtiveram as penetrações mais elevadas. A concentração de 3% de ingredientes ativos (i.a.) propiciou a obtenção de notas mais elevadas nas três posições nos colmos.

Nota-se um comportamento semelhante de penetração no *B. vulgaris* em que as posições da base e meio e a concentração de 3% de i.a. possibilitaram alcançar as notas mais elevadas. As penetrações na base e no meio dos colmos das duas espécies foram estatisticamente semelhantes, e esse fato pode ser explicado pelo rompimento do diafragma dos colmos desobstruindo a movimentação do CCB no interior dos colmos, pois a solução era retida nos diafragmas, e só prosseguiria após o preenchimento total do mesmo nos colmos com diafragma integro.



Tabela 9. Penetrações médias do cobre para concentração, tempo e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de transpiração (diafragma rompido)

Transpiração (Diafragma Rompido)			
<i>D. giganteus</i>			
Tempo (Dias)	Penetração (Nota)		
5	1,14 b		
10	1,27 a		
15	1,25 ab		
Concentração (%)	Posição/Penetração (Nota)		
	Base	Meio	Topo
1	1,30 Ab	1,17 Aa	0,87 Bb
3	1,67 Aa	1,25 Ba	1,04 Ca
<i>B. vulgaris</i>			
Concentração (%)	Penetração (Nota)		
1	1,24 b		
3	1,43 a		
Posição	Penetração (Nota)		
Base	1,48 a		
Meio	1,32 ab		
Topo	1,22 b		

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

Verifica-se, no Apêndice A, Tabela 2A, o resumo das análises de variância da penetração do boro. De acordo com as análises dos bambus tratados pelo método de transpiração com diafragma íntegro, foi observado diferença estatística para o parâmetro posição e para a interação entre concentração x tempo na espécie *D. giganteus*. A espécie *B. vulgaris* obteve variação para os parâmetros tempo e posição e para as interações concentração x tempo e tempo x posição. As análises de variância do método de transpiração com diafragma rompido exibiram diferenças estatísticas no parâmetro posição no colmo para o *D. giganteus*; já o *B. vulgaris* observou-se diferença significativa em concentração e posição no colmo, e para a interação concentração x tempo.

A partir dos resultados descritos anteriormente, as médias dos parâmetros para a penetração do elemento boro em colmos submetidos ao método por transpiração (diafragma íntegro), foram comparadas e analisadas (Tabela 10). Na espécie *D. giganteus* a posição da base obteve maior penetração com relação às posições do meio e do topo. Os colmos da mesma espécie tratados em solução com concentração de 1% de i.a. não sofreram

influência do tempo, mas nos colmos tratados com 3% de i.a. foi verificado que a penetração no tempo de 10 dias foi maior.

Tabela 10. Penetrações médias do boro para concentração, tempo e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de transpiração (diafragma íntegro)

Transpiração (Diafragma Íntegro)			
<i>D. giganteus</i>			
Posição	Penetração (Nota)		
Base	1,85 a		
Meio	1,50 b		
Topo	1,16 c		
Concentração (%)	Tempo (Dias)/Penetração (Nota)		
	5	10	15
1	1,53 Aa	1,47 Ab	1,48 Aa
3	1,40 Ba	1,67 Aa	1,49 Ba
<i>B. vulgaris</i>			
Concentração (%)	Tempo (Dias)/Penetração (Nota)		
	5	10	15
1	1,55 Ba	1,75 Aa	1,71 Aa
3	1,60 Ba	1,57 Bb	1,76 Aa
Tempo (Dias)	Posição/Penetração (Nota)		
	Base	Meio	Topo
5	2,02 Aa	1,44 Bb	1,27 Ca
10	2,07 Aa	1,50 Bb	1,42 Ba
15	2,04 Aa	1,80 Ba	1,36 Ca

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

Para o *B. vulgaris*, os tempos de 10 e 15 dias foram similares estatisticamente na concentração de 1% de i.a. Foi observado que os colmos tratados com 3% de i.a. em tempo de 15 dias obteve melhores resultados. Independentemente do tempo, a posição da base exibiu penetração mais intensa de boro nos colmos; a posição do meio indicou diferença estatística sendo superior o tempo de 15 dias.

A exemplo dos tratamentos analisados anteriormente, a posição da base, para ambas as espécies, permitiu obter estatisticamente os melhores resultados. Na interação concentração x posição, houve diferença significativa somente na posição do meio em que o valor da penetração na concentração de 1% de i.a. foi superior, quando comparado com a de 3%. Essas observações foram realizadas com base nas médias dos parâmetros para o boro do

tratamento de transpiração (diafragma rompido) que se mostraram significativos (Apêndice A, Tabela 2A) e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Penetrações médias do boro para concentração e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de Transpiração (diafragma rompido)

Transpiração (Diafragma rompido)			
<i>D. giganteus</i>			
Posição	Penetração (Nota)		
Base	1,77 a		
Meio	1,35 b		
Topo	1,11 c		
<i>B. vulgaris</i>			
Posição	Penetração (Nota)		
Base	1,87 a		
Meio	1,72 a		
Topo	1,51 b		
Concentração (%)	Posição/Penetração (Nota)		
	Base	Meio	Topo
1	1,66 Aa	1,82 Aa	1,80 Aa
3	1,70 Aa	1,51 Ab	1,70 Aa

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

Considerando todas as análises estatísticas da penetração (notas) dos elementos cobre e boro nos colmos tratados pelo método de transpiração, verificou-se, de modo geral, que as maiores notas de penetração foram exibidas, principalmente, nos discos retirados na base (0,5 m de altura) e no tempo de 15 dias de tratamento dos colmos para ambas as espécies. Nas posições do meio (1m de altura) e topo (1,90 m de altura) a penetração foi muito baixa, e assim houve pouca distribuição da solução de CCB ao longo dos colmos, esse fato pode ser explicado pela estrutura anatômica dos bambus.

Ao contrário das madeiras, o bambu não possui raios o que poderá facilitar a transpiração da seiva, e esse fenômeno ocorre somente pelos vasos, apenas 10% no colmo, quando são retiradas as folhas dos colmos dos bambus. A impermeabilidade das camadas internas e externas nos colmos é outro fator importante que impede a transpiração, dessa forma o único local para ocorrer esse processo foram as extremidades dos colmos. Assim, houve pouca movimentação da solução preservativa ao longo dos colmos.

Por causa da diferença anatômica entre madeira e bambu em geral, alguns trabalhos como de Paes et al. (2007), e Farias Sobrinho et al. (2005), comprovam a maior eficiência do tratamento da madeira, em comparação com o bambu, com relação à penetração dos elementos boro e cobre. Estes autores verificaram que a penetração de ambos os elementos foi mais homogênea ao longo das peças, tendo ocorrido então a penetração total conforme Figura 9.

#### **4.2.2. Penetração após o método de imersão prolongada**

No Apêndice A, Tabela 3<sup>a</sup> verifica-se o resumo das análises de variância da penetração do cobre para os colmos submetidos ao método de imersão prolongada em cada situação analisada. De acordo com os resultados houve diferença estatística entre os parâmetros concentração e posição no colmo, para as interações concentração x tempo e tempo x posição no colmo para a espécie *D. giganteus*. Para a espécie *B. vulgaris* houve diferença significativa para os parâmetros concentração e tempo e para a interação concentração x tempo.

As médias dos parâmetros do tratamento de Imersão prolongada para o cobre e que foram significativas (Apêndice A, Tabela 3A) foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 12).

As comparações dentro da espécie *D. giganteus* demonstraram que para a concentração de 1% de i.a. não houve diferença entre os tempos de tratamento. No entanto, na concentração de 3%, nos tempos de 5 e 10 dias foi observado melhores resultados de penetração. Para o efeito do tempo, notou-se que o tempo de 10 dias apresentou diferenças entre as concentrações, tendo os colmos tratados com 3% de i.a. permitindo uma maior penetração.

Tabela 12. Penetrações médias do cobre para concentração, tempo e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de imersão prolongada

Imersão Prolongada			
<i>D. giganteus</i>			
Concentração	Tempo (Dias)/Penetração (Nota)		
	5	10	15
1%	0,77 Aa	0,76 Ab	0,82 Aa
3%	0,87 Aba	1,00 Aa	0,82 Ba
Tempo	Posição/Penetração (Nota)		
	Base	Meio	Topo
5	0,78 Aba	0,75 Ba	0,93 Aa
10	0,86 Aa	0,80 Aa	0,96 Aa
15	0,81 Aba	0,73 Ba	0,92 Aa
<i>B. vulgaris</i>			
Concentração	Tempo (Dias)/Penetração (Nota)		
	5	10	15
1%	1,10 Bb	1,25 Bb	1,47 Aa
3%	1,37 Ba	1,72 Aa	1,50 Ba

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

Ainda analisando a mesma espécie (Tabela 12), o tempo de tratamento não mostrou diferença na penetração entre as três posições. Nos tempos de 5 e 15 dias observou-se melhor penetração nas posições da base e topo dos colmos. Já o tempo de 15 dias com 1% de i.a., na espécie *B. vulgaris*, proporcionou maior penetração, enquanto que na concentração de 3% de i.a. o tempo de 10 dias obteve uma melhor penetração. E nos tempos de 5 e 10 dias os valores da concentração de 3% i.a. foram superiores aos de 1%.

A avaliação estatística da penetração do elemento boro em colmos tratados por imersão prolongada pode ser visualizada no Apêndice A, Tabela 3A. As médias dos parâmetros do tratamento citado para boro e que foram significativas foram analisadas e comparadas (Tabela 13).

De acordo com os resultados estatísticos, em média, houve limitado penetração do cobre nas três posições analisadas, para as duas espécies de bambu. Já o elemento boro mostrou maior penetração e distribuição mais homogênea ao longo dos colmos. No entanto para ambas as espécies, os resultados de penetração, de cada elemento, foram insatisfatórios.

Tabela 13. Penetrações médias do boro para tempo e posição no colmo nas espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris* no tratamento de imersão prolongada

Imersão Prolongada			
<i>D. giganteus</i>			
Tempo (Dias)	Posição		
	Base	Meio	Topo
5	1,64 Aa	1,60 Aa	1,65 Aa
10	1,70 Aa	1,64 Aa	1,70 Aa
15	1,66 Aa	1,68 Aa	1,70 Aa
<i>B. vulgaris</i>			
Tempo (Dias)	Penetração (Nota)		
5	1,93 a		
10	2,02 a		
15	1,93 a		

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

#### 4.2.3. Penetração após o método de Boucherie modificado

No Apêndice A, Tabelas 4A, estão os resumos das análises de variância das penetrações do cobre e boro, nos colmos submetidos ao método de Boucherie modificado para cada espécie analisada. Nota-se que apenas na espécie *D. giganteus* houve diferença significativa, para o parâmetro concentração em todos os elementos químicos; para o boro o parâmetro posição no colmo indicou variação estatisticamente significativa.

A partir das análises verificadas no resumo estatístico (Apêndice A, Tabela 4A), as médias dos parâmetros para o cobre e boro dos colmos expostos ao tratamento de Boucherie modificado que se mostraram significativos foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 14). A concentração de 3% de i.a. obteve maior penetração para cada elemento químico, e as posições da base e meio exibiram maiores penetrações do boro.

Por causa da falta de trabalhos científicos que avaliassem a penetração dos i.a. de CCB por meio de notas em tratamentos químicos, não foi possível a discussão e comparação com outros autores.

Tabela 14. Penetrações médias do cobre e boro para concentração e posição no colmo da espécie *D. giganteus* no tratamento de Boucherie modificado

Boucherie Modificado		
Concentração (%)	Penetração (Nota)	
	Cobre	Boro
1	0,80 b	1,37 b
3	1,07 a	1,71 a
Posição	Penetração/boro (Nota)	
Base	1,64 a	
Meio	1,60 a	
Topo	1,38 b	

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

Uma explicação para a baixa penetração dos elementos do CCB nos colmos de bambu, principalmente o cobre, utilizando o Boucherie modificado como método de preservação pode estar associado ao tempo de tratamento. Neste trabalho o período de tratamento variou de 15 a 25 minutos. O produto químico à base de CCB necessita de um tempo maior do que o descrito acima para se fixar no interior da madeira ou, neste caso, no bambu.

#### 4.3. RETENÇÃO DOS CONSTITUINTES DO CCB

Na Tabela 15, constam os valores médios da retenção (kg de i.a./m<sup>3</sup>) do produto “MOQ OX 50” nas concentrações de 1 e 3% de ingredientes ativos (i.a.), para os tratamentos, espécies e tempos de tratamentos testados. Nota-se que as médias de retenção da concentração de 3% de i.a. foram superiores em todos os tratamentos testados. O tratamento por transpiração com diafragma rompido obteve as médias mais elevadas de retenção dentre os tratamentos, com um máximo de 19,44 kg de i.a/m<sup>3</sup>. Essa retenção, acima das demais médias, é explicada pela utilização de um corpo de prova retirado exatamente do nó do colmo. Como os nós dos bambus não possuem orientação definida dos vasos, essa desorganização anatômica pode ter prejudicado a movimentação da solução preservativa sendo a mesma obstruída e retida nos nós dos colmos.

Tabela 15. Retenção média (kg de i.a./m<sup>3</sup> do preservativo “MOQ OX 50”) nas concentrações de 1 e 3% de ingredientes ativos no bambu tratado

Métodos	Espécie	Tempo Tratamento (Dias)	Retenção Média (kg i.a./m <sup>3</sup> )	
			Concentração da Solução (%)	
			1	3
Transpiração (diafragma íntegro)	<i>D. giganteus</i>	5	2,29 ± 0,39	1,48 ± 1,27
		10	0,81 ± 0,12	2,90 ± 0,23
		15	3,20 ± 1,10	2,40 ± 1,45
	<i>B. vulgaris</i>	5	1,90 ± 1,43	4,53 ± 0,83
		10	1,00 ± 0,85	4,21 ± 0,57
		15	4,50 ± 0,06	7,82 ± 1,82
Transpiração (diafragma rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	1,47 ± 0,40	4,52 ± 0,81
		10	1,86 ± 0,30	3,31 ± 1,32
		15	2,20 ± 1,47	19,44 ± 8,85
	<i>B. vulgaris</i>	5	2,21 ± 0,50	5,54 ± 0,40
		10	4,00 ± 0,04	10,52 ± 0,23
		15	5,64 ± 0,92	7,87 ± 2,40
Imersão prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	0,60 ± 0,34	1,48 ± 0,74
		10	1,43 ± 0,03	0,63 ± 0,08
		15	0,45 ± 0,30	1,72 ± 0,15
	<i>B. vulgaris</i>	5	0,68 ± 0,61	1,93 ± 0,32
		10	0,98 ± 0,35	4,26 ± 1,60
		15	2,20 ± 1,01	10,80 ± 0,67
Boucherie modificado	<i>D. giganteus</i>	---	0,28 ± 0,02	1,40 ± 0,26
	<i>B. vulgaris</i>	---	0,84 ± 0,18	2,14 ± 1,72

As médias de retenção observadas no método de Boucherie modificado foram as menores dentre os tratamentos testados. Esses resultados pode ser consequência de limitada duração do tratamento, ao que os colmos foram submetidos, variando de 15 a 25 minutos.

Observa-se, de maneira geral, que as médias de retenção da espécie *B. vulgaris* foram mais elevadas do que o *D. giganteus* nos tratamentos estudados, exceto para o tratamento por transpiração com o diafragma rompido.

Levando-se em consideração os resultados de retenção, pode-se afirmar que, de maneira geral, a quantidade de ingredientes ativos retida nos bambus mostra-se inferior a 6,5 kg de i.a./m<sup>3</sup>, valor mínimo recomendado pela NBR 9480 (ABNT, 2009) para o tratamento de madeiras de eucalipto para construções rurais.

Nas Figuras 14A e 14B, são representadas as médias de retenção de cada ingrediente ativo em todos os tratamentos para as espécies *B. vulgaris* e *D. giganteus*, respectivamente. Observa-se que os elementos químicos boro e cobre responsáveis pela proteção do bambu contra o ataque de insetos e



fungos, obtiveram valores inferiores a, respectivamente, 2 kg/m<sup>3</sup> (cobre) e 1 kg/m<sup>3</sup> (boro).

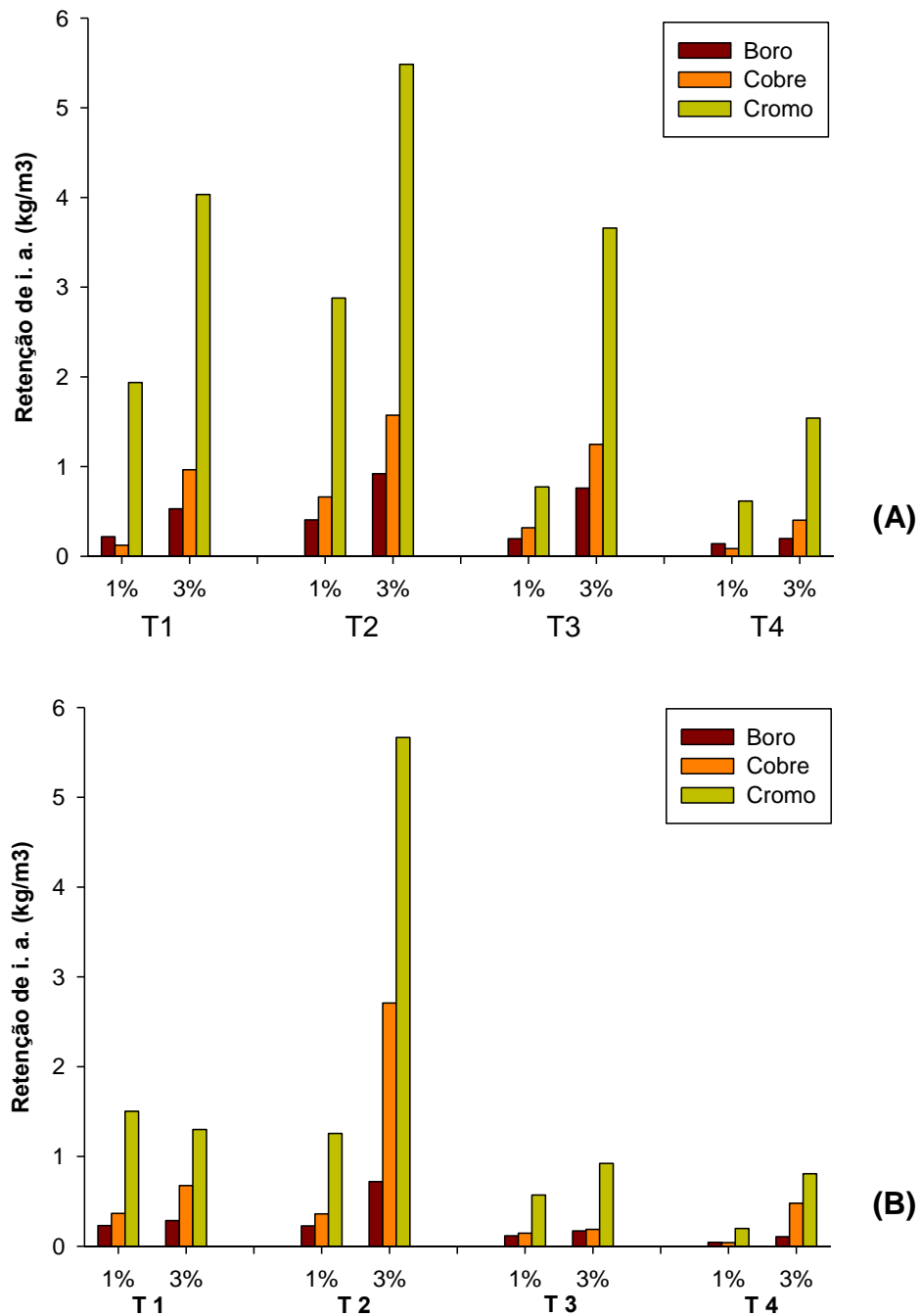


Figura 14. Retenção de ingredientes ativos (kg/m<sup>3</sup>) em cada espécie, concentração (%) e tratamento: (A) *B. vulgaris*, (B) *D. giganteus*, (T1) transpiração diafragma íntegro, (T2) transpiração diafragma rompido, (T3) imersão prolongada, (T4) Boucherie modificado.

Nas duas espécies de bambus e nas duas concentrações adotadas, o tratamento por transpiração por diafragma rompido exibiu os maiores valores mais elevados de retenção para os três elementos químicos analisados.

A estrutura anatômica do bambu pode explicar os baixos valores de retenção observados neste estudo. Como foi discutido anteriormente para penetração no item 4.2.1, o bambu, ao contrário da madeira, não possui elementos anatômicos dispostos na direção radial, sendo os vasos o principal meio de movimentação dos líquidos no interior dos colmos. Segundo Liese (1985), os vasos ocupam apenas 10% da área lenhosa do bambu. Espelho (2007) relacionou alguns fatores tais como posição na touceira, quanto ao nível de exposição à luz solar, época de emergência do broto do solo e aparecimento de “madeira de reação” que poderiam afetar as dimensões dos elementos anatômicos do colmo, afetando, dessa forma, a eficiência do tratamento químico.

Por causa da baixa penetração dos elementos químicos, não foi necessário a utilização de amostras retiradas das três posições estudadas. Assim, apenas as amostras da base (0,5 m de altura) foram utilizadas para análises de retenção e para os ensaios biológicos.

#### **4.3.1. Retenção após o método de transpiração**

O resumo das análises de variância da retenção do produto “MOQ OX 50” nos tratamentos por transpiração (diafragma íntegro e rompido) para cada situação analisada é exibida no Apêndice B, Tabela 1B. Os parâmetros concentração, das soluções preservativas, e tempo de tratamento obtiveram resultados estatísticos significativos para a espécie *B. vulgaris* tratada pelo método de transpiração com diafragma íntegro. Já nos colmos tratados por transpiração com diafragma rompido houve significância estatística entre as médias, dos parâmetros, concentração e tempo em cada espécie, e interação significativa entre concentração x tempo de tratamento para o *D. giganteus*.

Observa-se, na Tabela 16, que para a espécie *B. vulgaris* a concentração de 3% de i.a. e o tempo de 15 dias exibiram maiores valores médios mais elevados de retenção. Essas comparações foram realizadas com as médias dos parâmetros de retenção do produto preservativo “MOQ OX 50”

do tratamento de transpiração (diafragma íntegro), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 16. Retenções médias (kg i.a./m<sup>3</sup>) para concentração e tempo nas peças para a espécie *B. vulgaris*

Transpiração (Diafragma Íntegro)	
<i>Bambusa vulgaris</i>	
Concentração (%)	Retenção (kg i.a./m <sup>3</sup> )
1	2,46 b
3	5,52 a
Tempo (Dias)	Retenção (kg i.a./m <sup>3</sup> )
5	3,21 b
10	2,60 b
15	6,16 a

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

Na Tabela 17, têm-se as comparações de retenção em colmos tratados por transpiração (diafragma rompido). Nos colmos da espécie *D. giganteus* tratados em solução com 3% de i.a. e tempo de 15 dias foi verificado que os valores de retenção foram mais elevados estatisticamente. Resultados semelhantes foram observados para o *B. vulgaris*, em que a concentração de 3% e os tempos de 10 e 15 dias permitiram obter os valores mais elevados de retenção.

Tabela 17. Retenções médias (kg i.a./m<sup>3</sup>) para concentração e tempo nas peças para as espécies *D.giganteus* e *B. vulgaris*

Método de Transpiração (Diafragma Rompido)			
<i>Dendrocalamus giganteus</i>			
Concentração (%)	Tempo (Dias)/Retenções (kg i.a./m <sup>3</sup> )		
	5	10	15
1	1,46 Aa	1,85 Aa	2,19 Ab
3	4,51 Ba	3,31 Ba	19,44 Aa
<i>Bambusa vulgaris</i>			
Concentração (%)	Retenção (kg i.a./m <sup>3</sup> )		
1	3,94 b		
3	7,97 a		
Tempo (Dias)	Retenção (kg i.a./m <sup>3</sup> )		
5	3,87 b		
10	7,25 a		
15	6,75 a		

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

Com o rompimento do diafragma dos colmos de cada espécie houve aumento na retenção dos ingredientes ativos. Como já foi afirmado anteriormente, os diafragmas nos colmos obstruem a movimentação da solução.

Farias Sobrinho et al. (2005) utilizaram o método de transpiração no tratamento de madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) e também não obtiveram retenção adequada nas mesmas concentrações de 1 e 3% de i.a. de CCB. No entanto Paes et al. (2007) utilizaram o mesmo método para o tratamento de leucena (*Leucena leucocephala*) com 2% de i.a. e encontraram valores de retenção superiores daquele do recomendado pela NBR 9480 (2009).

#### **4.3.2. Retenção após o método de imersão prolongada**

Analisando estatisticamente os dados de retenção pelo método de imersão (Apêndice B, Tabela 2B) observa-se que houve significância entre as médias dos tempos estudados para a espécie *D. giganteus*, bem como para a interação entre concentração x tempo. O *B. vulgaris* submetido ao tratamento citado obteve resultados estatísticos significantes para as três fatores de variação: concentração, tempo e entre a interação concentração x tempo.

Foram analisadas e comparadas as médias dos parâmetros para retenção do produto preservativo “MOQ OX 50” do tratamento imersão prolongada que foram significativos (Apêndice B, Tabela 2B), Tabela 18. Em ambas as espécies a concentração de 3% de i.a. exibiu maior retenção do preservativo. No *D.giganteus* a única diferença estatística que ocorreu entre as concentrações foi no tempo de 15 dias; já no *B. vulgaris*, foi observada tal diferença nos tempos de 10 e 15 dias, ambos maiores em concentração de 3% i.a.

A exemplo do tratamento por transpiração, a maior retenção dos i.a. foi encontrada em colmos tratados por um período de 15 dias e na concentração de 3%.

Tabela 18. Retenções médias (kg i.a./m<sup>3</sup>) para concentração e tempo nas peças para a espécie *B. vulgaris*

Imersão Prolongada			
<i>Dendrocalamus giganteus</i>			
Concentração (%)	Tempo (Dias)/Retenções (kg i.a./m <sup>3</sup> )		
	5	10	15
1	0,61 Aa	1,43 Aa	0,45 Ab
3	1,48 Aa	0,63 Aa	1,72 Aa
<i>Bambusa vulgaris</i>			
Concentração (%)	Tempo (Dias)/Retenções (kg i.a./m <sup>3</sup> )		
	5	10	15
1	0,68 Aa	0,98 Ab	2,19 Ab
3	1,93 Ba	4,27 Ba	10,80 Aa

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

A espécie de bambu *Bambusa blumeana* foi tratada com ácido bórico em quatro concentrações por imersão prolongada, na análise de retenção foram encontrados um quantidade de 2,15, 3,58, 5,19 e 11,03 kg/m<sup>3</sup> utilizando 1, 2, 4 e 8% de ácido bórico, respectivamente (ADRIANUS et al., 2010). Rosa et al. (2009) obtiveram uma retenção de 9,04 kg/m<sup>3</sup> no *B. vulgaris* em concentração de 3% de i.a. de CCB, realizando o tratamento pelo método de difusão, em que os colmos foram imersos em solução por 2 h e, em seguida, envolvidos por lonas durante quatro semanas.

#### 4.3.3. Retenção após o método de Boucherie modificado

As análises estatísticas da retenção de i.a. dos constituintes do preservativo “MOQ OX 50” nas amostras retiradas dos colmos tratados pelo método de Boucherie modificado foram realizadas utilizando o delineamento inteiramente casualizado. Neste caso, a única fonte de variação, em cada espécie, foi a concentração das soluções, pois nesse tratamento não houve divisão por duração de tratamento. O resumo das análises de variância é verificado no Apêndice B, Tabela 3B, em que ocorreu significância das médias na espécie *D. giganteus*.

Na Tabela 19, são exibidas as comparações das médias para retenção do produto preservativo “MOQ OX 50” do tratamento Boucherie modificado que foram significativos. Os colmos tratados em solução com concentração de 3%

de i.a. proporciona a obtenção de retenção média mais elevada no *D. giganteus*.

Tabela 19. Retenções médias (kg i.a./m<sup>3</sup>) para concentração nas peças para a espécie *D. giganteus*

Boucherie Modificado	
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	
Concentração (%)	Retenção (kg i.a./m <sup>3</sup> )
1	0,28 b
3	1,39 a

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

Como foi observado anteriormente, houve pouca penetração dos elementos cobre e boro, e os baixos valores de retenção nos colmos tratados por Boucherie comprovam a pouca eficiência desse método de tratamento, necessitando que as concentrações de ingredientes ativos e o tempo de tratamentos sejam mais elevados.

A retenção de 2,2 kg/m<sup>3</sup> foi observada por Espelho (2007) em concentração de 5%, em base sais em tempo de tratamento de 90 min, no tratamento de *D. giganteus* com idade superior a 5 anos. Pereira (1997) encontrou valores de 5,27 e 6,75 kg/m<sup>3</sup> tratadas em períodos de 4 e 15 horas, respectivamente, em 6%, também na mesma base, ambos empregando o método de Boucherie modificado.

#### 4.4. ENSAIOS COM FUNGOS XILÓFAGOS

A espécie de fungo *Postia placenta* causa deterioração da celulose na madeira, já a espécie de fungo *Polyporus fumosus* consome a hemicelulose e lignina. Com o ataque desses fungos ocorre uma diminuição de suas propriedades mecânicas e perda de peso. Por esses motivos essas duas espécies de fungos foram escolhidos para serem empregados neste trabalho, com intuito de analisar o comportamento do bambu tratado a ação desses fungos.

Na Tabela 20 está à perda de massa (%) das amostras das duas espécies de bambu, causada pela ação do fungo *Postia placenta*, e a respectiva classificação da resistência das amostras a esse ataque de acordo

com a Tabela 2, item 3.6.1. (ASTM, D 2017, 2005). Observa-se que os corpos de prova ofereceram muita resistência (MR) ao ataque do fungo em praticamente todos os tratamentos, inclusive no controle, sendo que apenas cinco médias classificadas como resistentes (R). Os métodos de imersão prolongada e Boucherie modificado obtiveram médias mais elevadas de perda de massa para cada espécie e concentração da solução preservativa. Dentro da espécie *B. vulgaris* as perdas variaram de 2,44 a 14,26%; no *D. giganteus*, as perdas variaram de 2,60 a 12,35%.

Tabela 20. Valores médios de perda de massa e classificação dos bambus quanto à resistência ao ataque do fungo *Postia placenta*

Métodos	Espécies	Tempo (dias)	Perda de Massa (%)	
			Concentração da Solução (%)	
			1	3
Transpiração (Diafragma Integro)	<i>D. giganteus</i>	5	5,50 ± 2,06 (MR)	6,80 ± 2,84 (MR)
		10	7,88 ± 4,00 (MR)	5,38 ± 1,27 (MR)
		15	3,82 ± 0,50 (MR)	3,03 ± 0,70 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	5	10,00 ± 2,11 (MR)	6,00 ± 1,83 (MR)
		10	5,27 ± 2,22 (MR)	6,21 ± 3,00 (MR)
		15	4,58 ± 1,69 (MR)	2,44 ± 0,04 (MR)
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	6,50 ± 3,40 (MR)	7,45 ± 0,95 (MR)
		10	5,90 ± 0,89 (MR)	3,01 ± 0,67 (MR)
		15	6,63 ± 2,84 (MR)	2,60 ± 1,00 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	5	8,25 ± 0,70 (MR)	6,35 ± 1,13 (MR)
		10	4,50 ± 0,27 (MR)	3,08 ± 0,60 (MR)
		15	3,22 ± 0,51 (MR)	4,95 ± 0,97 (MR)
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	5,05 ± 1,29 (MR)	6,90 ± 1,08 (MR)
		10	6,50 ± 0,37 (MR)	8,50 ± 6,82 (MR)
		15	6,18 ± 1,47 (MR)	11,73 ± 10,60 (R)
	<i>B. vulgaris</i>	5	10,34 ± 0,41 (R)	9,01 ± 3,62 (MR)
		10	9,00 ± 1,48 (MR)	8,80 ± 1,06 (MR)
		15	6,31 ± 1,28 (MR)	3,10 ± 0,22 (MR)
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	---	12,35 ± 1,52 (R)	6,42 ± 3,55 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	---	4,82 ± 0,40 (MR)	14,26 ± 4,45 (R)
Controle	<i>D. giganteus</i>	---	10,83 ± 2,24 (R)	
	<i>B. vulgaris</i>	---	8,33 ± 0,93 (MR)	

MR – Muito Resistente; R – Resistente.

Nas Figuras 15A e 15B, são ilustradas as comparações das médias de perdas de massa após o ataque do *P. placenta* entre os métodos de tratamento para o *B. vulgaris* e *D. giganteus*, respectivamente. Observa-se que tanto para

a concentração de 1% como para de 3% de i.a. as amostras tratadas por transpiração com o diafragma rompido exibiram menor perda de massa.

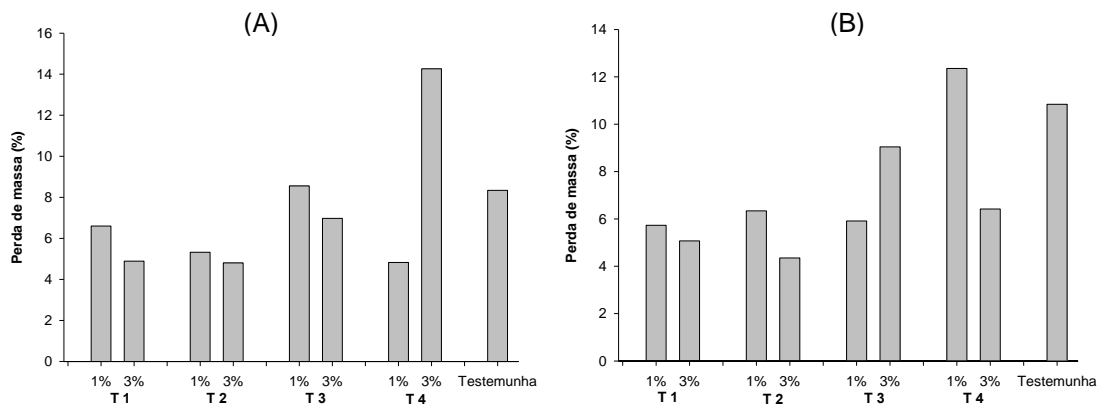


Figura 15. Perda de massa (%) no ataque de *P. placenta* em cada espécie, concentração (%) e tratamento: (A) *B. vulgaris*, (B) *D. giganteus*, (T1) transpiração diafragma íntegro, (T2) transpiração diafragma rompido, (T3) imersão prolongada, (T4) Boucherie modificado.

Na Tabela 21, constam as médias de perdas de massa (%) das amostras submetidas ao ensaio com o fungo *Polyporus fumosus* e a classificação da resistência dos bambus ao ataque desse fungo de acordo com a ASTM, D 2017, (2005). Como apresentado na Tabela 20, a maioria das médias de perdas de massa indicam que foram classificadas como muito resistentes, à ação do fungo. As duas espécies tratadas pelo método de Boucherie modificado e o *B. vulgaris*, por meio de imersão prolongada apresentaram perdas de massa mais elevadas. Para esse tipo de fungo foi observado, que para a espécie *B.vulgaris*, que as perdas variaram de 3,00 a 18,80%, e para o *D.giganteus*, as perdas variaram de 2,57 a 10,58%.



Tabela 21. Valores médios de perdas de massa e classificação dos bambus quanto à resistência ao ataque do fungo *Polyporus fumosus*

Métodos	Espécies	Tempo (dias)	Perda de Massa (%)	
			Concentração da Solução (%)	
			1	3
Transpiração (Diafragma Integro)	<i>D. giganteus</i>	5	6,30 ± 4,40 (MR)	4,00 ± 2,42 (MR)
		10	6,70 ± 1,27 (MR)	6,15 ± 1,28 (MR)
		15	3,86 ± 0,15 (MR)	3,48 ± 0,46 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	5	12,57 ± 3,73 (R)	5,18 ± 1,11 (MR)
		10	12,15 ± 4,46 (R)	6,36 ± 0,32 (MR)
		15	8,38 ± 0,81 (MR)	6,10 ± 0,73 (MR)
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	5,16 ± 2,14 (MR)	5,03 ± 1,00 (MR)
		10	4,07 ± 2,35 (MR)	2,91 ± 0,03 (MR)
		15	7,18 ± 3,01 (MR)	2,57 ± 1,41 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	5	5,38 ± 1,03 (MR)	6,42 ± 0,27 (MR)
		10	4,71 ± 0,86 (MR)	3,00 ± 0,11 (MR)
		15	3,30 ± 0,11 (MR)	4,92 ± 1,80 (MR)
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	5,45 ± 0,11 (MR)	6,66 ± 0,48 (MR)
		10	6,14 ± 0,48 (MR)	5,66 ± 0,75 (MR)
		15	7,16 ± 1,83 (MR)	6,66 ± 0,46 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	5	10,02 ± 2,22 (R)	12,47 ± 2,30 (R)
		10	10,10 ± 1,42 (R)	10,00 ± 1,07 (MR)
		15	7,37 ± 1,65 (MR)	3,87 ± 0,58 (MR)
Boucherie modificado	<i>D. giganteus</i>	---	10,58 ± 1,67 (R)	8,15 ± 3,33 (MR)
	<i>B. vulgaris</i>	---	11,07 ± 3,00 (R)	18,80 ± 2,81 (R)
Controle	<i>D. giganteus</i>	---	8,35 ± 0,61 (MR)	
	<i>B. vulgaris</i>	---	11,24 ± 0,06 (R)	

MR – Muito Resistente; R – Resistente.

Nas Figuras 16A e 16B, estão apresentadas as comparações de perdas de massa após o ataque do fungo *P. fumosus* entre os tratamentos aplicados para o *B. vulgaris* e *D. giganteus*, respectivamente.

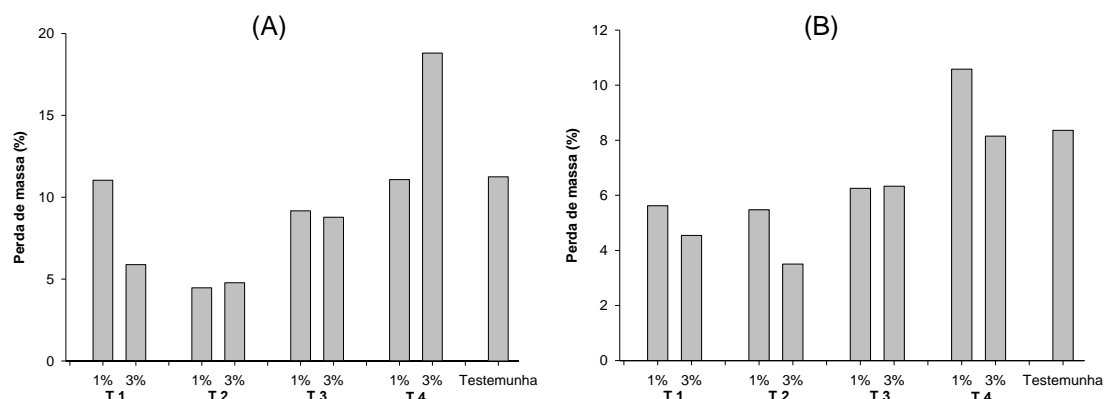


Figura 16. Perda de massa (%) após o ataque de *P. fumosus* em cada espécie, concentração (%) e tratamento: (A) *B. vulgaris*, (B) *D. giganteus*, (T1) transpiração diafragma íntegro, (T2) transpiração diafragma rompido, (T3) imersão prolongada, (T4) Boucherie modificado.

Assim como se verificou na avaliação do fungo *P. placenta* os resultados de perda de massa após o ataque do fungo *P. fumosus* evidenciaram que as amostras tratadas por transpiração com diafragma rompido, para as duas espécies, exibiram menores perdas de massa, podendo atribuir-se essa maior resistência ao ataque do fungo propiciada por este tratamento pela média mais elevada de retenção de i.a.

Suprapti (2009) expôs amostras das espécies *B. vulgaris* e *Dendrocalamus asper*, sem a retirada das camadas externa e interna, à ação dos fungos *Postia placenta* e *Polyporus* sp. para determinar suas resistências naturais, sendo a avaliação realizada em três posições do colmo (base, meio e topo). O trabalho evidenciou que as espécies foram mais resistentes ao ataque do *P. placenta* com perda máxima de 6,1% para o *D. asper* enquanto que a resistência ao *Polyporus* sp. foi menor, com perda máxima de 36,2% para o *B. vulgaris*.

As camadas externa e interna do bambu, que possuem tecidos resistentes e alto teor de sílica, podem ter influenciado a ação dos fungos sobre as amostras, pois conteve o avanço das hifas fungicas no interior do material lenhoso do bambu.

#### **4.4.1. Ensaio com fungos após o método de transpiração**

Os dados de perda de massa das amostras submetidas ao método de preservação por transpiração foram analisados estatisticamente (Apêndice C, Tabela 1C). Nota-se que dentro do tratamento por transpiração com o diafragma íntegro os parâmetros fungos e concentrações mostraram efeitos significativos apenas na espécie *Bambusa vulgaris*. No entanto, o parâmetro tempo de tratamento influenciou estatisticamente para as duas espécies. Os corpos de prova retirados de colmos tratados com o diafragma rompido exibiram variação nos parâmetros concentração (*D. giganteus*), tempo e concentração x tempo (*B. vulgaris*).

A partir das análises descritas, as médias de cada parâmetro foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Na Tabela 22, estão as comparações das perdas de massa entre os tempos em cada espécie no tratamento por transpiração (diafragma íntegro), observando-se que nos

tempos de 5 e 10 dias ocorreram as perdas mais elevadas, para as duas espécies. A mesma tabela expõe que o fungo *Polyporus fumosus* e a concentração de 1% de i.a. exibiram os valores mais elevados de perdas de massa.

Tabela 22. Perdas de massa média para fungos, concentração e tempo nas peças para as espécies *D.giganteus* e *B. vulgaris*

Transpiração (Diafragma Íntegro)			
Tempo tratamento (Dias)	Perda de Massa (%)		
	<i>D.giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>	
5	0,23 ab	0,29 a	
10	0,26 a	0,27 ab	
15	0,19 b	0,23 b	

<i>B. vulgaris</i>			
Fungos	Perda de Massa (%)	Concentração (%)	Perda de Massa (%)
<i>Postia placenta</i>	0,24 b	1	0,29 a
<i>P.fumosus</i>	0,29 a	3	0,23 b

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

Analisando as amostras tratadas pelo método de transpiração com diafragma rompido, nota-se, na Tabela 23, que o parâmetro concentração da solução para o *D. giganteus* comportou-se de forma semelhante ao da Tabela 22, ou seja, as amostras submetidas ao tratamento com 3% de i.a. proporcionaram, em média, menor perda de massa, aproximadamente 21% menor.

Tabela 23. Perda de massa média para concentração e tempo nas peças para as espécies *D.giganteus* e *B. vulgaris*

Transpiração (Diafragma Rompido)			
<i>Dendrocalamus giganteus</i>			
Concentração (%)	Perda de Massa (%)		
1	0,24 a		
3	0,19 b		

<i>Bambusa vulgaris</i>			
Concentração (%)	Tempo tratamento (Dias) / Perda de Massa (%)		
	5	10	15
1	0,26 Aa	0,21 Ba	0,18 Bb
3	0,25 Aa	0,17 Bb	0,22 Aa

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

As comparações das médias do *B. vulgaris*, expostas na mesma tabela, evidenciam que para a concentração de 1% de i.a. o tempo de 5 dias forneceu maior valor de perda de massa, porém em 3% o tempo 5 e 15 dias exibiram resultados estatisticamente semelhantes. E, analisando o tempo de 15 dias, a média de perda de massa foi maior em 3% de i.a.

#### 4.4.2. Ensaio com fungos após o método de imersão prolongada

No resumo das análises de variância das perdas de massa das amostras retiradas dos colmos tratados por imersão prolongada (Apêndice C, Tabela 2C), foi verificado que não houve efeitos significativos na espécie *D. giganteus* e na *B. vulgaris*, sendo que a diferença estatística ocorreu apenas nos parâmetros tempo e entre concentração x tempo.

Os parâmetros significativos (Apêndice C, Tabela 2C) foram analisados, detalhadamente na Tabela 24. Houve nas duas concentrações nos tempos de 5 e 10 dias, semelhança estatística entre as médias de perdas de massa, no tempo de 15 dias, tendo os bambus tratados com solução de 1% de i.a. sofrido as perdas de massa mais elevadas.

Tabela 24. Perda de massa médias para concentração e tempo nas peças, para a espécie *B. vulgaris*

Imersão Prolongada			
<i>Bambusa vulgaris</i>			
Concentração (%)	Tempo Tratamento (Dias) / Perda de Massa (%)		
	5	10	15
1	0,32 Aa	0,31 ABa	0,26 Ba
3	0,33 Aa	0,31 Aa	0,19 Bb

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

#### 4.4.3. Ensaio com fungos após o método Boucherie modificado

No Apêndice C, na Tabela 3C está o resumo das análises de variância do percentual de perda de massa das amostras tratadas por Boucherie modificado e expostas ao ensaio de resistência aos fungos xilófagos. As médias dentro dos parâmetros fungos e concentração exibiram significância para os bambus da espécie *B. vulgaris*. As comparações, pelo teste de Tukey a 5% de significância estatística, entre as médias dos parâmetros (Apêndice C,

Tabela 3C) podem ser observadas na Tabela 25. Os valores, de massa perdida do *B. vulgaris* para a concentração com 3% de i.a. e para o fungo *Polyporus fumosus*, foram mais acentuados.

Tabela 25. Perda de massa média para a espécie *B. vulgaris* para os tipos fungos e as concentrações nas peças

Boucherie modificado	
<i>Bambusa vulgaris</i>	
Fungos	Perda de Massa (%)
<i>Postia placenta</i>	0,30 b
<i>Polyporus fumosus</i>	0,40 a
Concentração (%)	Perda de Massa (%)
1	0,28 b
3	0,42 a

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

De modo geral, para os quatro tratamentos empregados os melhores resultados de resistência ao ataque dos fungos foram observados em amostras tratadas em tempo de 15 dias e na concentração de 3% de i.a.

#### 4.5. ENSAIOS COM CUPINS SUBTERRÂNEOS

Na Tabela 26, consta o tempo decorrido para que houvesse a mortalidade dos cupins subterrâneos da espécie *Nasutitermes* sp. no ensaio estudado. Verificou-se que houve 100% de mortalidade em quase todos os tratamentos nas duas espécies, com exceção do tratamento por imersão prolongada com concentração de 1% de i.a. e nos tempo de 5 e 15 dias para o *Bambusa vulgaris*.

Com relação ao número de dias necessários para ocorrer a morte dos cupins, observou-se que, de modo geral, houve pouca diferença de tempo decorrido para mortalidade total nos frascos entre as espécies de bambu, tendo as amostras do *B. vulgaris* sofrido o ataque dos insetos por um período um pouco mais elevado de tempo. Os frascos com as amostras tratadas por transpiração com 3% de i.a e o diafragma rompido foram os primeiros com ocorrência de morte total dos cupins. O tempo mais elevado decorrido para ocorrer a morte total desses insetos foi observado para os frascos com amostras tratadas por imersão prolongada com 1% i.a.

Tabela 26. Valores médios da mortalidade e do tempo necessário para ocorrer a morte dos cupins subterrâneos

Métodos	CCB (%)	Tempo de Tratamento (Dias)	<i>Bambusa vulgaris</i>		<i>Dendrocalamus giganteus</i>	
			Mortalidade (%)	Tempo (Dias)	Mortalidade (%)	Tempo (Dias)
Transpiração (Diafragma íntegro)	1	5	100	20,5	100	15
		10	100	17	100	19
		15	100	15,5	100	12,5
	3	5	100	17	100	17
		10	100	13	100	12,5
		15	100	12,5	100	12,5
Transpiração (Diafragma Rompido)	1	5	100	17	100	13,5
		10	100	14,5	100	13
		15	100	15	100	15
	3	5	100	13	100	13,5
		10	100	12	100	12,5
		15	100	12,5	100	12
Imersão Prolongada	1	5	66,5	22,5	100	18,5
		10	100	17,5	100	17,5
		15	67,5	22,5	100	16
	3	5	100	15	100	17
		10	100	13	100	13
		15	100	12	100	12,5
Boucherie Modificado	1	---	100	20	100	16,5
	3	---	100	19	100	15
Controle	---	---	68	28	94,5	26

Ao analisar os dados da Tabela 27, nota-se que as médias de perdas de massa (%) para a espécie *B. vulgaris*, com o tratamento de imersão prolongada com concentração de 1% de i.a. foram as mais elevadas dentre os tratamentos. A perda de massa menos significativa foi observada nas médias do *D. giganteus* tratado pelo método de transpiração com diafragma rompido, com 3% de i.a. Entre as espécies, de forma geral, a perda de massa foi mais expressiva no *B. vulgaris*. Considerando todos os métodos e as espécies analisadas pode-se afirmar que a perda de massa (%) nas amostras tratadas, causada pelo térmita, foi baixa.

Tabela 27. Valores médios das perdas de massa após o ensaio de resistência a cupins subterrâneos

Métodos	Espécies	Tempo tratamento (dias)	Perda de Massa (%)	
			Concentração da Solução (%)	
			1	3
Transpiração (Diafragma Integro)	<i>D. giganteus</i>	5	5,71 ± 0,84	4,42 ± 1,47
		10	10,53 ± 5,08	5,99 ± 1,82
		15	5,25 ± 0,75	3,31 ± 0,75
	<i>B. vulgaris</i>	5	9,02 ± 0,78	6,15 ± 0,003
		10	5,61 ± 0,56	4,57 ± 0,03
		15	4,60 ± 0,20	4,61 ± 0,15
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	4,42 ± 1,32	5,74 ± 0,01
		10	5,99 ± 1,16	2,93 ± 0,72
		15	3,31 ± 1,43	3,51 ± 2,18
	<i>B. vulgaris</i>	5	5,32 ± 0,10	5,48 ± 0,50
		10	3,88 ± 0,45	4,09 ± 1,16
		15	3,81 ± 0,18	3,19 ± 0,93
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	8,73 ± 0,71	7,99 ± 0,53
		10	7,73 ± 0,74	6,16 ± 0,36
		15	6,93 ± 1,56	7,47 ± 4,47
	<i>B. vulgaris</i>	5	13,07 ± 1,70	7,44 ± 1,34
		10	8,83 ± 0,32	8,67 ± 1,82
		15	10,91 ± 3,40	4,17 ± 0,83
Boucherie modificado	<i>D. giganteus</i>	---	10,11 ± 1,52	8,40 ± 4,06
	<i>B. vulgaris</i>	---	7,02 ± 0,27	13,02 ± 2,30
Controle	<i>D. giganteus</i>	---	10,09 ± 0,55	
	<i>B. vulgaris</i>	---	11,28 ± 2,48	

Dentro da espécie *B.vulgaris* as perdas variaram de 3,19 a 13,07%, e no *D.giganteus* as perdas variaram de 2,93 a 10,53%. Nas Figuras 17A e 17B, constam as comparações das perdas de massa após o ataque de cupins dentre os tratamentos aplicados ao no *B. vulgaris* e ao *D. giganteus*, respectivamente. Observa-se que para as concentrações de 1 e 3% de i.a. em ambas as espécies, as amostras tratadas por transpiração com o diafragma rompido exibiram menor perda de massa.

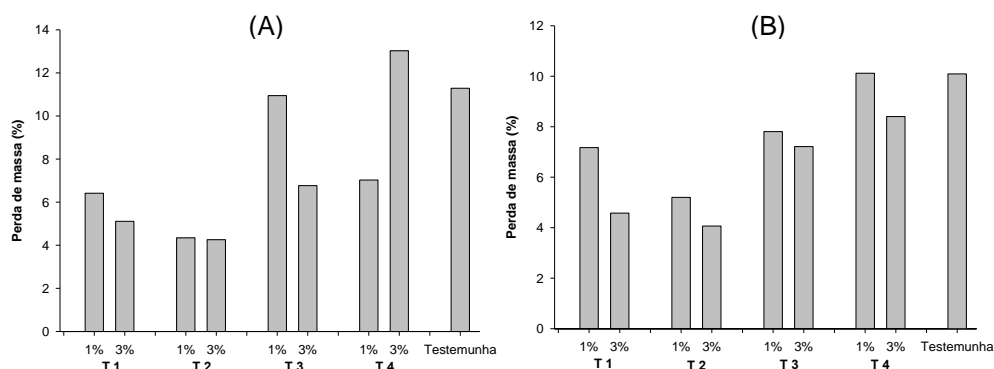


Figura 17. Perda de massa (%) no ataque de cupins em cada espécie, concentração (%) e tratamento: (A) *B. vulgaris*, (B) *D. giganteus*, (T1) transpiração diafragma íntegro, (T2) transpiração diafragma rompido, (T3) imersão prolongada, (T4) Boucherie modificado.

As amostras que não foram tratadas quimicamente (controle) também foram pouco atacadas. Haojie et al. (1998) alegaram que a incidência e extensão dos danos causados pelos cupins, em geral, são insignificantes, por causa principalmente da composição química das camadas do bambu. As camadas externa e interna do bambu são ricas em sílica e compostos minerais, respectivamente, esses materiais prejudicam o ataque de cupins, pois afetam as suas mandíbulas, estrutura utilizada pelo inseto para escarificar o material. Outro fator importante é o modo pelo qual os cupins iniciam seu ataque que ocorre de fora para dentro na madeira, e assim uma camada com alto teor de sílica e cinzas dificulta o ataque. Dessa forma a resistência natural do bambu ao ataque de cupins pode ter influenciado nas perdas de massa das amostras tratadas.

#### 4.5.1. Ensaio com cupins após o método de transpiração

Com base nos valores de perdas de massa para cada situação estudada foram realizadas as análises estatísticas. No Apêndice D, Tabela 1D, está o resumo das análises de variância para o método de transpiração. Nota-se que houve diferença significativa para os parâmetros concentração, tempo e na interação entre concentração x tempo no *B. vulgaris* tratado pelo método de transpiração com diafragma íntegro. Na mesma espécie, submetida ao tratamento por transpiração com diafragma rompido, também foi observado variância significativa no parâmetro tempo. No entanto, não ocorreu efeito



significativo para a espécie *D.giganteus* em ambas as situações dos tratamentos por transpiração.

Os parâmetros que obtiveram significância nos tratamentos por transpiração (diafragma íntegro e rompido) (Apêndice D, Tabela 1D) foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância; as comparações entre as médias são observadas na Tabela 28. Nota-se que entre os tempos de tratamento, no período de 5 dias ocorreu as maiores perdas de massa para ambas as concentrações. As amostras tratadas em solução com 1% de i.a. exibiram maiores valores de perda de massa mais elevados para os tempos de 5 e 10 dias (diafragma íntegro). No tratamento com diafragma rompido, os corpos de prova que foram tratados em período de 5 e 10 dias sofreram maior ataque dos cupins tendo causado, conseqüentemente, perdas de massa mais elevadas após o ensaio.

Tabela 28. Perdas de massa média para concentração e tempo nas peças da espécie *B. vulgaris*

Transpiração (Diafragma Íntegro)			
Concentração (i.a.)	Tempo (Dias) / Perda de Massa (%)		
	5	10	15
1%	0,30 Aa	0,24 Ba	0,22 Ba
3%	0,25 Ab	0,22 Bb	0,22 Ba
Transpiração (Diafragma Rompido)			
Tempo (dias)	Perda de Massa (%)		
5	0,24 a		
10	0,20 ab		
15	0,19 b		

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

De acordo com os dados estatísticos, para uma maior resistência do bambu ao ataque de cupins devem-se utilizar para o tratamento maiores períodos de tempo e concentrações, de 15 dias e de 3%, respectivamente. Utilizando o mesmo tratamento e o mesmo ensaio com cupins, Paes et al., (2008) também encontraram baixa perda de massa avaliando a resistência de amostras de algaroba (*Prosopis juliflora*) tratadas com CCB ao cupins, sendo que os valores variaram entre 3,43 a 10,66%.

#### 4.5.2. Ensaio com cupins após o método de imersão prolongada

Os colmos tratados pelo método de imersão prolongada exibiram variância significativa somente para o parâmetro concentração para a espécie *B. vulgaris*. O resumo das análises de variância das perdas de massa (%) das amostras submetidas ao referido tratamento está no Apêndice D, Tabela 2D. A partir das análises exibidas, as médias do parâmetro significativo (concentração) foram comparadas. Na Tabela 29, observam-se as comparações entre as duas concentrações de ingredientes ativos, em que as amostras com 1% de i.a. exibiram perda de massa mais elevada. A exemplo do método de transpiração, a maior concentração conferiu maior resistência do bambu ao ataque de cupins.

Tabela 29. Perdas de massa médias para concentração (i.a.) nos colmos da espécie *B. vulgaris* no tratamento analisado

Imersão Prolongada	
<i>Bambusa vulgaris</i>	
Concentração (%)	Perda de Massa (%)
1	0,34 a
3	0,26 b

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

#### 4.5.3. Ensaio com cupins após o método de Boucherie modificado

Ao empregar o delineamento inteiramente casualizado, os corpos de prova retirados dos colmos submetidos ao método de Boucherie modificado foram analisados estatisticamente, e o resumo está no Apêndice D, Tabela 3D. Nota-se que não houve efeito estatístico entre a concentração nas duas espécies estudadas. Os valores de perdas de massa das amostras tratadas por esse processo foram os mais elevados em comparação aos demais valores e homogêneos entre si. Porém, mesmo com a baixa retenção de CCB propiciada pela aplicação do método de Boucherie modificado, a resistência das amostras ao ataque de cupins foi elevada.

#### 4.5.4. Análises do desgaste provocado pelos cupins

Na Tabela 30, estão as médias das notas obtidas considerando-se, os tempos, concentrações e métodos de tratamento. Basicamente não houve grande diferença de notas entre os tratamentos e as espécies, todas as amostras ofereceram boa resistência ao ataque dos térmitas, sendo que a ação foi classificada como sendo superficial e moderada, havendo penetrações.

Foi observado que o ataque nas amostras de bambu não ocorreu nas camadas impermeáveis (interna e externa), e a ação dos cupins ocorreu apenas nas partes laterais dos corpos de prova.

Tabela 30. Valores médios das notas atribuídas ao desgaste provocado pelos cupins aos corpos de prova para cada situação e espécies estudadas

Métodos	Concentração de CCB (%)	Tempo (Dias)	Desgaste provocado pelos cupins (nota)	
			<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Dendrocalamus giganteus</i>
Transpiração (Diafragma íntegro)	1	5	7,80 ± 0,00	8,70 ± 0,70
		10	8,70 ± 0,70	8,10 ± 1,55
		15	8,70 ± 0,70	8,50 ± 0,42
	3	5	9,10 ± 0,14	8,80 ± 0,28
		10	9,70 ± 0,14	9,10 ± 0,14
		15	9,60 ± 0,28	9,10 ± 0,14
Transpiração (Diafragma Rompido)	1	5	9,50 ± 0,14	9,30 ± 0,14
		10	9,30 ± 0,70	9,40 ± 0,28
		15	9,60 ± 0,57	9,30 ± 0,14
	3	5	9,50 ± 0,14	8,90 ± 0,14
		10	9,70 ± 0,14	9,80 ± 0,28
		15	9,90 ± 0,14	9,60 ± 0,28
Imersão Prolongada	1	5	7,40 ± 0,00	8,40 ± 0,00
		10	8,20 ± 0,57	8,00 ± 0,57
		15	7,40 ± 0,57	9,30 ± 0,14
	3	5	9,70 ± 0,14	9,00 ± 0,57
		10	9,00 ± 0,28	9,90 ± 0,14
		15	9,80 ± 0,28	9,20 ± 0,57
Boucherie Modificado	1	---	8,80 ± 0,57	8,30 ± 0,14
	3	---	8,40 ± 0,28	8,70 ± 0,70
Controle	---	---	7,40 ± 0,00	7,60 ± 0,85

A partir dessa classificação foram realizadas as análises de variância do desgaste (notas). No Apêndice D, Tabela 4D, apresenta-se o resumo da

análise para os colmos submetidos ao método de transpiração para cada situação. Houve diferença estatística, a 1% de probabilidade, para o parâmetro concentração na espécie *B. vulgaris* tratada por transpiração com o diafragma íntegro. Outro parâmetro que exibiu efeito significativo, foi o tempo de tratamento para o *D. giganteus*, no método de transpiração com diafragma rompido.

As médias dos parâmetros para a classificação do ataque dos cupins nos corpos de prova tratados por transpiração e que foram significativos (Apêndice D, Tabela 4D) foram analisadas e comparadas (Tabela 31). Na espécie *B. vulgaris*, método de transpiração diafragma íntegro, o maior desgaste foi observado para a concentração de 3% de i.a. Para o método de transpiração com diafragma rompido, o *D. giganteus* exibiu, nos tempos de 10 e 15 dias, as notas de ataque mais elevadas, ou seja, mostrou-se mais resistente à ação dessa espécie de cupim.

Tabela 31. Desgaste médio provocado pelos cupins nas concentrações e tempos de tratamentos testados por transpiração para as espécies *D. giganteus* e *B. vulgaris*

Transpiração (Diafragma Íntegro)	
<i>Bambusa vulgaris</i>	
Concentração (%)	Desgaste (Notas)
1	8,40 b
3	9,46 a
Transpiração (Diafragma Rompido)	
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	
Tempo Tratamento (Dias)	Desgaste (Notas)
5	9,10 b
10	9,60 a
15	9,45 ab

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

Com base no resumo das análises de variância das espécies tratadas por imersão prolongada (Apêndice D, Tabela 5D) foram realizadas comparações dos parâmetros significativos. Nota-se que para o *D. giganteus* houve efeito significativo na concentração e entre concentração x tempo. O *B. vulgaris* exibiu significância nos três parâmetros, concentração, tempo e na interação entre esses dois parâmetros.

Os parâmetros significativos (Apêndice D, Tabela 5D) foram analisados, detalhadamente, e suas médias comparadas na Tabela 32. Entre

as concentrações das amostras do *D. giganteus* somente houve diferença no tempo de 10 dias; já nos corpos de prova do *B. vulgaris* a variação ocorreu entre as concentrações nos tempos de 5 e 15 dias tendo as amostras tratadas com a solução com 3% de i.a. sofrido maior desgaste.

Tabela 32. Desgaste médio provocado pelos cupins nas concentrações e tempos de tratamentos testados por imersão prolongada para as duas espécies

Imersão Prolongada			
<i>Dendrocalamus giganteus</i>			
Concentração (%)	Tempo Tratamento (Dias) / Desgaste		
	5	10	15
1	8,40 Aba	8,00 Bb	9,30 Aa
3	9,00 Aa	9,90 Aa	9,20 Aa
<i>Bambusa vulgaris</i>			
Concentração (%)	Tempo Tratamento (Dias) / Desgaste		
	5	10	15
1	7,40 Ab	8,20 Aa	7,40 Ab
3	9,70 Aa	9,00 Aa	9,80 Aa

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

A análise estatística das notas atribuídas à ação dos térmitas subterrâneos sobre as amostras tratadas pelo método de Boucherie modificado evidenciou que não houve significância entre as concentrações para as duas espécies de bambus. O resumo dessa estatística e está no Apêndice D, Tabela 6D.

Foi observado que nas amostras submetidas ao tempo de 15 dias e à concentração de 3% de i.a. as notas foram mais elevadas, caracterizando resistência dos bambus ao ataque de cupins. Essa avaliação do desgaste mostra-se de acordo com as perdas de massa verificadas nos itens 4.5.1 e 4.5.2.

#### 4.6. ENSAIO COM COLEÓPTEROS

Na Tabela 33, foi observada baixa média de perda de massa em quase todas as amostras de bambu tratado (valores inferiores a 1% de perda). Apenas cinco médias obtiveram valores de perdas de massa superiores 1%. Nota-se que as perdas mais expressivas foram de 9,12% nas amostras do

controle, para a espécie *B. vulgaris* e de 19,41% em imersão prolongada, com 15 dias de tratamento na concentração de 1% de i.a. para a espécie *D. giganteus*.

Tabela 33. Valores médios da perda de massa obtidos no ensaio de resistência a coleópteros

Métodos	Espécies	Tempo (dias)	Perda de Massa (%)	
			Concentração da Solução (%)	
			1	3
Transpiração (Diafragma íntegro)	<i>D. giganteus</i>	5	0,49 ± 0,06	0,52 ± 0,10
		10	0,73 ± 0,35	0,45 ± 0,03
		15	0,49 ± 0,23	0,35 ± 0,11
	<i>B. vulgaris</i>	5	0,50 ± 0,21	0,28 ± 0,06
		10	0,44 ± 0,29	0,34 ± 0,11
		15	0,43 ± 0,00	0,44 ± 0,03
Transpiração (Diafragma Rompido)	<i>D. giganteus</i>	5	0,33 ± 0,19	0,30 ± 0,02
		10	0,40 ± 0,11	0,25 ± 0,04
		15	0,73 ± 0,08	0,25 ± 0,11
	<i>B. vulgaris</i>	5	0,30 ± 0,06	0,35 ± 0,13
		10	0,61 ± 0,43	0,50 ± 0,15
		15	0,52 ± 0,14	0,28 ± 0,10
Imersão Prolongada	<i>D. giganteus</i>	5	0,72 ± 8,78	0,98 ± 0,34
		10	0,72 ± 0,11	0,42 ± 0,20
		15	19,41 ± 26,21	0,76 ± 0,80
	<i>B. vulgaris</i>	5	0,63 ± 0,19	1,09 ± 1,04
		10	1,29 ± 0,52	0,90 ± 0,06
		15	0,74 ± 0,18	0,43 ± 0,02
Boucherie Modificado	<i>D. giganteus</i>	---	0,50 ± 0,33	0,86 ± 0,13
	<i>B. vulgaris</i>	---	0,69 ± 0,30	1,45 ± 1,15
Controle	<i>D. giganteus</i>	---	0,60 ± 0,08	
	<i>B. vulgaris</i>	---	9,12 ± 11,9	

O ensaio com coleópteros foi realizado durante os meses de maio a outubro, coincidindo com a época mais fria do ano. Esse fato pode ter influenciado no desempenho do ataque do coleóptero (*Dinoderus minutus*). Salgado e Azzini (1994) afirmaram que nesses meses a atividade dos insetos é menos intensa do que nos meses mais quentes por causa da hibernação dos insetos. Porém, no mesmo período, Sarlo (2000) encontrou maior incidência do ataque de *D. minutus* em bambus da espécie *D. giganteus*.

Devido à baixa perda de massa não houve diferença estatística entre os fatores analisados em todos os métodos de tratamento em cada espécie. Os resumos das análises estão no Apêndice F.

Apenas em 29% das amostras submetidas ao ensaio com coleópteros foi observada a presença de orifícios causados pelo *D. minutus*. Porém, a quantidade de orifícios em cada amostra foi baixa, geralmente de 1 a 3, e apenas duas amostras exibiram quantidade superior a esses valores com 11 e 37 orifícios.

## 5. CONCLUSÕES

O diâmetro e a espessura da parede dos colmos, dentro de cada espécie de bambu utilizado em cada tratamento, foram similares, tendo o *Dendrocalamus giganteus*, de modo geral, valores médios mais elevados do que o *Bambusa vulgaris*.

Os bambus utilizados exibiram, em geral, elevada umidade. A densidade básica exibiu resultados semelhantes entre as duas espécies. As médias de retratibilidade volumétrica das amostras do *D. giganteus* foram superiores em comparação ao *B. vulgaris*.

Foi verificado que o valor da penetração dos i.a. do CCB nos colmos das duas espécies de bambu foi baixa sendo caracterizado entre penetração vascular e penetração parcial irregular. Entre as três regiões analisadas foram verificadas que houve maior penetração dos i.a. do CCB nos colmos na posição da base (0,5 m de altura).

A combinação de 15 dias de tratamento com 3% de ingredientes ativos (i.a.) de CCB proporcionou melhor média de penetração da solução para todos os métodos.

As retenções dos i.a. do CCB obtidas em todos os métodos foram abaixo do recomendado pelas normas brasileiras de tratamento de madeira. Foi observado nas duas espécies, que as amostras tratadas com tempo de 15 dias e concentração de 3% de i.a. obtiveram valores mais elevados de retenção.

O tratamento por transpiração com diafragma rompido foi o método que obteve os melhores valores de penetração e retenção, evidenciando que o rompimento dos diafragmas melhorou o deslocamento da solução ao longo do colmo.

De modo geral, nas duas espécies de bambu foi observada alta resistência ao ataque dos fungos xilófagos (*Postia placenta* e *Polyporus fumosus*) e cupins subterrâneos (*Nasutitermes* sp.) após os tratamentos preservativos. Contudo, as amostras que não receberam tratamento químico também foram resistentes aos ensaios biológicos, indicando que a constituição química, principalmente a presença de sílica, dos colmos pode ter influenciado



no ensaio. Os colmos tratados com concentração de i.a. mais elevada e por maior período de tempo se mostraram mais resistentes.

Apesar de a retenção de CCB ser considerada baixa neste trabalho, os corpos de prova se mostraram resistentes ao ataque do coleóptero *D. minutus*.

Com base nas análises de penetração e retenção do CCB, bem como dos resultados de perda de massa dos ensaios de resistência ao ataque de fungos, cupim e coleópteros, pode-se concluir que o método de tratamento preservativo dos bambus por transpiração com o diafragma rompido submetido à solução com 3% de i.a. e em tempo de 15 dias foi o mais eficiente dentre todos os tratamentos estudados.

Contudo, é necessário realizar algumas modificações no que diz respeito às metodologias dos tratamentos preservativos para que seja alcançada uma penetração mínima recomendada pelas normas para tratamento de madeiras.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANUS, R.; TAMBUNAN, W.; SUPRIYATIN, L.K.; WATIMENA, C.; SUDRAJAT, H.; YUSUF, M. Durability assessment of chemically treated *Bambusa blumeana*. **World Journal of Fungal and Plant Biology**, v. 1, n. 2, p. 32 – 36, 2010.

AINA, K. S; AREGHAN, S. E; ADENIYI, I. M. Variability studies on strength and fibre properties of *Bambusa vulgaris* Schrad. for panel products. **Proligno**, Brasov, v. 8, n. 1, p. 3 - 14, 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1413**: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia, 2005a, 7p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-3345**: standard method for laboratory evaluation of the wood and other cellulosic materials for resistance to termite. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia, 2005b, 3p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-2017**: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia, 2005c, 5p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6232**: penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 1973. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9480**: peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. Bambu como matéria-prima para papel. V – estudos sobre o emprego de quatro espécies de *Dendrocalamus*, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, Campinas, v. 30, n. 24, p. 321 – 337, 1971.

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

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; CARVALHO, C.R.L.; LEME, P.R.; FERREIRA, V.L.P. Caracterização bromatológica e mineral dos resíduos de broto de bambu, visando a sua utilização como alimento animal. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 257-261, 1995.

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

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

BARRICHELLO, L.E.G; FOELKEL, C.E.B. Deslignificação alcalina rápida para produção de celulose química de *Bambusa vulgaris* var. *vitatta*. **IPEF**, Piracicaba, n. 11, p. 83 – 90, 1975.

BERNDSSEN, R. S. **Caracterização anatômica, física e mecânica de lâminas de bambu (*Phyllostachys pubescens*)**. 2005. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Mecânica e Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba 2008.

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

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

BERALDO, A.L.; SETTE, L.D.; BINATTI, M.F.; COSTA, R.B.S.; GOMES, R.S. **Occurrence of filamentous fungi on *Dendrocalamus giganteus* in Brazil**. Disponível em: <[http://www.apuama.org/admin/arquivos/pdfs/bamboo\\_fungi.pdf](http://www.apuama.org/admin/arquivos/pdfs/bamboo_fungi.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2012.

BRITO, J.O; SALGADO, A.L.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **IPEF**, n. 36, p. 13-17, ago.1987.

CALEGARI, L.; HASELEIN, C.R.; SCARAVELLI, T.L.; SANTINI, E.J.; STANGERLIN, D.M; GATTO, D.A.; TRAVISAN, R. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 57-63, 2007.

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.

EMBAMBU. **Bambu no Brasil e no mundo**. Disponível em: <[http://www.embambu.com.br/imagens/bambu\\_brasil\\_mundo.pdf](http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2011.

ESPELHO, J. C. C. **Tratamento químico de colmos de bambu pelo método de Boucherie modificado**. 2007. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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.

FERREIRA, G.C.S. **Vigas de concreto armadas com taliscas de bambu *Dendrocalamus giganteus***. 2007. 168f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, 2007.

FERREIRA, L.G.R. **Qualidade do tratamento preservativo do bambu**. 2010. 29f. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

GEORGE, J. Preservative treatment of bamboo, rubber wood and coconut palm. Samples methods for treating building timbers. Part 1. Preservative treatment of bamboo. In: Findlay, W.P.K. **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: M. Nijhoff; Dr. W. Junk, 1985. p. 233 - 247.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: *Moso, Matake, Guadua angustifolia, Guadua tagoara e Dendrocalamus giganteus* para utilização em engenharia**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, Departamento de Engenharia Civil, 2001. 53p. (Publicação RMNC Bambu 01/2001).

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

GHAVAMI, K.; TOLEDO FILHO, R.D. Desenvolvimento de materiais de construção de baixo consumo de energia usando fibras naturais, terra e bambu. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v.12, n.1, p. 1-19, 1992.

GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C.; COLODETTE, L.J. Influência da idade do *Bambusa vulgaris* nas suas características químicas e anatômicas visando produção de polpa celulósica. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. 14. São Paulo, 1981. **Anais...**São Paulo: ABTCP, 1981, p. 5 – 29.

GUIMARÃES, M.J; NOVACK, K.M; BOTARO, V.R. Caracterização anatômica da fibra de bambu (*Bambusa vulgaris*) visando sua utilização em compósitos poliméricos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Bilbao, v. 11, n.7, p. 442 – 456, 2010.

HAOJIE, W.; VARMA, R. V.; TIANSEN, X. **Insect pests of bamboos in Asia: an illustrated manual**, New Delhi: International Network for Bamboo and Rattan, 1998, 200p.

HUI, C.; YANG, Y. **China's bamboo: culture, resources, cultivation, utilization**, 33. ed. Beijing: International Network for Bamboo and Rattan, 2010, 224p.

ITAPAGE. **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: 28 set. 2011.

JANSSEN, J.J.A. **Designing and building with bamboo**. 20. ed. Netherlands: International Network for Bamboo and Rattan, 2000, 197p.

JANSSEN, J.J.A. **Bamboo preservation**, Disponível em: <<http://practicalaction.org/bamboo-preservation>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

LAPO, L.E.R.; BERALDO, A.L. Bambu laminado colado (BLC). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.1, n.2, p. 165-177, 2008.

LEE, A.W.C.; CHEN, G.; TAINTER, F.H. Comparative treatability of Moso bamboo and Southern pine with CCA preservative using a commercial schedule. **Bioresource Technology**, v.77, p. 87-88, 2001.

LIESE, W. **Bamboos: biology, silvics, properties, utilization**. Eschborn: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ, 1985. 132p.

LIESE, W. **The anatomy of bamboo culms**. 18. ed., Beijing: International Network for Bamboo and Rattan, 1998. 204p.

MANALO, R.D.; ACDA, M.N. Effects of hot oil treatment on physical and mechanical properties of three species of Philippine bamboo. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 21, n.1, p. 19–24, 2009.

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.

MATOSKI, S.L.S. **Comportamento de *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Coleóptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de madeira**. 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2005.

MERCEDES, J.R. **Guia técnica del cultivo del bambu**. Santo Domingo: CEDAF, 2006, 38 p.

MOHANAN, C. **Diseases of bamboos in Asia: an illustrated manual**, New Delhi: International Network for Bamboo and Rattan, 1997, 219p.

MONTANA QUÍMICA. **Tratamento preservativo do bambu**: Informativo Técnico. Disponível em: <<http://www.montana.com.br/Media/Files/Tratamento-Preservativo-do-Bambu>> Acesso em: 22 maio 2012.

MORITA, B.S.; BARBOSA, J.C.; FONSECA, K.A.V.; CARASCHI, J. C.; AKIRA, M.I. Estabilidade dimensional e coeficiente anisotrópico do bambu *Dendrocalamus giganteus* para aplicação na indústria moveleira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. 12, Lavras, 2010. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. CD ROM.

NASCIMENTO, A. M.; XAVIER, L. M. Densidade básica retratibilidade volumétrica de *Dendrocalamus giganteus*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris* e *Phyllostachys aurea*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 13, Vitória, 2012. **Anais...** Vitória: UFES, 2012. CD ROM.

NATIONAL MISSION ON BAMBOO APPLICATIONS - NMBA. **Preservation of bamboo**. Disponível em: <<http://bambootech.org/files/PRESERVATION%20BOOK.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2012.

NISGOSKI, S.; MARINHO, N.; BOLZON, G.I.M.; KLOCK, U. Características do bambu (*Dendrocalamus giganteus* Munro) aos cinco anos de idade. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 12, Lavras, 2010. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. CD ROM.

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. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas.** 1997. 143f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

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.

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. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 231 – 246, 2007.

PAES, J.B.; RAMOS, I.E.C.; NASCIMENTO, J.W.B. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) a cupins xilófagos, em ensaio de alimentação forçada. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 15, n. 1, p. 1 – 12, 2008.

PAES, J.B.; FREIRE, A.K.O.; OLIVEIRA, E.; LIMA, C.R. Caracterização físico-mecânica do laminado colado de bambu. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n.1, p. 41 – 51, 2009.

PAES, J.B.; FREIRE, A.K.O.; FARIAS, A.L.; NASCIMENTO, J.W.B. Caracterização e aspecto de um piso confeccionado de bambu (*Dendrocalamus giganteus* Munro). **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 52-67, 2010.

PENNA, J.E. **Tratamento preservativo de *Bambusa tuldoides* Munro para sua utilização na indústria de móveis**. 1980. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

PEREIRA, M.A.R.; GARBINO, L.V. Desenvolvimento e produção do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) cultivado na UNESP/Campus de Bauru - SP, com vistas à sua utilização na Engenharia Agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, Goiânia, 2003. **Anais...** Goiânia: CONBEA, 2003. CD ROM.

PEREIRA, M.A.R. O uso do bambu na irrigação montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26. Campina Grande, 1997. **Anais...** Campina Grande: CONBEA, 1997, CD ROM.

PEREIRA, M.A.R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal 6, 2008. 240p.

PIMENTEL, G.L.A.C. **Método de tratamento térmico bi-óleo aplicado ao bambu**. Disponível em: <[http://www.pucrio.br/pibic/relatorio\\_resumo2010/relatorios/ctc/civ/CIVGiselle%20L.%20A.%20de%20Cerqueira%20Pimentel.pdf](http://www.pucrio.br/pibic/relatorio_resumo2010/relatorios/ctc/civ/CIVGiselle%20L.%20A.%20de%20Cerqueira%20Pimentel.pdf)> Acesso em: 17 de maio 2012.

PLANK, H. K. **Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico**. Mayagez: United States Department of Agriculture, 1948. 29 p. (Bulletin, 44).

RAMOS, I.E.C.; PAES, J.B.; FARIAS SOBRINHO, D.W.; SANTOS, G.J.C. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) em ensaio de apodrecimento acelerado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p. 811 – 820, 2006.

RAO, S.K. **Bamboo preservation by sap displacement**. Disponível em: <<http://www.inbar.int/TOTEM/pdf/BambooSapDisplacement.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2012.

RASMINA, H; SAHRI, M.H.; JALIL, N.R.A; ASHAARI, Z. Physical and mechanical characterization selected Malaysian bamboo species. **The Malaysian Forester**, Malaysia, v. 2, n. 71, p. 153 – 158, 2008.

RAZAK, W.; MOHD, M.T.; OTHMAN, S.; AMINUDDIN, M.; HASSAN, A.; IZYAN, KHALID. Anatomical and physical properties of cultivated two- and four-year-old *Bambusa vulgaris*. **Sans Malaysiana**. Bangi, v.39, n.4, p.571-579, 2010.

- REIS, L.G.F. **Qualidade do tratamento preservativo de bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad.)**. 2010. 29f. Monografia (Curso Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.
- 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 *aurea***. 2005. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.
- ROSA, C.A.M.; SANTINI, E.J.; MELO, R.R.; HASELEIN, C.R.; STANGERLIN, D.M. Eficiência do tratamento preservativo de três espécies de bambu com CCB. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL, 2, Campina Grande, 2009. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2009. CD ROM.
- 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.
- SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A. Conservação do bambu. **O Agrônomo**, Campinas, v. 1-3, n. 46, p. 21-26, 1994.
- SANT'ANNA, E.T. **Construção de um centro de visitantes na Embrapa Fazendinha-Agroecológica utilizando materiais alternativos**. 2008. 48f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- 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).
- SARLO, H.B. **Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleóptera: Bostrichidae)**. 2000. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SEETHALAKSHMI. K.K.; KUMAR, M.S. **Bamboos of India: a compendium**. 17. ed. New Delhi: International Network for Bamboo and Rattan, 1998. 335p.
- SOBRINHO JUNIOR, A.S. **Avaliação do efeito de parâmetros microestruturais e de processo de impregnação de fluidos em colmos de *Bambusa vulgaris***. 2010. 118f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, 2010.
- SPOLIDORO, P.V. **Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides***. 2008. 54f.



Monografia (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

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.

SUPRAPTI, S. Decay resistance of five Indonesian bamboo species against fungi. **Journal of Tropical Forest Science**, Bahasa, v.22, n. 3, p. 287–294, 2010.

SZÜCS, C.A.; SOARES, M.; OLIVEIRA, R.C.; PORATH, J.F. Resistência mecânica de bambu laminado colado utilizado em empresa moveleira de Santa Catarina. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO BAMBU, 2, Rio Branco, 2010. **Anais...** Brasília: UnB, 2011, p. 129 – 170.

TOMAZELLO FILHO, M.; AZZINI, A. Estrutura anatômica, dimensões das fibras e densidade básica de colmos de *Bambusa vulgaris* Schrad. **IPEF**, Piracicaba, n. 36, p. 43-50, 1987.

UBIDIA, J.A.M. **Preservación del bambú en America Latina, mediante métodos tradicionales**. Disponível em: < [http:// www.inbar.int/publication/ txt/ INBAR\\_Technical\\_Report\\_No25.htm](http://www.inbar.int/publication/txt/INBAR_Technical_Report_No25.htm)>. Acesso em: 19 maio 2012.

VASCONCELLOS, R.M. **Info bambu - plantio e morfologia**. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/>>. Acesso em: 28 set. 2011.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).

XAVIER, L. M. **Caracterização química, física e mecânica do *Phyllostachys aurea* e sua resistência ao ataque de térmitas, preservado com ácido bórico e tanino condensável**. 2004. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A** - Resumos das análises de variância em fatorial das penetrações (notas) de cobre e boro nos colmos submetidos aos tratamentos preservativos.

Tabela 1A. Resumo das análises de variância da penetração do cobre para o tratamento de transpiração. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Método de Transpiração			
		(Diafragma Íntegro)		(Diafragma Rompido)	
		<i>D.</i>	<i>B.</i>	<i>D.</i>	<i>B.</i>
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>	<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,050 <sup>NS</sup>	0,058 <sup>NS</sup>	0,753**	0,709**
Tempo	2	0,011 <sup>NS</sup>	0,526**	0,123*	0,044 <sup>NS</sup>
Posição	2	1,064**	1,081**	1,707**	0,405**
Conc*Tempo	2	0,025 <sup>NS</sup>	0,053 <sup>NS</sup>	0,038 <sup>NS</sup>	0,104 <sup>NS</sup>
Conc*Pos	2	0,040 <sup>NS</sup>	0,073 <sup>NS</sup>	0,132*	0,020 <sup>NS</sup>
Tempo*Pos	4	0,024 <sup>NS</sup>	0,012 <sup>NS</sup>	0,020 <sup>NS</sup>	0,032 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo*Pos	4	0,011 <sup>NS</sup>	0,003*	0,021 <sup>NS</sup>	0,025 <sup>NS</sup>
Resíduo	54	0,014	0,033	0,033	0,058

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2A. Resumo das análises de variância da penetração do boro para o tratamento de transpiração. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Método de Transpiração			
		(Diafragma Íntegro)		(Diafragma Rompido)	
		<i>D.</i>	<i>B.</i>	<i>D.</i>	<i>B.</i>
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>	<i>giganteus</i>	<i>Vulgaris</i>
Concentração	1	0,007 <sup>NS</sup>	0,010 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>	0,261*
Tempo	2	0,069 <sup>NS</sup>	0,149**	0,070 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>
Posição	2	2,847**	3,021**	2,712**	0,758**
Conc*Tempo	2	0,167**	0,112**	0,143 <sup>NS</sup>	0,179*
Conc*Pos	2	0,070 <sup>NS</sup>	0,009 <sup>NS</sup>	0,021 <sup>NS</sup>	0,092 <sup>NS</sup>
Tempo*Pos	4	0,070 <sup>NS</sup>	0,100**	0,026 <sup>NS</sup>	0,051 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo*Pos	4	0,074 <sup>NS</sup>	0,022 <sup>NS</sup>	0,035 <sup>NS</sup>	0,046 <sup>NS</sup>
Resíduo	54	0,031	0,017	0,068	0,044

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3A. Resumo das análises de variância da penetração do cobre e boro para o tratamento de Imersão prolongada. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Imersão Prolongada			
		Cobre		Boro	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>	<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,234**	1,186**	0,016 <sup>NS</sup>	1,616 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,021 <sup>NS</sup>	0,481**	0,022 <sup>NS</sup>	3,449*
Posição	2	0,192**	0,022 <sup>NS</sup>	0,015 <sup>NS</sup>	0,764 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,076*	0,310**	0,001 <sup>NS</sup>	1,454 <sup>NS</sup>
Conc*Pos	2	0,039 <sup>NS</sup>	0,006 <sup>NS</sup>	0,030 <sup>NS</sup>	0,098 <sup>NS</sup>
Tempo*Pos	4	0,017*	0,024 <sup>NS</sup>	0,003*	0,218 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo*Pos	4	0,564 <sup>NS</sup>	0,017 <sup>NS</sup>	0,011 <sup>NS</sup>	0,235 <sup>NS</sup>
Resíduo	54	0,022	0,041	0,034	0,022

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4A. Resumo das análises de variância da penetração do elemento cobre e boro para o tratamento de Boucherie modificado. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Boucherie Modificado			
		Cobre		Boro	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>	<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,448**	0,055 <sup>NS</sup>	0,741**	0,001 <sup>NS</sup>
Posição	2	0,030 <sup>NS</sup>	0,065 <sup>NS</sup>	0,166**	0,007 <sup>NS</sup>
Conc*Posição	2	0,007 <sup>NS</sup>	0,025 <sup>NS</sup>	0,015 <sup>NS</sup>	0,022 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,045	0,039	0,019	0,016

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

**APÊNDICE B** - Resumos das análises de variância em fatorial das retenções dos constituintes do CCB nos colmos submetidos aos tratamentos preservativos.

Tabela 1B. Resumo das análises de variância da retenção do preservativo “MOQ OX 50” para o método de transpiração

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		Método de Transpiração			
		(Diafragma Íntegro)		(Diafragma Rompido)	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>	<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,080 <sup>NS</sup>	28,167**	157,720*	48,793**
Tempo	2	1,146 <sup>NS</sup>	14,536**	86,131*	13,319**
Conc*Tempo	2	2,810 <sup>NS</sup>	0,134 <sup>NS</sup>	75,548*	5,000 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	0,862	1,185	13,868	1,174

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2B. Resumo das análises de variância da retenção (kg i.a./m<sup>3</sup>) para o preservativo “MOQ OX 50” para o método de Imersão

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Imersão Prolongada	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,602 <sup>NS</sup>	57,517**
Tempo	2	0,003*	29,145**
Conc*Tempo	2	1,218*	14,454**
Resíduo	6	0,133	0,769

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3B. Resumo das análises de variância da retenção (kg i.a./m<sup>3</sup>) para o preservativo “MOQ OX 50” para o método de Boucherie modificado

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Boucherie Modificado	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	1,2278*	1,6891 <sup>NS</sup>
Resíduo	2	0,0347	1,5052

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

### APÊNDICE C - Resumos das análises de variância em fatorial da perda de massa das amostras tratadas e expostas ao ensaio com fungos xilófagos.

Tabela 1C. Resumo das análises de variância da perda de massa (%) obtida do ensaio de resistência à ação dos fungos, no tratamento de

transpiração. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		Transpiração (Diafragma Íntegro)		Transpiração (Diafragma Rompido)	
		D.	B.	D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>	<i>giganteus</i>	<i>Vulgaris</i>
Fungos	1	0,00028 <sup>NS</sup>	0,01775**	0.00228 <sup>NS</sup>	0.00047 <sup>NS</sup>
Concentração	1	0,00214 <sup>NS</sup>	0,02476**	0.01348*	0.00003 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,00937*	0,00775*	0.00494 <sup>NS</sup>	0.00972**
Fungos*Conc	1	0,0611 <sup>NS</sup>	0,00442 <sup>NS</sup>	0.00001 <sup>NS</sup>	0.00038 <sup>NS</sup>
Fungos*Tempo	2	0,2808 <sup>NS</sup>	0,00294 <sup>NS</sup>	0.00095 <sup>NS</sup>	0.00054 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,0732 <sup>NS</sup>	0,00228 <sup>NS</sup>	0.00661 <sup>NS</sup>	0.00344**
Fun*Conc*Tem	2	0,7646 <sup>NS</sup>	0,00213 <sup>NS</sup>	0.00066 <sup>NS</sup>	0.00072 <sup>NS</sup>
Resíduo	12	0,00223	0,00166	0.00188	0.00038

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2C. Resumo das análises de variância da perda de massa (%) do bambu para o tratamento de imersão. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Imersão Prolongada	
		D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>
Fungos	1	0.00151 <sup>NS</sup>	0.00296 <sup>NS</sup>
Concentração	1	0.00382 <sup>NS</sup>	0.00345 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0.00198 <sup>NS</sup>	0.02427**
Fungos*Conc	1	0.00323 <sup>NS</sup>	0.00073 <sup>NS</sup>
Fungos*Tempo	2	0.00053 <sup>NS</sup>	0.00002 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0.00046 <sup>NS</sup>	0.00416*
Fun*Conc*Tem	2	0.00074 <sup>NS</sup>	0.00067 <sup>NS</sup>
Resíduo	12	0.00424	0.00088

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3C. Resumo das análises de variância da perda de massa (%) do bambu para o tratamento de Boucherie modificado. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Boucherie Modificado	
		D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>

Fungos	1	0.00003 <sup>NS</sup>	0,01608*
Concentração	1	0.01154 <sup>NS</sup>	0,03751*
Fungos*Conc	1	0.00201 <sup>NS</sup>	0,00144 <sup>NS</sup>
Resíduo	4	0.00264	0,00195

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

**APÊNDICE D** - Resumos das análises de variância em fatorial da perda de massa e do desgaste provocado nas amostras tratadas expostas ao ensaio com cupins subterrâneos.

Tabela 1D. Resumo das análises de variância da perda de massa (%) obtida do ensaio de resistência a cupins subterrâneos para o tratamento de transpiração. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		Transpiração (Diafragma Íntegro)		Transpiração (Diafragma Rompido)	
		D. <i>giganteus</i>	B. <i>vulgaris</i>	D. <i>giganteus</i>	B. <i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,00846 <sup>NS</sup>	0,00201**	0,00255 <sup>NS</sup>	0,00003 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,00685 <sup>NS</sup>	0,00430**	0,00325 <sup>NS</sup>	0,00235*
Conc*Tempo	2	0,00062 <sup>NS</sup>	0,00075**	0,00083 <sup>NS</sup>	0,00016 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	0,00182	0,00006	0,00114	0,00031

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2D. Resumo das análises de variância da resistência a cupins subterrâneos para o tratamento de imersão. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Imersão Prolongada	
		D. <i>giganteus</i>	B. <i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,00051 <sup>NS</sup>	0,01717**
Tempo	2	0,00091 <sup>NS</sup>	0,00280 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,00032 <sup>NS</sup>	0,00421 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	0,00151	0,00097

\*\* significativo a 1% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3D. Resumo obtido das análises de variância da resistência a cupins subterrâneos para o tratamento de Boucherie modificado. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Boucherie Modificado	
		D. <i>giganteus</i>	B. <i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,00112 <sup>NS</sup>	0,01007 <sup>NS</sup>
Resíduo	2	0,00309	0,00061

<sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade



Tabela 4D. Resumo das análises de variância do desgaste provocado pelos cupins nas amostras para cada situação estudada no tratamento de transpiração. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		Transpiração (Diafragma Íntegro)		Transpiração (Diafragma Rompido)	
		D.	B.	D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>	<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,96 <sup>NS</sup>	3,41**	0,60 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,08 <sup>NS</sup>	0,70 <sup>NS</sup>	0,26*	0,08 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,40 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	3,22	0,18	0,05	0,15

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5D. Resumo das análises de variância do desgaste provocado pelos cupins aos corpos de prova para cada situação estudada no tratamento de imersão. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Imersão Prolongada	
		D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>
Concentração	1	1,92*	10,08*
Tempo	2	0,30 <sup>NS</sup>	0,0030**
Conc*Tempo	2	1,03*	0,80**
Resíduo	6	0,16	0,13

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6D. Resumo das análises de variância do desgaste provocado pelos cupins aos corpos de prova para cada situação estudada no tratamento de Boucherie modificado. Dados transformados em raiz (notas + 0,5)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Boucherie Modificado	
		D.	B.
		<i>giganteus</i>	<i>vulgaris</i>
Concentração	1	0,16 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>
Resíduo	2	0,26	0,20

<sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

**APÊNDICE F** - Resumos das análises de variância em fatorial da perda de massa nas amostras tratadas e expostas ao ensaio com coleópteros.

Tabela 1F. Resumo das análises de variância da perda de massa (%) obtida do ensaio de resistência a coleópteros para o tratamento de transpiração. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		Transpiração (Diafragma Íntegro)		Transpiração (Diafragma Rompido)	
		D.	B.	D.	B.
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>	<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,00021 <sup>NS</sup>	0,00017 <sup>NS</sup>	0,03149 <sup>NS</sup>	0,00014 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,00015 <sup>NS</sup>	0,00003 <sup>NS</sup>	0,02875 <sup>NS</sup>	0,00028 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,00010 <sup>NS</sup>	0,00008 <sup>NS</sup>	0,02938 <sup>NS</sup>	0,00014 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	0,00015	0,00008	0,02955	0,00019

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2F. Resumo das análises de variância da resistência a coleópteros para o tratamento de imersão. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Imersão Prolongada	
		D.	B.
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,03149 <sup>NS</sup>	0,00012 <sup>NS</sup>
Tempo	2	0,02875 <sup>NS</sup>	0,00079 <sup>NS</sup>
Conc*Tempo	2	0,02938 <sup>NS</sup>	0,00047 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	0,02955	0,00053

\*\* significativo a 1% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3F. Resumo das análises de variância da resistência a coleópteros para o tratamento de Boucherie modificado. Dados transformados em arcsen[raiz(perda de massa/100)]

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Boucherie Modificado	
		<i>D. giganteus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Concentração	1	0,00059 <sup>NS</sup>	0,00112 <sup>NS</sup>
Resíduo	2	0,00032	0,00143

<sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade