

JOSÉ EDUARDO PENNA

TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBUSA TULDOIDES MUNRO PARA SUA UTILIZAÇÃO  
NA INDÚSTRIA DE MÓVEIS

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção do Título de "Mestre em Ciências - M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1980



COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato JOSÉ EDUARDO PENNA, sob o título "TRATAMENTO PRESERVATIVO DE BAMBUSA TULDOIDES MUNRO PARA SUA UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE MÓVEIS", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

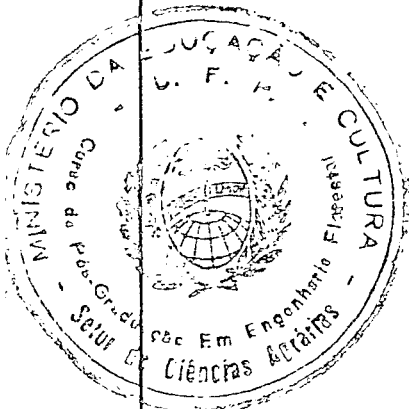
Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 12 de dezembro de 1980.

Professor Paulo Galvão, Ph.D  
Primeiro Examinador

Professor Amantino Ramos de Freitas, Ph.D  
Segundo Examinador

Professor Peter Theo Wilhelm Karstedt, Dr.  
Presidente



A meus pais

JOSÉ E GENY

à minha esposa

MARIA AUXILIADORA

e a meus filhos

ALESSANDRA, EDUARDO E MARCELO

AFETUOSAMENTE DEDICO

Ao

Professor Dr. JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA, Livre Docente da Universida  
de Federal de Santa Maria, RS, nosso grande incentivador desde os pri  
mórdios de nossa formação acadêmica, nossa sincera homenagem.

## HOMENAGENS PÓSTUMAS

Aos

Prezados amigos JOSÉ MAURÍCIO SANTIAGO ("Didi") e PAULO SÉRGIO CARVALHO ABREU ("Paulinho") cujos falecimentos tão precoces e em circunstâncias diversas e desagradáveis, marcaram-nos profundamente.

## AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus agradecimentos às pessoas e entidades:

- Ao nosso Orientador Professor Dr. PETER T. W. KARSTEDT pela sua amizade e inestimável ajuda em todas as fases do presente trabalho.

- À CAPES/PICD/UFMS pelo suporte financeiro concedido.

- Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, na pessoa do seu digno Coordenador Prof. Dr. SEBASTIÃO DO AMARAL MACHADO, por haver-nos aceito para cursarmos o Mestrado na Área de Tecnologia da Madeira.

- À Universidade Federal de Santa Maria, RS, nosso primeiro local de trabalho, pela acolhida que nos proporcionou.

- À Universidade Federal de Mato Grosso, MT, pela hospitalidade do seu convite em ter-nos como um de seus integrantes.

- Aos respectivos responsáveis pelo Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais e ex-Departamento de Engenharia Agrícola e Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, RS, que nos proporcionaram afastar de nossas atividades didáticas para cursarmos o Pós-Graduação.

- Aos colegas do Departamento de Ciências Florestais, U.F.S.M.-RS e, àqueles do Departamento de Engenharia Florestal, U.F.M.T. - MT, pela amizade.

- Aos colegas MARCO ANTONIO DE ARAÚJO PINTO e ZENÉSIO FINGER, respectivamente, Chefe e Sub-Chefe do Departamento de Engenharia Florestal, U.F.M.T.- MT, por nos terem concedido prazo suficiente para a conclusão deste trabalho.

- Ao Professor Dr. J.H. PEDROSA-MACEDO, UFPR, e ao Botânico GERT HATSCHBACH do Museu Botânico Municipal, Curitiba, PR, pela valiosa cola

boração em identificar as espécies de inseto e bambu utilizados.

- Aos Professores HENRIQUE SOARES KOEHLER, Dr. RONALDO VIANA SOARES da UFPR, VALDUÍNO ESTEFANEL, PAULO RENATO SCHNEIDER da UFSM, pelos préstimos relativos à parte estatística deste trabalho.

- A todos os funcionários técnicos e administrativos do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, que, com seu calor humano, amizade e eficiência no trabalho, prestigiaram-nos imensamente.

- À Professora ELIZABETH CANTO VINADÉ, UFSM, pelas críticas e su gestões relativas às análises químicas.

- À Indústria GUELMAISON por ceder-nos, gentilmente, suas instalações para a execução de algumas etapas deste trabalho.

- Aos Professores JOÃO CARLOS MORESCHI e IVAN TOMASELLI, UFPR, pelas sugestões e críticas.

- Ao Professor ROBERTO DA SILVA RAMALHO, UFV-Viçosa - MG, por haver-nos permitido usar parte das instalações da área de Dendrologia.

- Ao Engenheiro Metalúrgico MAURÍCIO SAID SCETTINI e ao Engenheiro Florestal LORIS LUIZ DAROS pelos préstimos na codificação parcial de dados.

- A todas as demais pessoas que, de maneira direta, efetiva ou mesmo no anonimato, prestigiaram-nos.

A todos

Muito Obrigado.

## DADOS BIOGRÁFICOS

NOME: JOSÉ EDUARDO PENNA

FILIAÇÃO: JOSÉ ALVES PENNA e GENY NOGUEIRA PENNA

Data de Nascimento - 23.08.43

Natural de Teixeiras, MG, Brasil

1951-1954 - Concluiu o Curso Primário no Grupo Escolar Antônio Carlos - Teixeiras, MG, em 1954.

1955 - Estudos interrompidos.

Concluiu o Curso Ginásial no Ginásio Vera Cruz - Teixeiras, MG, em 1959.

1960-1961 - Estudos interrompidos.

Concluiu o Curso Técnico de Agricultura na Universidade Federal de Viçosa, MG, em 1966.

Concluiu o Curso de Graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa, MG, em 1973.

Como estudante exerceu atividades didáticas em Colégios, Cursos Preparatórios para Vestibular, Coordenação de Cursos, participou de Estágios em Empresas e Universidades, Congressos, foi eleito e reeleito membro do Colegiado do DCE-UFV. Na Cooperativa Estudantil dos Alunos e Professores da Universidade Federal de Viçosa participou da Diretoria como responsável pelo Setor de Pessoal, Primeiro Gerente e membro efetivo do Conselho Fiscal.

Participou de vários cursos como: Planejamento Florestal, elaboração de Projetos técnicos de reflorestamento, bem como de Cursos relativos à Psicologia do Comportamento humano.

Foi bolsista da Companhia Vale do Rio Doce.

Na vida profissional exerceu atividades didáticas como Auxiliar de Ensino na Universidade Federal de Santa Maria, RS, durante 6 (seis)



anos e meio.

Disciplinas lecionadas em períodos distintos: Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira, Dendrologia, Anatomia da Madeira e Tecnologia da Madeira.

Participou do Primeiro Simpósio da Pesquisa Florestal do Rio Grande do Sul, bem como dos Cursos de: "Aperfeiçoamento para Docentes (Convênio ABEAS/IICA/CAPES/CCR/UFSM)", "Comportamento da madeira submetida a esforços mecânicos e a tratamentos tecnológicos sob o ponto de vista de sua estrutura macro, micro e submicroscópica (Prof. Hans Georg Richter, Universidade Hamburg, Alemanha)", em Curitiba, PR, "Problemas de Ensino de Ciências Agrárias (NAAP/CCR/UFSM)", além de outros.

Como Professor foi distinguido com homenagem especial e patrono, por várias turmas de formandos em Engenharia Florestal/UFSM.

Foi orientador de monografias de estudantes do Curso de Engenharia Florestal/UFSM.

Responsável pelos Setores de Dasonomia do Departamento de Engenharia Agrícola e Florestal/UFSM (em 1975) e Ciência e Tecnologia da Madeira (1979/80).

Professor aceito pelo Conselho Federal de Educação, em 23/07/80, como responsável pelas Disciplinas Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira e Tecnologia da Madeira, quando do credenciamento do Curso de Engenharia Florestal/UFSM.

Co-autor do "Projeto de Implantação de uma usina piloto de preservação de madeiras no Campus da UFSM", junto ao PRODECA (em 1975).

Autor e coordenador, na UFSM., do "Projeto-Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira", junto ao PRODECA (em 1975).

Responsável pela elaboração e coordenação, na UFSM, do "Projeto Tecnologia da Madeira", junto à FINEP (em 1979/80).

Trabalhos publicados - 2 (dois).

Pesquisas em andamento - 2 (duas).

Atualmente exerce a função de Auxiliar de Ensino no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, MT.

## S U M Á R I O

	Página
Lista de abreviaturas .....	xiii
Lista de Figuras .....	xiv
Lista de Quadros .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. <u>Lyctus</u> .....	3
2.1.1. Características morfológicas .....	3
2.1.2. Distribuição geográfica .....	4
2.1.3. Habitat .....	4
2.1.4. Biologia .....	6
2.1.5. Caracterização do ataque .....	8
2.1.6. Controle biológico .....	8
2.2. Bambu .....	9
2.2.1. Anatomia .....	9
2.2.2. Uso e vida útil .....	11
2.2.3. Preservação .....	12
2.2.3.1. Métodos .....	12
2.2.3.2. Aspectos microscópicos da preservação .....	16
2.2.3.3. Eficiência do tratamento .....	17
3. DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DE MÓVEIS .....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4.1. Material .....	22
4.1.1. Espécie de bambu utilizada .....	22
4.1.2. Área de coleta .....	23

4.2.	Métodos .....	23
4.2.1.	Observações anatômicas e fotomicrografia .....	23
4.2.2.	Determinação do teor de umidade .....	27
4.2.2.1.	Bambu recentemente cortado .....	27
4.2.2.2.	Bambu estocado na indústria .....	28
4.2.2.3.	Bambu na montagem de móveis .....	28
4.2.3.	Testes de preservação .....	29
4.2.3.1.	Imersão - difusão de bambu verde em solução preservativa à temperatura ambiente .....	29
4.2.3.2.	Imersão de bambu verde em solução preservativa à temperatura controlada .....	31
4.2.3.3.	Imersão de bambu parcialmente seco ao ar .....	31
4.2.3.4.	Banho quente-frio em colmos na linha de produção .....	32
4.2.4.	Preparação de corpos de prova .....	33
4.2.5.	Análises em laboratório .....	35
4.2.5.1.	Análise química qualitativa (penetração).....	35
4.2.5.2.	Análise química quantitativa (retenção real )	36
4.2.5.3.	Teste de toxidez ao ataque de <u>Lyctus brunneus</u> Steph .....	37
5.	RESULTADOS .....	40
5.1.	Proporção de tipos de células em <u>Bambusa tuldoides</u> Munro .....	40
5.2.	Susceptibilidade do bambu ao ataque de <u>Lyctus</u> sp durante o processamento industrial .....	40
5.3.	Penetração do elemento cobre .....	47
5.3.1.	Em bambu verde .....	47
5.3.1.1.	Teste preliminar no campo .....	47
5.3.1.2.	À temperatura controlada .....	47
5.3.2.	Em bambu parcialmente seco .....	48
5.4.	Retenção real dos elementos químicos cobre, cromo e boro .....	55
5.5.	Efeito da preservação contra o ataque de <u>Lyctus brunneus</u> Steph. ....	55

6.	DISCUSSÃO .....	58
6.1.	Aspectos anatômicos de <u>Bambusa tuldoides</u> Munro .....	58
6.1.1.	Células de parênquima .....	58
6.1.2.	Fibras .....	59
6.1.3.	Vasos .....	60
6.2.	Susceptibilidade do bambu ao ataque de <u>Lyctus brunneus</u> Steph .....	61
6.3.	Preservativo hidrossolúvel utilizado .....	62
6.4.	Penetração do elemento cobre .....	63
6.4.1.	Em bambu verde .....	63
	6.4.1.1. Septos nodais e influência da estrutura anatômica .....	63
	6.4.1.2. Difusão à temperatura controlada .....	64
6.4.2.	Em bambu parcialmente seco .....	65
	6.4.2.1. À temperatura controlada .....	65
	6.4.2.2. Em colmos na linha de produção .....	67
6.5.	Retenção real dos elementos químicos .....	70
6.5.1.	Generalidades .....	70
6.5.2.	Relação entre os elementos químicos e as posições do bambu .....	70
6.6.	Concentração efetiva de ácido bórico .....	71
6.7.	Concentração efetiva de cobre .....	72
6.8.	Toxidez a <u>Lyctus brunneus</u> Steph. ....	74
6.9.	Introdução do tratamento de bambu no fluxo do processo industrial .....	74
7.	CONCLUSÕES .....	76
8.	RECOMENDAÇÕES .....	78
	RESUMO .....	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
	APÊNDICE .....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS

POS = Posição em que foram retirados corpos de prova nos colmos.

Níveis do fator posição:

P<sub>1</sub> = Base

P<sub>2</sub> = Meio

P<sub>3</sub> = Ápice

RAD = Posição "radial", em corte transversal, localizada na lâmina mi microscópica, para contagem estereológica do número de células.

Níveis deste fator:

RAD<sub>1</sub> = Contagem microscópica de células próximas à epiderme do bambu, em corte transversal.

RAD<sub>2</sub> = Idem na porção mediana daquele corte.

RAD<sub>3</sub> = Idem próximas à parte oca do colmo, em corte transversal.

CONC = Concentração da solução preservativa

Níveis do fator concentração:

C<sub>1</sub> = 2%

C<sub>2</sub> = 3%

C<sub>3</sub> = 4%

C<sub>4</sub> = 5%

TEMPO = Tempo de imersão (ou imersão - difusão) de corpos de prova de bambu em solução preservativa.

Níveis do fator tempo:

T<sub>1</sub> = 1 dia

T<sub>2</sub> = 3 dias

T<sub>3</sub> = 6 dias

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Povoamento de <u>Bambusa tuldoides</u> Munro .....	22
2	Mapa de situação do município de Campo Largo no Estado do Paraná .....	24
3	Mapa de localização do município de Campo Largo contendo a área de estudo .....	25
4	Esquema de um corte transversal de bambu contendo nove posições estereológicas marcadas macroscopicamente no verso da lâmina .....	26
5	Tambores de duzentos litros contendo corpos de prova de bambu imersos em solução aquosa a 2% e a 5% de preservativo à base de CCB .....	30
6	Esquema de um corpo de prova contendo nodulação e local de retirada de material para os diferentes testes .....	33
7	Recipientes de vidro contendo <u>Lyctus brunneus</u> Steph. e corpos de prova de bambu para o teste de toxidez .....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Absorção e vida esperada em serviço do bambu em diferentes tratamentos usando-se preservativo oleossolúvel .....	13
2	Preservativos hidrossolúveis em diferentes concentrações e usos para bambu rachado longitudinalmente .....	13
3	Variação da solubilidade do ácido bórico e bórax com a temperatura .....	16
4	Valores de toxidez de boro, expressos em ácido bórico, para insetos e fungos .....	17
5	Distribuição do número de corpos de prova no teste de toxidez a <i>Lyctus brunneus</i> Steph. ....	39
6	Número de células de parênquima, fibras e vasos nas posições POS e RAD .....	41
7	Análise de variância das células de parênquima nas posições dos colmos e das lâminas .....	42
8	Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator posição radial (RAD) em células de parênquima do bambu .....	43
9	Análise de variância de fibras nas posições dos colmos e das lâminas .....	44
10	Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator posição radial (RAD) em fibras de bambu .....	45
11	Análise de variância de vasos nas posições dos colmos e das lâminas .....	46

Quadro		Página
12	Penetração média (cm) de cobre em corpos de prova de bambu verde coletados em diferentes posições nos colmos e tratados à temperatura controlada em diferentes tempos .....	48
13	Análise de variância da penetração de cobre em bambu verde, tratado em temperatura controlada, usando-se a espessura como covariável .....	49
14	Penetração média (cm) de cobre em bambu parcialmente seco tratado em temperatura controlada .....	48
15	Penetração média (cm) de cobre em bambu parcialmente seco tratado na linha de produção .....	50
16	Análise de variância da penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em temperatura controlada, usando-se a espessura como covariável .....	51
17	Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para os níveis do fator posição, de modo a avaliar-se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco ao ar, tratado em temperatura controlada .....	52
18	Análise de variância da penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em banho quente-frio, usando-se a espessura como covariável .....	53
19	Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator a fim de avaliar-se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em banho quente-frio .....	54



Quadro		Página
20	Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator tempo, de modo a avaliar-se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco tratado em banho quente-frio .....	54
21	Quantidade dos elementos químicos cobre, cromo e boro ( $\text{g/m}^3$ ) existente nas três posições dos colmos para cada concentração, em tratamento na linha de produção industrial .....	56
22	Percentagem total de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), existente nas 3 (três) posições dos colmos, para cada concentração, em tratamento de bambu parcialmente seco ao ar na linha de produção industrial .....	57
23	Teor de umidade médio ( $\bar{TU}$ ) do bambu recentemente cortado no campo e transportado para a indústria .....	86
24	Teor de umidade médio ( $\bar{TU}$ ) do bambu estocado na indústria .....	87
25	Teor de umidade médio ( $\bar{TU}$ ) do bambu na montagem de móveis .....	88
26	Quantidade dos elementos químicos cobre, cromo e boro, em conjunto, existente nas três posições dos colmos, também em conjunto, para cada concentração, em tratamento na linha de produção industrial .....	89

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, estão em uso, cada vez mais acentuado no Brasil, os móveis de bambu, apesar do seu preço mais elevado que aquele dos tradicionais móveis de madeira, com toda sua gama de variação de modelos. No entanto não existem dados estatísticos reais a respeito da produção dos mesmos.

Além disto, pelo fato de os móveis de bambu apresentarem um baixo custo de produção para a sua confecção, matéria-prima farta e conseguida a preços bastante reduzidos, bem como instalações industriais não fixas, na sua maioria, e bem simples, isto faz com que a produção dos mesmos, em escala industrial, seja um negócio rentável.

Entretanto, a maior parte dos móveis desse material, fabricados no Brasil, é oriunda, ainda, de trabalho meramente artesanal. Pelo fato de o bambu ser susceptível ao ataque de xilófagos deve-se, então, preservá-lo. Em vários países do mundo como Austrália, Índia e outros, a preservação do bambu é feita usando-se diferentes métodos e preservativos de acordo com a finalidade para a qual o bambu será utilizado. No Brasil conhece-se o tratamento do colmo apenas partindo-o em duas metades longitudinais e utilizando-se preservativo óleo solúvel ou simplesmente óleo queimado, oriundo do carter de veículos automotores. O uso do bambu assim tratado restringe-se à construção de cercas divisórias em propriedades rurais e outros usos similares. Para o caso específico da confecção de móveis, usando-se o colmo dessa matéria-prima, desconhece-se, ainda, a aplicação de preservativos. Os xilófagos mais importantes, que foram detectados até hoje como destruidores do bambu, são insetos da família Lyctidae, os quais são encontrados em todo o País. Procedeu-se à execução do presente trabalho visando o aproveitamento de bambu em escala industrial para a fabricação de móveis. Visa o mesmo, espe

cialmente, evitar o ataque do inseto agressor no produto final.

Deste modo, este trabalho possui o objetivo de desenvolver possibilidades adequadas de preservação do bambu, a fim de servir como diretriz para alcançar-se, futuramente, uma vida útil prolongada para os móveis nas condições de um clima sub-tropical ou tropical. Para isto, foram efetuados estudos no campo, laboratório e na linha de produção, objetivando-se encontrar, também, as maneiras adequadas de aplicação de preservativos, que possam oferecer mais alternativas à indústria, em termos de aproveitar os colmos de bambu.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. LYCTUS

Da família Lyctidae os insetos do gênero Lyctus são mais conhecidos no Brasil, e, pelo fato de serem destruidores de bambu são, neste trabalho, estudados.

#### 2.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

OVO - Segundo BLETCHLY<sup>5</sup> é alongado, medindo aproximadamente 1,0 mm de comprimento. Aquele autor acrescenta, ainda, que o ovo possui uma espécie de cauda e um aspecto translúcido.

LARVA - É encurvada e esbranquiçada, apresenta 3 (três) pares de pata chegando a atingir, aproximadamente, 5 mm no seu desenvolvimento completo (BLETCHLY<sup>5</sup>).

No entanto ROMERO<sup>36</sup> cita que as dimensões da larva situam-se entre 2,0 a 2,5 mm. Em ambos os lados da superfície externa apresenta pontos escuros (poros respiratórios) próximos ao final da cauda e possui uma aparência menos inflada, próximo ao extremo anterior, que a larva de Anobium punctatum (BLETCHLY<sup>5</sup>).

A cabeça é de coloração pardo-escura sendo que o aparelho bucal apresenta-se mais escuro e com fortes mandíbulas. Possui uma grande mobilidade, pequena reação ao estímulo da luz e não é agressiva (ROMERO<sup>36</sup>).

PUPA - É esbranquiçada, parecendo-se na forma ao adulto (BLETCHLY<sup>5</sup>).

ADULTO - BLETCHLY<sup>5</sup> afirma que os besouros possuem uma coloração que vai de marrom-avermelhado a preto sendo que variam muito em tamanho; as fêmeas são normalmente maiores que os machos e podem atingir até mais de 7 mm de comprimento, porém, normalmente possuem 4 a 5 mm.

Aquele mesmo autor acrescenta, ainda, que os besouros são um tanto achatados dorso-ventralmente tendo os lados abruptamente paralelos, sendo que os élitros cobrem 3/4 do comprimento total.

As antenas apresentam duas clavas terminais articuladas e os sexos podem ser facilmente distinguidos (BLETCHLY<sup>5</sup>).

### 2.1.2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O Lyctus é um gênero considerado cosmopolita, ocorrendo na África, Austrália e América do Sul, bem como nos Estados Unidos e Europa (ROMERO<sup>36</sup>). Na Inglaterra pelo menos 6 (seis) espécies ocorrem, sendo Lyctus brunneus a mais comum (FINDLAY<sup>11</sup>).

Na região tropical e temperada são conhecidas cerca de 20 (vinte) espécies, sendo que na Colômbia a mais importante é Lyctus brunneus (ROMERO<sup>36</sup>).

Segundo COSTA LIMA<sup>9</sup>, no Brasil as espécies mais conhecidas são Lyctus brunneus Stephens (1830) e Lyctus linearis Goeze (1774).

### 2.1.3. HABITAT

De acordo com SARAIVA<sup>38</sup>, as espécies do gênero Lyctus são encontradas em madeiras comerciais secas ou parcialmente secas. Em bambu, como monocotiledônea que possui vasos e tecido em forma lenhosa, aquelas espécies xilófagas também ocorrem.

Pesquisas feitas nos Estados Unidos demonstraram que, para o ataque de Lyctus, o conteúdo de umidade da madeira deve-se situar acima de 8% (HUNT & GARRATT<sup>21</sup>).

Apesar de o Lyctus apresentar preferência por material seco, ex

perimentos na Inglaterra com madeira de alburno de carvalho, comprovaram que estes insetos podem, em alguns casos, atacar, também, madeiras com conteúdo de umidade de aproximadamente 40% (HUNT & GARRATT<sup>21</sup>).

Nesta mesma pesquisa, segundo os referidos autores, com ovos deste gênero de insetos depositados, as respectivas larvas desenvolveram-se em madeira com um conteúdo de umidade entre 10 a 28%.

Os limites de umidade na madeira para o desenvolvimento dos é de 7 a 30% a uma temperatura uniforme de 30°C, sendo que as condições ótimas são aproximadamente, 16% de umidade e 25°C (BLETCHLY<sup>5</sup>).

Em pesquisa recente, KÜHNE<sup>23</sup> afirma que a temperatura ótima para a procriação de Lyctus brunneus é de cerca de 28°C.

A umidade relativa do ar que proporciona um maior desenvolvimento de Lyctus sp é de 75%, segundo PARKIN\*, citado por KÜHNE<sup>24</sup>. Entretanto, um conteúdo de umidade da madeira de aproximadamente 16%, corresponde àquela umidade do ar (KÜHNE<sup>23</sup>).

Por outro lado, a madeira deve apresentar, também, um conteúdo adequado de amido, além de ter poros de diâmetros maiores que 0,05  $\mu$ m para receber o ovopositor da fêmea e que sejam bastante livres de tilos (SARAIVA<sup>38</sup>).

A importância de amido pode ser explicada pela impossibilidade de assimilação de celulose e hemicelulose que as espécies do gênero Lyctus apresentam, uma vez que as mesmas não conseguem assimilar aqueles carboidratos porque não se gregam as enzimas específicas para tal evento, bem como, não se encontram associados em simbiose a microorganismos celulosívoros (SARAIVA<sup>38</sup>).

Deste modo, segundo esse mesmo autor, os hidratos de carbono de que se mantêm, restringem-se apenas ao amido, em primeira instância, e, em segundo plano, aos açúcares (uni e polissacárideos), necessitando, no entanto, de ambos durante seu ciclo vital.

PLANK & HAGEMAN<sup>32</sup> afirmam que existe uma certa correlação defini

\* PARKIN, E. A. The moisture content of timber in relation to attack by Lyctus powder-post beetles. An. appl. Biol., 30: 130-142, 1943.

da entre a susceptibilidade ao ataque, pelos insetos xilófagos, e o conteúdo de amido e de umidade em colmos de bambu.

O conteúdo de amido pode aumentar ou diminuir desde a base até o extremo (ápice) do colmo (McCLURE<sup>27</sup>).

JOSEPH\* e VIADO & YLAGAN\*\*, citados por KÜHNE<sup>23</sup>, afirmam que as brocas de bambu, para atacá-lo, necessitam que os colmos possuam um conteúdo de amido de cerca de 10% a 15%.

Os Lyctus normalmente reinfestam por várias vezes a madeira onde estavam alojados anteriormente, enquanto a mesma contiver alimento adequado para as larvas (HUNT & GARRATT<sup>21</sup>). Interpreta-se que o mesmo ocorra para o bambu.

Segundo o Lyctus - Merkblatt für den Holzhandell\*\*\*, citado por KÜHNE<sup>23</sup>, os Lyctus atacam espécies de bambu além de várias madeiras.

Quanto aos diâmetros dos poros, segundo SARAIVA<sup>38</sup>, as folhosas com poros pequenos e as coníferas, em geral, são imunes ao ataque de Lyctus. O ataque de espécies deste gênero de insetos dá-se mais intensamente em serrarias ou depósitos de madeiras manufaturadas, bem como, em móveis, aparelhos de esporte, parquets, sendo que os prejuízos mais severos ocorrem em madeira com largo alburno (SARAIVA<sup>38</sup>).

#### 2.1.4. BIOLOGIA

Segundo BLETCHLY<sup>5</sup>, os "ovos são colocados nos poros (vasos). O acesso aos mesmos é conseguido pelo extremo transversal da peça de madeira ou pela fêmea rompendo as superfícies radial ou tangencial das peças,

\* JOSEPH, K. V. Preliminary studies on the seasonal variation in starch content of bamboos in Kerala State and its relation to beetle borer infestation. J. Bombay Nat. Hist. Soc., 55(2): 221-227, 1958.

\*\* VIADO, G.B. & YLAGAN, M.M. Starch, total sugar and moisture contents of Bambusa vulgaris Sehrad in relation to infestation by Dinoderus minutus Fabr. Philippine Agric., 41(4): 215-222, 1957.

a fim de expor os vasos". Os ovos podem ser depositados a uma profundidade de até mais de 7 mm da superfície, o que é um aspecto importante a ser considerado ao escolher-se um tratamento curativo (BLETCHLY<sup>5</sup>). Os atacam somente aquelas madeiras duras nas quais os vasos (poros) são de diâmetro suficiente para receber seus ovos (HUNT & GARRATT<sup>22</sup>).

BLETCHLY<sup>5</sup> acrescenta, ainda, que vários ovos podem ser postos em um mesmo poro.

Na Austrália, pesquisas revelaram que a fêmea pode depositar até mais de 220 ovos, porém, a média situa-se em torno de 76 e o período de incubação, em condições normais, é de 2 a 3 semanas (BLETCHLY<sup>5</sup>).

Não se encontrou, sob este aspecto, literatura que se referisse especificamente ao bambu, porém, interpreta-se que tal evento ocorra de modo idêntico para aquela monocotiledônea. A larva que se desenvolve dos ovos colocados pelo Lyctus nos vasos (poros), perfura o interior do lenho e deixa buracos irregulares no mesmo, cheios de serragem muito fina e material lenhoso não digerido (HUNT & GARRATT<sup>21</sup>).

Esta perfuração da madeira pelas larvas dá-se na direção dos vasos e, em seguida, são abertas galerias, de modo irregular em todas as direções, as quais se cruzam umas com as outras (FINDLAY<sup>11</sup>).

Segundo BLETCHLY<sup>5</sup>, "o período pupal é de 2 a 4 semanas e os besouros emergem em fins de maio a início de setembro (fins de primavera a início de verão), acentuando-se esta emersão em fins de julho a meados de agosto, podendo os mesmos viver mais do que 8 (sete) semanas".

De acordo com o referido autor, "eles não se alimentam e sob a luz do dia se escondem, porém tornam-se ativos à noite quando são atraídos pela luz artificial".

BLETCHLY<sup>5</sup> afirma, ainda, que, em países de clima não tropical, ao ar livre ou em depósitos não aquecidos, o ciclo vital das espécies de Lyctus, normalmente dura 1 (um) ou 2 (dois) anos, entretanto, em recintos aquecidos o desenvolvimento é acelerado e o referido ciclo pode durar somente 8 (oito) a 10 (dez) meses. Segundo aquele mesmo autor, em condições tropicais, o ciclo de vida dos referidos insetos pode sofrer uma redução de 2 (dois) a 3 (três) meses, em relação àquele ciclo dos mesmos em países de clima não tropical.



Conforme SARAIVA<sup>38</sup> o ciclo vital das espécies do gênero Lyctus, varia de 3 (três) meses a 3 (três) anos, dependendo do teor nutritivo da madeira, temperatura e umidade ambiente.

#### 2.1.5. CARACTERIZAÇÃO DO ATAQUE

A infestação da madeira (ou do bambu) por espécies do gênero Lyctus pode ser detectada, à primeira vista, pela presença de pequenas pilhas de um pó fino, macio e semelhante a talco, que se formam sobre a superfície, embaixo ou ao redor da madeira (BLETCHLY<sup>5</sup>, FINDLAY<sup>11</sup>, HUNT & GARRATT<sup>21</sup> e SARAIVA<sup>38</sup>).

Externamente, essa substância lenhosa quando atacada por Lyctus fica crivada de orifícios de pequeno diâmetro (0,5 a 1,8 mm), de formas irregulares, que variam de circular a ovalada, e, quando se mexe numa peça infestada, o pó fino produzido pelos referidos insetos desprende-se em uma nuvem; quando os insetos adultos emergem da peça, o referido pó desprende-se sob forma de montículos (BLETCHLY<sup>5</sup>, FINDLAY<sup>11</sup>, HUNT & GARRATT<sup>21</sup> e SARAIVA<sup>38</sup>).

Segundo BLETCHLY<sup>5</sup>, através do aspecto e a facilidade de saída de serragem das peças atacadas por Lyctus e alguns outros gêneros de micro-coleópteros, consegue-se identificá-los.

Internamente, o Lyctus produz galerias irregulares em tamanho e forma, e, quando a intensidade do ataque for grande, somente permanece uma fina camada externa intacta de madeira, que pode ser rompida com facilidade (BLETCHLY<sup>5</sup>).

#### 2.1.6. CONTROLE BIOLÓGICO

Os besouros da família Cleridae, Tarsostenus univittatus Rossi e Paratilhus casus Newmann, são predadores de Lyctus brunneus (BLETCHLY<sup>5</sup>). Este autor afirma, ainda, que aquelas espécies são, aproximadamente, da mesma forma e tamanho que os Lyctidae, porém seus élitros são preto-azulados, cortados por uma faixa branca transversal e suas larvas são encontradas em túneis de Lyctus sp.

O predador "mite" Pyemotes ventricosus Newport é também encontrado em madeiras infestadas por Lyctus sp, constituindo-se em um sério problema em testes de toxidez de preservativos de madeira ( BLETCHLY<sup>5</sup> e BRITISH STANDARDS INSTITUTION<sup>6</sup>).

No entanto, nenhum destes organismos parece exercer um controle biológico efetivo (BLETCHLY<sup>5</sup>).

COSTA LIMA<sup>9</sup> cita Mondexis fuscicornis Forster como parasita de Lyctus sp.

## 2.2. BAMBU

### 2.2.1. ANATOMIA

O bambu possui em torno de sessenta gêneros e seiscentas a setecentas espécies disseminadas em todo o mundo (GROSSER & LIESE<sup>17</sup> e PURUSHOTHAM<sup>33</sup>).

As propriedades do mesmo são, forçosamente, determinadas pela estrutura do colmo, porém, apesar de seu grande uso, o conhecimento de sua anatomia é, ainda, limitado (GROSSER & LIESE<sup>17</sup>).

METCALFE<sup>28</sup> trabalhando com vários gêneros, entre eles concluiu que "o exterior do colmo é limitado por uma epiderme de células que são geralmente muito espessas, e, no lado interno da camada fotossintética há feixes vasculares dispersos, sustentados por feixes de fibras com paredes muito espessas e lumens estreitos, sendo que os feixes vasculares e seu esclerênquima associado, encontram-se separados por um parênquima fundamental constituído de células com paredes espessas, moderadamente, e com lumens relativamente largos".

Cada feixe vascular, ao ser acompanhado por um esclerênquima, aparece em corte transversal como uma meia lua em até quatro posições:

- No polo externo (floema)
- No polo interno (xilema)
- Dois feixes laterais, um de cada lado do xilema, onde estão geralmente em contato com os bordos externos dos dois grandes vasos do me

taxilema (GROSSER & LIESE<sup>17</sup> e METCALFE<sup>28</sup>).

GROSSER & LIESE<sup>17</sup> trabalhando com 52 (cinquenta e duas) espécies oriundas de 14 (catorze) gêneros, entre os quais Bambusa, verificou que a estrutura anatômica dos colmos é caracterizada, exclusivamente, por feixes vasculares paralelos envolvidos por tecido parenquimatoso fundamental, o qual apresenta quatro tipos básicos. Aqueles autores acrescentam, ainda, que esse tipo de tecido possui células maiores em diâmetro na porção mais próxima à parte ôca do colmo e células com diâmetro menor, e mais densas, na parte mais próxima à periferia do mesmo.

LIESE & MENDE<sup>26</sup> investigando histometricamente a estrutura do caule de Bambusa tulda e Dendrocalamus strictus, acrescentam que, dentro da parede do colmo há uma predominância, na metade interna, de células parenquimáticas, e, na metade externa, ocorre uma freqüência maior de fibras, exceto no âmbito inferior do colmo. Os mesmos autores acentuam, ainda, que ocorre uma variação no número de células de parênquima e fibras da região da base para o ápice do bambu ou seja:

A base contém, relativamente, mais parênquima e menos fibra do que a parte mediana do colmo. Esta, por sua vez, apresenta uma fração menor de parênquima e maior de fibras.

No âmbito da copa (ápice do colmo do bambu) há um aumento de parênquima e uma diminuição da freqüência de fibras (LIESE & MENDE<sup>26</sup>).

Estes autores acrescentam, ainda, que a diferenciação anatômica de espécies de bambu torna-se bastante dificultada quando se baseia na relação parênquima/fibra, existente em toda a extensão do colmo, devido ao pouco estudo a respeito.

Parece mais interessante, no entanto, efetuar a diferenciação das espécies pela forma e tamanho do conjunto de vasos (METCALFE<sup>28</sup> e SAMAPUDDHI<sup>37</sup>).

METCALFE<sup>28</sup> observou, ainda, que o parênquima fundamental contém, freqüentemente, amido em quantidade abundante, o qual, no entanto, parece ter uma distribuição local em algumas espécies.

PARAMESWARAN & LIESE<sup>30</sup>, por outro lado, verificaram nas espécies Cephalostachyum pergracile e Dendrocalamus strictus que, quanto às pon

tuações, elas ocorrem esparsamente nas paredes longitudinais entre duas fibras, podendo ser classificadas como areoladas, embora a aréola e a câmara da pontuação sejam de dimensões reduzidas.

Não se encontraram na literatura trabalhos relativos à anatomia dos entrenós e nós para a espécie em estudo. De maneira geral, com relação à anatomia dos nós em bambus, HAYASHI & SUGIYAMA<sup>18</sup> afirmam que a estrutura anatômica remanescente de um entrenó a outro é constante, porém ela se torna muito modificada nos nós devido à presença de conexões entre feixes isolados.

GROSSER & LIESE<sup>17</sup> acrescentam que na estrutura dos nós há um diafragma que é constituído de um parênquima fundamental, o qual se compõe de células de parênquima mais reduzidas e mais alongadas, sendo alinhado por fileiras de células excessivamente esclerosadas.

Segundo aqueles autores, internamente ocorre no diafragma uma fusão intensa e uma re-separação de células condutoras, bem como todos os elementos condutores tornam-se extensivamente interconectados por repetidas anastomoses.

### 2.2.2. USO E VIDA ÚTIL

O bambu é muito usado em vários países do mundo em forma cilíndrica ou metades longitudinais para a fabricação de artigos e utilidades ornamentais como cestas, berços, vasos de flores, bem como caniços, cercados, móveis em geral, abrigo para plantas (ripados), postes de barracas, instrumentos musicais, construções diversas, portas, janelas, em obras hidráulicas, como matéria-prima para obtenção de celulose e papel, além de outros usos (GALVÃO<sup>15</sup>, McCLURE<sup>27</sup>, SHARMA et al.<sup>39</sup>).

A durabilidade natural do bambu é, entretanto, pequena devido à sua susceptibilidade ao ataque de insetos, fungos (GALVÃO<sup>15</sup>, LIESE<sup>25</sup> e PURUSHOTHAM<sup>33</sup>) e a organismos marinhos (LIESE<sup>25</sup> e PURUSHOTHAM<sup>33</sup>):

De maneira geral, sabe-se que o bambu não tratado possui uma vida útil de, aproximadamente, 1 a 3 anos quando exposto às condições atmosféricas ou em contato direto com o solo (GALVÃO<sup>15</sup> e LIESE<sup>25</sup>). Em condições aproximadamente protegidas o bambu chega a alcançar de 4 a 7 anos ou

mais de vida útil e de 10 a 15 anos, quando usado em condições totalmente favoráveis (vigamentos, armações), dependendo, em ambos os casos, das condições ambientais e da maneira de uso do mesmo (LIESE<sup>25</sup>).

Por outro lado, pouco se sabe a respeito da vida útil do bambu preservado, uma vez que os resultados devem ser originários de provas de campo e não propriamente do bambu em estruturas ou outro uso semelhante. Deste modo, pode-se afirmar, apenas em termos aproximados, que o bambu preservado possui uma vida útil de 10 a 15 anos em locais expostos e de 15 a 20 anos em condições abrigadas (LIESE<sup>25</sup>).

Por isto, uma preservação do mesmo é necessária, a fim de prolongar sua vida em serviço (ENGLERTH & MALDONADO<sup>10</sup>, GALVÃO<sup>15</sup>, LIESE<sup>25</sup>, PURUSHOTHAM<sup>33</sup>, PURUSHOTHAM et al.<sup>34</sup> e SHARMA et al.<sup>39</sup>).

### 2.2.3. PRESERVAÇÃO

#### 2.2.3.1. MÉTODOS

A preservação do bambu para diversas finalidades tem sido, atualmente, extensivamente estudada (PURUSHOTHAM<sup>33</sup> e PURUSHOTHAM et al.<sup>34</sup>).

O bambu é tratado usando-se os mais variados métodos de preservação e preservativos oleossolúveis ou hidrossolúveis, sendo que, basicamente, seus tratamentos estão vinculados ao teor de umidade do colmo, e, deste modo, temos: tratamento de bambu seco e tratamento de bambu verde (PURUSHOTHAM<sup>33</sup>).

No caso do bambu partido em duas metades longitudinais e seco ao ar, o tratamento adequado seria sob pressão ou, em tanques abertos, por imersão, o que lhe proporciona uma vida em serviço entre 20 a 25 anos, aproximadamente, em condições de exposição à atmosfera ou em contato direto com o solo, sendo que uma vida útil semelhante não poderá ser esperada para os bambus tratados em forma cilíndrica, quando usados nas condições referidas anteriormente (PURUSHOTHAM<sup>33</sup>).

O bambu rachado em duas metades longitudinais apresenta, normalmente, uma mais elevada absorção e penetração que aquele em forma roliça (LIESE<sup>25</sup>).

Segundo PURUSHOTHAM<sup>33</sup>, para o caso de bambus tratados em forma roliça, usados ao ar livre e em contato direto com o solo, citam-se os dados a seguir (Quadro 1):

Quadro 1: Absorção e vida esperada em serviço do bambu em diferentes tratamentos usando-se preservativo oleossolúvel.

Tratamento	Tempo (horas)	Absorção (lb/cu.ft) Creosoto: "fuel - oil" (50:50)	Vida esperada em serviço (anos)
Imersão a quente	2	1 a 2	2 a 5
Tanques abertos (à temperatura ambiente)	4 a 6	3 a 6	10 a 15
À pressão	1	3 a 8	10 a 20

Com relação ao bambu rachado longitudinalmente e tratado em imersão, porém, com preservativo hidrossolúvel, pesquisas realizadas em Papua Nova Guiné revelam (Quadro 2) os dados a seguir (FOREST PRODUCTUS RESEARCH CENTRE<sup>12</sup>).

Quadro 2: Preservativos hidrossolúveis em diferentes concentrações e usos para bambu rachado longitudinalmente.

Preservativo	Concentração	Uso
CCA	2,5	Esteiras ou cercas de bambu (uso externo)
"Octabor" ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{13}$ ) como mistura de borax/ácido bórico	20,0	Esteiras de bambu (decoração de interiores ou pintadas para uso externo)

PURUSHOTHAM<sup>33</sup> recomenda que, para um melhor tratamento do bambu em forma roliça, os septos internos do mesmo devem ser perfurados com o uso de uma broca aquecida, tanto para a preservação do bambu seco ao

ar, quanto para o bambu verde.

Aquele autor recomenda, ainda, que o uso de uma broca seria útil de maneira a obter um melhor, e, possivelmente, mais rápido tratamento, desde que não proporcione sérios danos às propriedades de resistência mecânica do bambu.

Em tratamentos de estacas roliças de Bambusa vulgaris, secas ao ar, para moirões de cerca, tratadas com pentaclorofenol a 5% em óleo diesel, ENGLERTH & MALDONADO<sup>10</sup>, utilizando o método banho quente-frio, recomendam, também, a eliminação dos septos dos colmos, com o uso de uma vara, deixando, apenas, aquele situado na extremidade superior da estaca.

Quanto a estocar-se o bambu por um tempo longo, deve-se fazer um tratamento profilático do mesmo (LIESE<sup>25</sup>, McCLURE<sup>27</sup> e PURUSHOTHAM<sup>33</sup>).

Neste caso, pode-se usar ou uma solução a 5% de DDT ou 0,5% de gamma - BHC ou 0,5% de Dieldrin, espalhando a solução do produto escolhido com uma brocha ou por "spray", sobre o bambu estocado (LIESE<sup>25</sup>).

McCLURE<sup>27</sup> recomenda pulverizar os colmos em depósitos com uma solução de DDT a 5% dissolvido em água ou azeite de viscosidade baixa e repetir este tratamento de, aproximadamente, seis meses, dependendo das condições ambientais da região.

No caso da estocagem de colmos durante 1 (um) ou 2 (dois) anos, PURUSHOTHAM<sup>33</sup> recomenda que se deve empilhá-los em plataformas construídas 30 (trinta) centímetros acima do nível do solo para preservação contra o ataque de cupins. Para a proteção do bambu contra o apodrecimento e ataque de outros insetos, pulverizam-se as paredes externas das pilhas estocadas com uma solução de um bom preservativo, ou então, é às vezes mais econômico imergir os bambus, em feixes de 20 a 50 colmos, em solução preservativa durante 5 (cinco) minutos sob agitação constante do preservativo no tanque.

LIESE<sup>25</sup> afirma que o tratamento de bambus à pressão é usado somente em casos especiais, porque, na maioria das vezes, o número de colmos a preservar é pequeno e, deste modo, a preservação será onerada pela incidência de altos custos sobre o produto preservado.

Aquele autor acrescenta que o método mais econômico é o tratamento em tanques abertos. REIMÃO<sup>35</sup> e CAVALCANTE<sup>8</sup> afirmam que, de todos os tratamentos sem pressão, para madeiras, o mais perfeito é o banho quente-frio.

CAVALCANTE<sup>8</sup> preconiza, ainda, uma adaptação no processo banho quente-frio para madeiras, o qual consiste em aquecer as peças em água ou vapor d'água e, após, submergi-las em solução preservativa à temperatura ambiente. Sendo de fácil operação e requerendo um equipamento simples, o processo de difusão está sendo empregado em vários países como Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Índia e outros (SHARMA et al.<sup>39</sup>).

A proteção suficiente dos colmos de bambu pelo método de difusão pode ser alcançada somente por meio de sais de boa difusão, pois somente um enchimento completo dos vasos não garante, na totalidade, uma embebição de todo o tecido (LIESE<sup>24</sup>).

REIMÃO<sup>35</sup> afirma que os preservativos hidrossolúveis são os que melhor se prestam para a execução daquele método devido à maior penetração e absorção que os mesmos apresentam.

Afirmam, ainda, aquele autor que dos sais hidrossolúveis, os que mais se difundem na madeira são aqueles em cuja formulação química haja o boro.

BECKER<sup>4</sup> acrescenta que no processo de difusão devem ser usados os compostos de fluor e boro, devido à velocidade de difusão ser muito elevada com elementos de baixo peso molecular.

Segundo REIMÃO<sup>35</sup>, preservativos à base de boro têm sido muito utilizados na Austrália e Nova Zelândia para proteger a madeira do ataque de Lyctus sp.

Com relação ao ácido bórico e o borax, eles possuem, cada um, solubilidades que aumentam proporcionalmente com a temperatura conforme se menciona a seguir (Quadro 3).



Quadro 3: Variação da solubilidade do ácido bórico e bórax com a temperatura (REIMÃO<sup>35</sup>).

Temperatura °C	% de H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> por peso de solução saturada	% de borax por peso de solução saturada
10	3,34	3,52
20	4,65	4,89
30	6,34	7,30
40	8,17	11,38
50	10,24	18,10
60	12,96	30,15
70	15,75	36,94
80	19,06	44,32
90	23,27	53,78
100	27,52	65,65

Estas duas substâncias juntas, em água, formam uma solução que alcança grande solubilidade em temperaturas menores que aquelas demonstradas para as mesmas, isoladamente, bem como suas soluções são incolores (REIMÃO<sup>35</sup>).

Esta é uma característica muito desejável no tratamento preservativo de bambu para a indústria de móveis.

#### 2.2.3.2. ASPECTOS MICROSCÓPICOS DA PRESERVAÇÃO

Para um tratamento preservativo satisfatório sob pressão ou não, a quantidade de vasos é importante (LIESE<sup>25</sup>).

Fazendo investigações histométricas em Bambusa tulda e Dendrocalamus strictus LIESE & MENDE<sup>26</sup> verificaram que, enquanto nos tratamentos preservativos de madeira existe todo o alburno para o transporte axial de líquido, ocorre esta translocação no bambu somente em 5% de toda a área do eixo do colmo, sendo que os 95% restantes do tecido devem ser preservados pela difusão da solução, proveniente dos vasos, para

dentro das células de fibra e parênquima circundantes.

LIESE<sup>25</sup> afirma que a penetração de solução preservativa dentro de um bambu cortado e totalmente imerso ocorre, preferencialmente, na direção do comprimento do mesmo iniciando-se pelos vasos existentes em ambas as extremidades do colmo.

Aquele autor acrescenta que alguma penetração ocorre nos nós, onde os ramos foram cortados, bem como na epiderme (cutícula), através da qual a penetração é lenta e necessita de um tempo longo.

O movimento lateral ("radial") de solução preservativa, proveniente dos vasos, dá-se através das pontuações das paredes dos mesmos, e, após isto, a solução penetra pelas pontuações das células de parênquima e fibra, por difusão, após certo tempo (PURUSHOTHAM<sup>33</sup>).

#### 2.2.3.3. EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

A literatura menciona especialmente o boro, elemento ativo de todas as suas soluções, como o mais importante elemento químico para evitar o ataque de Lyctus (REIMÃO<sup>35</sup>).

Os valores de toxidez do boro e seus derivados, expressos em percentagem de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) na madeira, são indicados por FOUGEROUSSE et al.<sup>13</sup> (Quadro 4).

Quadro 4: Valores de toxidez de boro, expressos em ácido bórico, para insetos e fungos.

<u>Lyctus</u> sp	.....	0,2%
<u>Anobium</u> sp	.....	0,05%
<u>Cerambycidae</u>		
- <u>Ambeodontus tristis</u>	.....	0,1%
- <u>Hylotrupes bajulus</u> L.	.....	1,0%
Fungos de podridão semelhante		
à dos Basidiomicetos	.....	0,2 a 0,5%
Ascomicetos	.....	Muito resistentes ao ácido bórico

JOHNSTONE<sup>22</sup> enfatiza, também que uma quantidade equivalente a 0,2% de ácido bórico é o mínimo necessário para prevenir toda a madeira de alburno, contendo amido, contra a ataque de Lyctus sp.

Os derivados de boro são, contudo, preservativos que não alcançam limites de toxidez muito elevados para determinados fungos, embora, para insetos sejam muito eficientes (CAVALCANTE<sup>8</sup> e REIMÃO<sup>35</sup>).

### 3. DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DE MÓVEIS

No Brasil, pelo fato de a produção de móveis de bambu, em escala industrial, ser bastante recente, não existem, ainda, dados estatísticos a respeito do número de indústrias do setor.

Em Curitiba esta produção iniciou-se há, aproximadamente, 4 (quatro) anos existindo, atualmente, cerca de 3 (três) indústrias de móveis de bambu.

Seus fluxos de produção são bastante semelhantes.

Pelo fato de a fabricação destes móveis ser um processo, na sua grande maioria artesanal, ele envolve um grande número de pessoas, o que vem ajudar na ampliação e absorção de mão-de-obra.

Em Curitiba, determinada indústria do gênero possui, nos dias atuais, cerca de 1200 (um mil e duzentos) funcionários.

Essas indústrias apresentam uma grande variedade de produtos e preços das unidades produzidas. Atualmente o mercado nacional de móveis de bambu tem-se comportado em alta devido à grande procura dos seus produtos.

Iniciou-se paralelamente, em Curitiba, há cerca de 1 (um) ano, os primeiros contatos com o mercado internacional, e, pela ordem do volume de negócios destacam-se a França, Argentina e Uruguai como primeiros compradores deste tipo de móveis, o que demonstra as boas possibilidades de desenvolvimento deste tipo de indústria.

São descritos a seguir, com o fluxo de produção respectivo, as atividades e etapas do processo produtivo em determinada indústria na cidade de Curitiba, a qual possibilitou a execução do presente trabalho:

CORTE - Coleta de matéria-prima no campo usando-se equipamento apropriado.

TRANSPORTE - I - Tem por finalidade transportar-se a matéria-prima desde o campo até a indústria.

ESTOCAGEM - I - Visa estocar a matéria-prima na indústria. Desta etapa (inclusive) em diante, todas as atividades são executadas dentro da própria indústria.

VAPORIZAÇÃO - Realizada com os bambus colocados dentro de uma caixa metálica com dimensões de 0,50 x 0,60 x 4,00 m, contendo aquecimento e água na parte inferior de modo a poder-se formar vapor internamente.

Visa amolecer a epiderme do bambu para a etapa seguinte.

LIMPEZA - I - Feita com uso de um pano umedecido em óleo diesel.

Esta etapa tem por finalidade remover a camada quitinosa da epiderme do bambu.

SECAGEM NATURAL - Realizado em local ventilado e protegido de chuva.

TRANSPORTE - II - Tem por objetivo transportar, dentro da indústria, a matéria-prima seca ao ar.

Em Curitiba, PR, pelo fato de a indústria de móveis de bambu não ter centralizado, por enquanto, seus setores produtivos, esta etapa ainda existe, o que vem onerar o custo do produto.

SELEÇÃO - Visa fazer a triagem dos bambus de modo a eleger os melhores colmos para a fabricação dos diferentes produtos.

ESTOCAGEM - II - Tem por finalidade armazenar os bambus selecionados na etapa anterior.

COLORAÇÃO E LIMPEZA - II - A coloração do bambu visa dar-lhe uma característica estética semelhante a um móvel de madeira envernizado, contendo locais mais escuros e mais claros. É realizada com uma chama proveniente de um bico, tipo maçarico de solda oxiacetilênica, acoplado a um botijão de gás por meio de um pedaço de mangueira de comprimento variável. Logo em seguida, limpam-se os resíduos existentes na superfície do bambu com um pano seco.

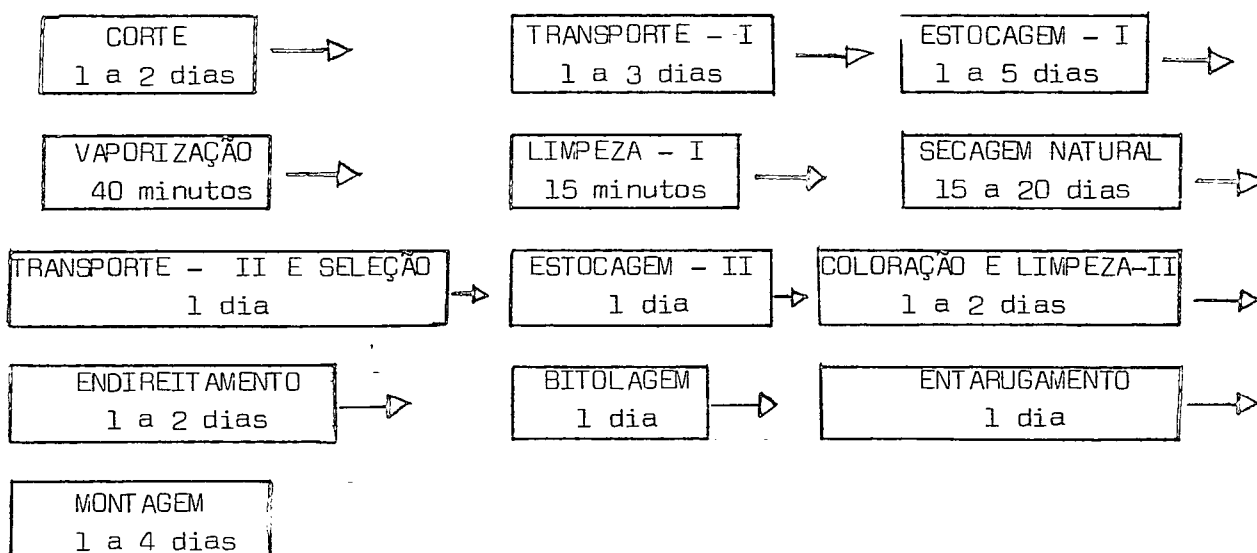
ENDIREITAMENTO - Tem por objetivo forçar o bambu tortuoso a ficar numa mesma reta. Para isto, introduz-se o colmo dentro do buraco de uma tábua, contendo orifícios de vários diâmetros, a qual é apoiada no solo de modo que sua maior dimensão fique no sentido ortogonal ao mesmo. A referida tábua é pregada em suportes próprios de modo a dar-lhe firmeza. A seguir, aquece-se o local de sinuosidade do bambu com o mesmo bico de chama descrito anteriormente, e força-se o colmo de modo a torná-lo reto.

BITOLAGEM - Feita com serra-fita ou serrote. Objetiva-se com esta etapa, obter peças de bambu com dimensões compatíveis com os diferentes modelos de móveis.

ENTARUGAMENTO - Realizado com a introdução de um pedaço de madeira, normalmente de baixo peso específico, dentro das extremidades das peças de bambu, as quais serão partes da base dos móveis (em contato com o chão) ou irão receber pregos ou parafusos quando da confecção dos móveis.

MONTAGEM - É a etapa final de industrialização do bambu, de acordo com a linha de produção da indústria.

O fluxo de produção, que reúne as etapas mencionadas anteriormente, é apresentado a seguir, sendo seus elementos dispostos conforme MILLER<sup>29</sup>:



## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAL

#### 4.1.1. ESPÉCIE DE BAMBU UTILIZADA

A determinação botânica do material de estudo foi efetuada por GERT HATSCHBACH do Museu Botânico de Curitiba, PR, o qual concluiu tratar-se da espécie Bambusa tuldoides Munro (Figura 1).

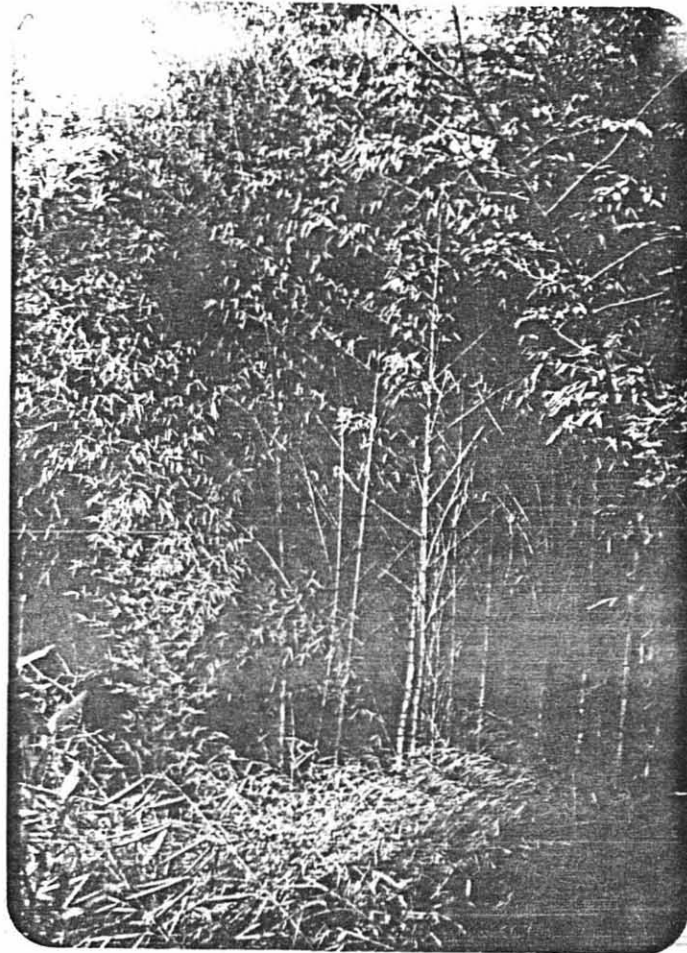


Figura 1: Povoamento de Bambusa tuldoides Munro.

Esta espécie é exótica, oriunda provavelmente de países asiáticos, o mesmo ocorrendo com a maioria das espécies de bambu existentes no Brasil.

#### 4.1.2. ÁREA DE COLETA

Escolheu-se um local em que estavam sendo coletados bambus para a confecção de móveis. A área em apreço localiza-se em "Ferraria", município de Campo Largo, PR (Figuras 2 e 3).

A mesma possui uma declividade de, aproximadamente, 20% e uma altitude de 987 metros.

Os colmos tiveram, na época de corte, sua idade estimada em cerca de 2,5 a 3,0 anos, por experiências práticas do pessoal do local.

A altura dos mesmos, avaliada com o uso de uma trena, variou, na referida época, de 3,0 a 5,0 metros.

#### 4.2. MÉTODOS

##### 4.2.1. OBSERVAÇÕES ANATÔMICAS E FOTOMICROGRAFIA

Prepararam-se as lâminas e realizou-se a fotomicrografia das mesmas segundo GOMES<sup>16</sup>. Para proceder-se às observações anatômicas necessárias foram selecionados, aleatoriamente, 4 (quatro) bambus da espécie em estudo, que constituíram 4 (quatro) repetições. Cada um foi selecionado em 3 (três) pedaços de 80 cm de comprimento: um da base, outro do meio e um terceiro pedaço do ápice. Coletou-se um total de 12 (doze) corpos de prova conforme 4.2.4. Com estes foram preparadas 3 (três) lâminas por posição (base, meio e ápice) de cada colmo, obtendo-se um total de 36 (trinta e seis) lâminas.

Foram utilizados somente cortes transversais (um por lâmina) para avaliar-se a frequência das células parenquimáticas, de fibras e de vasos. Optou-se por este tipo de corte devido à maior facilidade para a contagem do número daquelas células que ele apresenta, bem como por ser



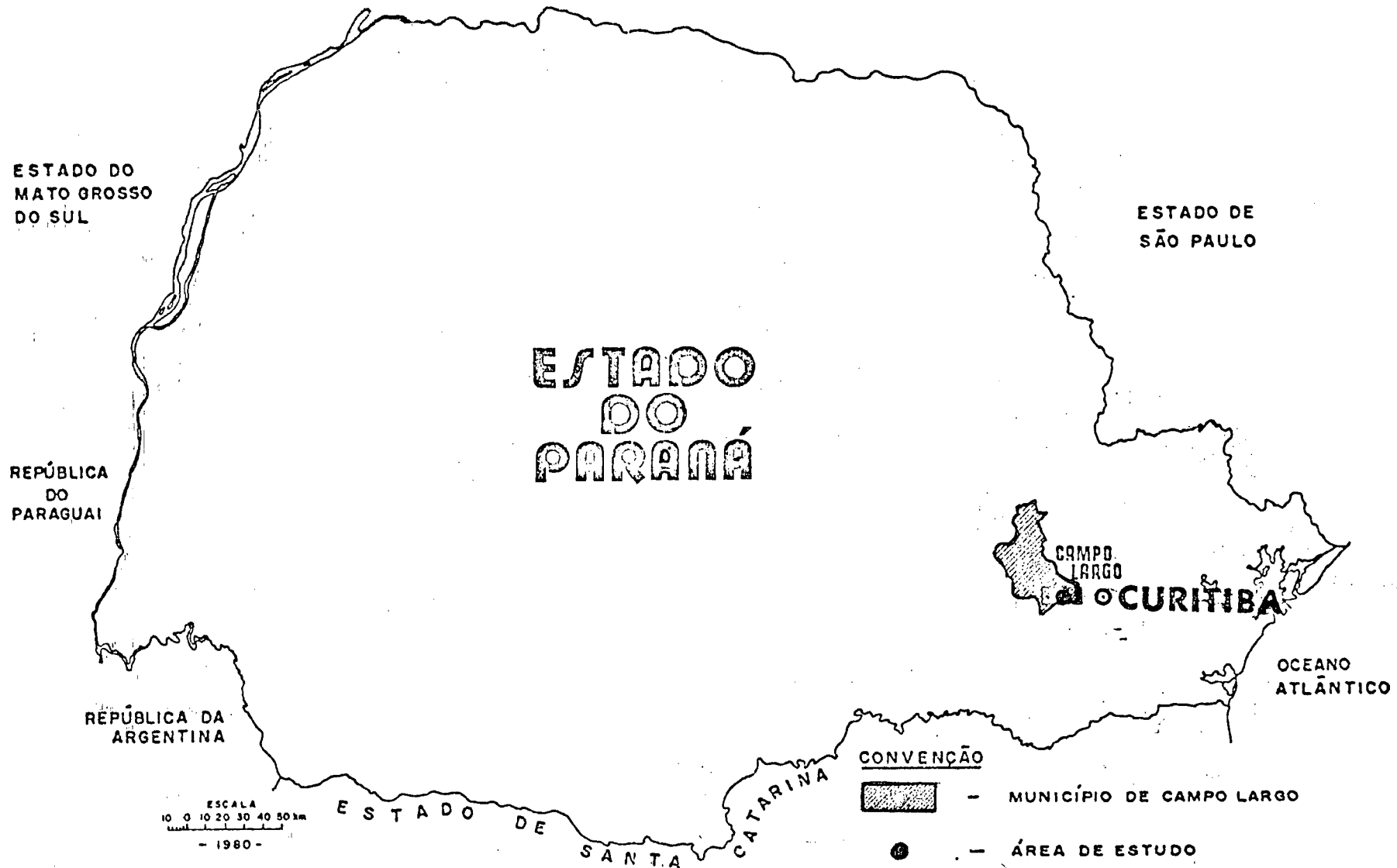


FIGURA 1 - M.A.P.A DE SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMPO LARGO NO ESTADO DO PARANÁ



o mesmo o mais indicado para u'a melhor visualização daqueles tipos de células.

Fêz-se a contagem das células de parênquima, fibra e vaso usando-se um aparelho elétrico, Leucodiff 1050, sendo as mesmas avaliadas por estereologia segundo HOESTER & SPRING<sup>20</sup>. Entretanto, pelo fato de os cortes transversais do colmo, terem o formato de um arco, bem como tratar-se o bambu de uma monocotiledônea, foram feitas adaptações no método estabelecido por aqueles autores.

Deste modo, no verso de cada lâmina foram marcados, macroscopicamente, 9 (nove) pontos assim distribuídos: 3 (três) na porção próxima à periferia do colmo, 3 (três) na mediana e 3 (três) outros próximos à parte oca do bambu.

Cada grupo de 3 (três) pontos (um da porção periférica, outro da mediana e outro próximo à parte oca do colmo) ficou, sempre, localizado numa mesma linha horizontal (Figura 4).

As avaliações foram efetuadas em cada lâmina, da periferia (epiderme do bambu) em direção ao centro (parte oca do colmo) para os 9 (nove) pontos mencionados anteriormente.

A contagem do número de células (parênquima, fibra e vaso) foi efetuada, ao microscópio, com o uso de um retículo contendo 25 (vinte e cinco) pontos, acoplado a uma das oculares de 10 vezes de aumento.

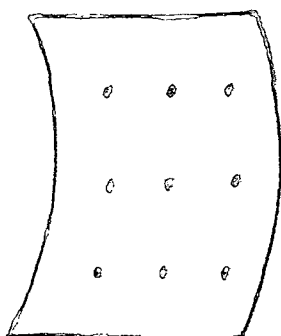


Figura 4: Esquema de um corte transversal de bambu contendo nove posições estereológicas marcadas macroscopicamente no verso da lâmina.

Em cada avaliação a parte central do retículo foi colocada, exatamente, sobre cada ponto (posição estereológica) já anteriormente marcado na lâmina. Deste modo, cada leitura com o retículo forneceu 25 (vinte e cinco) células, contadas ao acaso, nos pontos de encontro da malha reticular.

Usou-se um delineamento experimental em fatorial 3 x 3 inteiramente casualizado, sendo 3 (três) posições nos colmos (base, meio e ápice) e 3 (três) outras no sentido "radial" (da periferia para a parte oca do bambu) do corte transversal. Para cada uma das células de parênquima, fibra e vaso foi utilizada a média de 3 (três) posições estereológicas, localizadas no sentido da maior dimensão de cada corte, com a finalidade de avaliar-se a variação de cada uma daquelas células no sentido "radial".

Fêz-se inicialmente, uma análise de variância e, a seguir, aplicou-se o teste de Bartlett.

#### 4.2.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

##### 4.2.2.1 BAMBU RECENTEMENTE CORTADO

Procedeu-se à obtenção dos teores médios de umidade dos colmos neste e nos sub-ítem a seguir, para determinar-se, de acordo com a literatura, em qual condições de umidade dos mesmos há ataque ou susceptibilidade de ataque por Lyctus brumeus Steph.

Ao serem coletados os bambus para avaliar-se o teor médio de umidade, utilizou-se uma intensidade amostral de 40% e um número mínimo de 24 (vinte e quatro) colmos por lote.

Deste modo, de um lote de 30 (trinta) bambus cortados no campo no dia anterior e transportados, para a indústria, antes de passarem pela etapa estocagem - I (ítem 3) retiraram-se, aleatoriamente 12 (doze) colmos de diferentes posições do respectivo lote. A seguir, retirou-se aleatoriamente de uma das posições (base, meio ou ápice) de cada colmo

da amostra, 1 (um) pedaço de 80 (oitenta) centímetros, obtendo-se um total de 12 (doze) corpos de prova. Avaliou-se o conteúdo de umidade dos mesmos, em relação a seu peso seco, obtendo-se, no final, o teor médio de umidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS<sup>2</sup>).

#### 4.2.2.2 BAMBU ESTOCADO NA INDÚSTRIA

Com a mesma intensidade amostral do sub-item anterior, de um lote de 26 (vinte e seis) bambus, oriundos diretamente da etapa "estocagem - I" (item 3), foram selecionados 11 (onze) bambus, aleatoriamente, de diferentes posições do referido lote. Utilizou-se a seguir, a mesma metodologia descrita em 4.2.2.1., obtendo-se, deste modo, 11 (onze) corpos de prova e o respectivo teor médio de umidade.

#### 4.2.2.3 BAMBU NA MONTAGEM DOS MÓVEIS

Utilizou-se a mesma intensidade amostral de 4.2.2.1.

De um lote de 27 (vinte e sete) bambus, logo após a passagem de todos os colmos pela etapa "endireitamento" (item 3), foram selecionados, aleatoriamente, de diferentes posições do respectivo lote, cerca de 11 (onze) colmos.

Utilizou-se os bambus, após aquela referida etapa, pelo fato de, deste modo, poder-se obter colmos ainda inteiros para uma escolha aleatória efetuada nas mesmas condições dos sub-itens anteriores, uma vez que na etapa a seguir ("bitolagem"), os mesmos seriam seccionados em diferentes comprimentos, de acordo com a utilização deles na confecção dos móveis. A seguir, usou-se a mesma metodologia descrita em 4.2.2.1, obtendo-se 11 (onze) corpos de prova e o respectivo teor médio de umidade do lote em estudo.

#### 4.2.3 TESTES DE PRESERVAÇÃO

##### 4.2.3.1 IMERSÃO - DIFUSÃO DE BAMBU VERDE EM SOLUÇÃO PRESERVATIVA À TEMPERATURA AMBIENTE

Foram utilizados corpos de prova de bambu verde, com 80 (oitenta) centímetros de comprimento, cortados da base, meio e ápice de cada colmo e apresentando os septos nodais não perfurados internamente. Na retirada dos (três) corpos de prova, em cada bambu de pequeno comprimento, foi mantida uma distância mínima de, aproximadamente, 30 (trinta) centímetros, um do outro, naquelas mencionadas posições. Em bambus de maior dimensão longitudinal, aqueles corpos de prova foram retirados, nas referidas posições, a uma distância maior que 30 (trinta) centímetros, proporcionalmente ao comprimento do respectivo colmo. Cada bambu foi coletado aleatoriamente tanto no povoamento em que encontrava vegetando, quanto no momento em que cada um foi subdividido naquelas 3 (três) porções. Eliminaram-se os bambus que contivessem perfurações oriundas de quaisquer causas, bem como aqueles que não permitissem medir uma distância mínima de 30 (trinta) centímetros para a retirada dos corpos de prova nas posições base, meio e ápice.

Para o tratamento preservativo foram usados 2 (dois) tambores com capacidade de 200 (duzentos) litros de capacidade individual e 85 (oitenta e cinco) centímetros de altura.

O preservativo usado foi à base de CCB (cobre, cromo e boro) cuja composição química aproximada é de 63,5% de  $Cr_2O_3$ , 26,0% de  $CuO$  e 10,5% de B. A coloração do mesmo, tanto em estado natural quanto em solução, é alaranjada.

Usaram-se duas soluções aquosas, a 2% e a 5%, do referido preservativo, colocadas, separadamente em cada um dos tambores. O método empregado foi o de difusão à temperatura ambiente, tratando-se os corpos de prova durante 3 (três) e 6 (seis) dias com a finalidade de verificar, preliminarmente, se haveria penetração do preservativo em toda a extensão interna do corpo de prova, contendo seus septos nodais não per-

furados.

Foram usados 7 (sete) bambus (repetições) para cada tempo, totalizando, desta maneira, 28 (vinte e oito) colmos ou 84 (oitenta e quatro) corpos de prova (Figura 5).



Figura 5: Tambores de duzentos litros contendo corpos de prova de bambu imersos em solução aquosa a 2% e a 5% de preservativo à base de CCB.

Cada corpo de prova, após concluído o tratamento preservativo, foi partido longitudinalmente com o uso de um facão, obtendo-se deste modo, duas metades longitudinais com 80 cm de comprimento cada.

Utilizou-se, aleatoriamente, apenas uma das metades e detectou-se, somente, a presença de cobre, conforme a normalização da STANDARDS ASSOCIATION OF AUSTRALIA<sup>14</sup>.

A penetração daquele elemento químico foi observada nas espessuras, de ambos os lados, da metade longitudinal escolhida. Para isto, mediu-se a penetração, axial e transversalmente, ao longo das duas es-

pressuras. Por tratar-se de um teste preliminar, foi efetuada a ânalise química qualitativamente (penetração), apenas de cobre, por ser em parte, mais rápido e menos oneroso o processo, que a qualitativa de bo-ro.

#### 4.2.3.2 IMERSÃO DE BAMBU VERDE EM SOLUÇÃO PRESERVATIVA À TEMPERATURA CONTROLADA

Os testes apresentados neste e no sub-item a seguir foram feitos em temperatura controlada com a finalidade de tentar-se apresentar mais alternativas à indústria, em termos de preservação dos colmos, como se mencionou, anteriormente, no início do presente trabalho.

Os corpos de prova, tratados com preservativos neste sub-item, em 4.2.3.3 e 4.2.3.4 a seguir, foram utilizados para proceder-se ao estudo da penetração do elemento químico cobre nos colmos da espécie em estudo. Além do equipamento de rotina utilizou-se um tanque, para tratamento preservativo de imersão, com controle de temperatura. O preservativo usado foi o mesmo de 4.2.3.1. Usou-se uma furadeira elétrica para perfuração interna dos septos encontrados em cada corpo de prova.

Para a coleta do material procedeu-se como em 4.2.3.1, porém utilizaram-se corpos de prova de bambu verde com os septos nodais internos perfurados. Fêz-se a imersão dos mesmos à temperatura controlada de  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , numa solução aquosa, a 4%, do preservativo à base de CCB. Foram utilizados 2 (dois) tempos de imersão: 3 (três) e 6 (seis) dias. Para cada um usaram-se 7 (sete) bambus (repetições) ou 21 (vinte e um) corpos de prova.

#### 4.2.3.3 IMERSÃO DE BSMBU PARCIALMENTE SECO AO AR

Utilizou-se o mesmo equipamento de 4.2.3.2, e, para a coleta do material, seguiu-se a metodologia descrita em 4.2.3.1. A seguir, os corpos de prova de bambu, inicialmente verdes, tiveram seus septos nodais perfurados e foram deixados secar à sombra em local ventilado e



protegido de chuva durante, aproximadamente 20 (vinte) dias, à semelhança do que ocorre na indústria de móveis de bambu em Curitiba, PR. Após este período de tempo procedeu-se ao tratamento de imersão, utilizando-se a mesma metodologia descrita em 4.2.3.2, porém, com os corpos de prova já parcialmente secos ao ar.

#### 4.2.3.4 BANHO QUENTE-FRIO EM COLMOS NA LINHA DE PRODUÇÃO

Este teste foi feito, apenas, com bambu parcialmente seco ao ar por ser, exatamente, esta a condição de umidade dos colmos utilizada na fabricação de móveis de bambu pela indústria.

Utilizaram-se os mesmos equipamentos de 4.2.3.1, porém com 4 (quatro) tambores de 200 litros cada e 85 cm de altura, bem como uma caixa metálica, conforme descrito na etapa "vaporização" do item 3, tendo-se perfurado os septos nodais internos de cada corpo de prova conforme 4.2.3.2.

Adotou-se a mesma metodologia descrita em 4.2.3.1, para a coleta de material no campo, tendo-se feito uma adaptação do método banho quente-frio de acordo com o fluxograma da linha de produção da indústria.

O banho quente, tradicionalmente efetuado com solução de preservativo aquecida, foi substituído pela "vaporização", conforme descrito no item 3, e, o banho frio foi realizado em tambores de 200 (duzentos) litros cada um. Em cada tambor colocou-se uma solução aquosa do preservativo à base de CCB.

Conforme se descreveu anteriormente, foram-utilizadas 4 (quatro) concentrações: 2%, 3%, 4% e 5%. Os tempos de duração do tratamento a frio foram, para cada concentração 1 (um), 3 (três) e 6 (seis) dias.

Retiraram-se corpos de prova das 3 (três) posições base, meio e ápice de cada colmo, conforme se mencionou anteriormente em 4.2.3.1, sendo que para cada combinação dos fatores concentração, tempo e posição, foram usadas 7 (sete) repetições.

#### 4.2.4 PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Todos os corpos de prova com 80 cm de comprimento, tratados anteriormente com preservativo, foram marcados, subdivididos e selecionados de acordo com os diferentes testes.

Esta subdivisão teve por finalidade conseguir-se material necessário à execução dos seguintes testes: penetração de cobre no bambu, análise química quantitativa dos elementos componentes do preservativo usado que ficaram retidos nos colmos, teste de toxidez do preservativo ao ataque de Lyctus brunneus e observação anatômica das células do bambu que apresentam maior interesse para a preservação do mesmo.

Para a subdivisão dos referidos corpos de prova, em pedaços menores, utilizou-se a metodologia cujo esquema (Figura 6) e explicação encontram-se a seguir

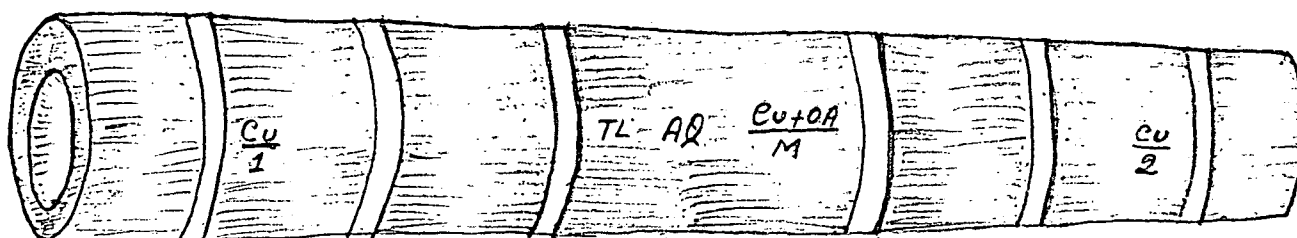


Figura 6: Esquema de um corpo de prova contendo nodulação e local de retirada de material para os diferentes testes.

$\frac{Cu}{1}$  - Tubo de 3 cm de comprimento, cortado transversalmente ao bambu e retirado próximo ao primeiro nó, porém, na região interna compreendida entre cada dois nós mais extremos do corpo de prova. Este tubo não contém nodulação. A seguir foi partido longitudinalmente, obtendo-se duas metades: uma delas foi retirada, aleatoriamente, para proceder-se à análise qualitativa de cobre.

O número "1" indica a análise qualitativa daquele elemento na "posição 1" do corpo de prova, isto é, considerando-se a

direção da base para o ápice do bambu (Figura 6).

TL - Tubo de 10 cm de comprimento, sem nodulação e cortado transversalmente ao bambu. Localiza-se no gomo central do corpo de prova (Figura 6).

É utilizado para teste de toxidez do preservativo ao ataque Lyctus brunneus.

AQ - Tubo de 3 cm de comprimento, sem nodulação, cortado transversalmente ao bambu e retirado no gomo central. Presta-se para análise química quantitativa da região anexa ao tubo TL (Figura 6).

Cu + OA  
M - Tubo de 3 cm de comprimento, cortado transversalmente ao bambu e retirado próximo de AQ, sem nodulação. Foi partido longitudinalmente, obtendo-se duas metades: uma delas foi retirada, aleatoriamente, para proceder-se à análise química qualitativa do cobre.

Do dorso desta metade retirou-se um pequeno bloco de aproximadamente 2,5 cm de comprimento e largura variável de acordo com o diâmetro do bambu em estudo, para proceder-se à observação anatômica de parênquima, fibra e vaso. A outra metade, bem como aquelas retiradas nas posições "1" e "2" foram deixadas intactas para outros estudos futuros de penetração.

A letra "M" significa tubo retirado da parte mediana do corpo de prova (Figura 6).

Cu  
2 - Tubo de 3 cm de comprimento, sem nodulação, cortado transversalmente ao bambu e retirado próximo ao último nó, porém, na região interna compreendida entre cada dois nós mais extremos do corpo de prova.

A seguir foi partido longitudinalmente, obtendo-se duas meta

des: uma delas foi retirada aleatoriamente, para proceder-se à análise química qualitativa e cobre. O número "2" indica a análise qualitativa daquele elemento na "posição 2" do corpo de prova, isto é, considerando-se a direção da base para o ápice do bambu (Figura 6).

#### 4.2.5 ANÁLISES EM LABORATÓRIO

##### 4.2.5.1 ANÁLISE QUÍMICA QUALITATIVA (PENETRAÇÃO)

Para avaliar-se a penetração de cobre no bambu usou-se a metodologia a seguir:

Obtiveram-se as metades do colmo conforme descrito em 4.2.4, e, com o auxílio de uma lupa de 10 (dez) vezes de aumento e uma régua milimétrica, colocada em sentido transversal ao eixo do bambu, mediu-se a penetração do elemento químico de um lado e de outro da espessura do colmo. Obteve-se uma penetração média. A seguir, no mesmo corpo de prova e utilizando-se o mesmo raciocínio anterior, avaliou-se, também com o auxílio da régua, a espessura média daquela porção do colmo. Deste modo, obteve-se a relação penetração/espessura para cada corpo de prova. Não se efetuou a análise química qualitativa (penetração) de boro, pelo fato de o material a ser utilizado envolver um custo bem mais elevado do que aquele para cobre, bem como, de, na época, não se ter conseguido no mercado algumas substâncias químicas que compunham o total de substâncias exigido pela normalização técnica usada. Deste modo, a penetração de boro foi avaliada em termos comparativos em relação à penetração de cobre.

Dos corpos de prova dos tratamentos realizados em 4.2.3.2, 4.2.3.3 e 4.2.3.4, foram coletados pequenos blocos conforme se descreveu em 4.2.4, no que se refere à penetração de cobre. Para detectar a presença deste elemento naquelas porções, utilizou-se a normalização da STANDARDS ASSOCIATION OF AUSTRALIA<sup>41</sup>.

Usou-se um delineamento experimental em fatorial 3 x 2 inteiramente casualizado para avaliar-se, estatisticamente, a penetração de cobre em bambu verde e também parcialmente seco ao ar, ambos tratados à temperatura controlado (sub-itens 4.2.3.2 e 4.2.3.3).

Para bambu parcialmente seco ao ar em tratamento na linha de produção (banho quente-frio), utilizou-se um delineamento experimental em 3 x 4 x 3 inteiramente casualizado (sub-item 4.2.3.4).

Para avaliar-se, estatisticamente, a penetração do elemento cobre nos sub-itens mencionados, fêz-se, inicialmente para cada um, uma análise de variância e, a seguir, aplicou-se o teste de Bartlett.

#### 4.2.5.2 ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA (RETENÇÃO REAL)

Foram utilizados tubos de bambu (AQ) conforme descrito em 4.2.4, tendo, os mesmos, recebido, anteriormente, tratamento preservativo, em concentrações e tempos de acordo com o exposto em 4.2.3.4.

Procedeu-se à análise química quantitativa dos colmos oriundos, apenas, do tratamento realizado neste último item pelo fato de ser o "banho quente-frio adaptado", o método que melhor se coaduna, na prática, com a linha de produção de móveis de bambu, nos dias atuais, devido, principalmente à sua simplicidade e exequibilidade prática, em relação aos métodos de tratamento dos colmos, realizados em laboratório à temperatura controlada, apresentados neste trabalho. Entre os 3 (três) tempos de imersão escolheu-se, para a análise química quantitativa, o material oriundo somente daquele de 3 (três) dias. Optou-se pelo mesmo, devido ao fato de ser ele um tempo mediano em relação aos outros dois, e, deste modo, poder-se relacionar, comparativamente, seus resultados com os demais tempos.

Realizou-se a análise química quantitativa, por absorção atômica, para cobre e cromo de acordo com o método de Lambert descrito pela AMERICAN WOOD PRESERVERS ASSOCIATION<sup>3</sup>.

Para o boro utilizou-se o método colorimétrico conforme HILDEBRAND et al.<sup>19</sup>.

O número de corpos de prova (sete) foi o mesmo de 4.2.3.4 para as posições base, meio e ápice. Cada tubo de bambu retirado conforme 4.2.4 anterior, foi transformado em pó de modo a atender à normalização técnica usada, a qual exige um peso mínimo, para cada amostra, equivalente a 5 (cinco) gramas. Entretanto, considerando que a maioria dos tubos utilizados não possuía, antes de ser transformado em pó, aquele mínimo de peso exigido, procedeu-se, então, previamente, à padronização dos comprimentos dos mesmos com o uso de uma serra-fita. Fêz-se isto, para que cada pedaço participasse, na análise química, pelo menos com a mesma dimensão (comprimento); uma vez que o diâmetro e a espessura de cada colmo são variáveis de controle não muito fácil. De maneira, então, a tentar-se diminuir o efeito indesejável dessas duas últimas variáveis, os tubos foram, cada um, transformados em pó e reunidos, após, em uma só porção (um só "bolo" polvilhado) para base, outra para meio e uma terceira porção para ápice. Deste modo, não se conseguiu obter um número de repetições para aquelas 3 (três) posições e, conseqüentemente, não se pôde efetuar a análise estatística para a retenção real.

De cada "bolo" polvilhado foram retiradas 2 (duas) amostras para cada uma daquelas três posições, sendo 5 (cinco) gramas para análise química de cobre e cromo e outras 5 (cinco) gramas para análise de boro.

#### 4.2.5.3 TESTE DE TOXIDEZ AO ATAQUE DE Lyctus brunneus Steph.

Pelo fato de não se ter conseguido, na época, instalações adequadas para a execução de uma pesquisa relativa à toxidez de preservativos ao ataque de insetos, optou-se por um teste preliminar usando-se, apenas, pedaços de bambu parcialmente secos ao ar oriundos das concentrações e tempos mencionados em 4.2.3.4.

Foram usados 9 (nove) pedaços de bambu, por concentração, com 10 cm de comprimento (tubo "TL" de 4.2.4) tratados nas concentrações de 2%, 3%, 4% e 5% durante 1 (um), 3 (três) e 6 (seis) dias sendo que, para cada tempo de tratamento, foram usados (três) corpos de prova das mencionadas concentrações (Quadro 5). Todos eles foram depositados dentro de frascos cilíndricos de 30 x 50 cm em cuja extremidade aberta foi colocado um pedaço de tela com orifícios de 1 (um) milímetro quadrado (Figura 7).

Para cada tempo de imersão utilizou-se 1 (uma) amostra de controle com, também, 10 (dez) centímetros de comprimento, da mesma espécie de bambu, porém, sem qualquer tratamento (testemunha). Da concentração de 4% e tempo de imersão de 3 (três) dias, foram utilizados 9 (nove) outros pedaços com 1 (uma) testemunha. Optou-se por este proceder, com a finalidade de testar-se esta concentração aproximadamente média, num tempo mediano, de modo a verificar se a mesma poderia representar, em termos comparativos, as demais. Obteve-se, portanto, um total de 49 (quarenta e nove) pedaços de bambu, com 10 cm de comprimento, distribuídos em 4 (quatro) frascos de vidro (Quadro 5).

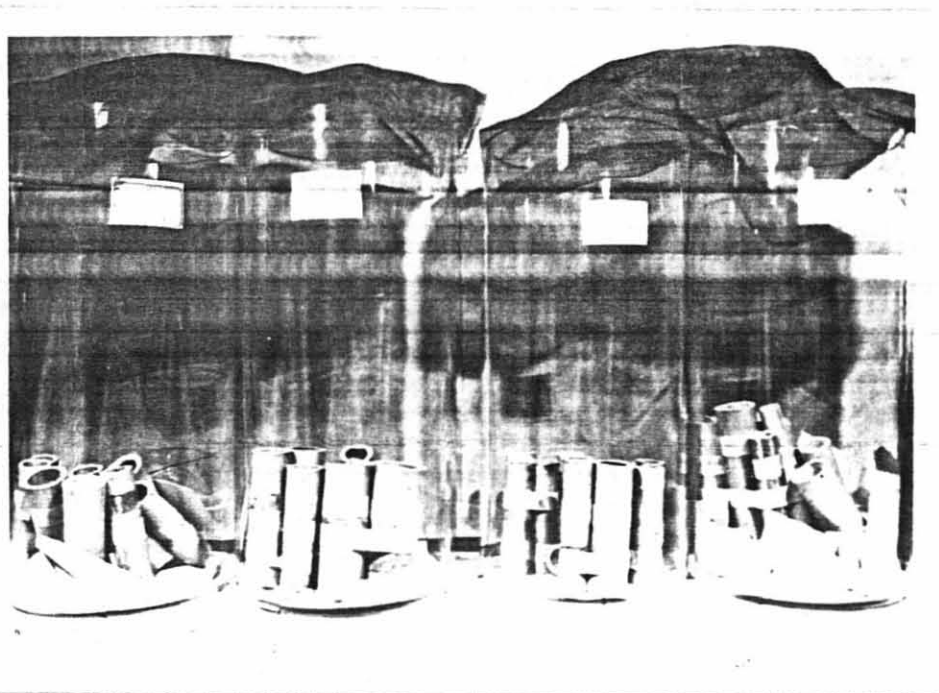


Figura 7: Recipientes de vidro contendo Lyctus brunneus Steph. e corpos de prova de bambu para o teste de toxidez.

Quadro 5: Distribuição do número de corpos de prova no teste de toxidez a Lyctus brunneus Steph.

	TEMPOS DE IMERSÃO (dias)			TOTAL GERAL DE PEDAÇOS DE BAMBU
	1	3	6	
	Número de pedaços de bambu por concentração			
CONCENTRAÇÕES	2	3	3	9
(%)	3	3	3	9
	4	3	12	18
	5	3	3	9
TESTEMUNHAS	1	2	1	4
TOTAL DE PEDAÇOS DE BAMBU	13	23	13	49

Para a execução do restante do teste utilizou-se a normalização da BRITISH STANDARDS ASSOCIATION<sup>6</sup> específica para avaliar-se a toxidez de preservativos da madeira ao ataque de Lyctus brunneus. No entanto, devido à falta, na época, de condições adequadas para a execução de um teste de toxidez, como mencionado no início deste sub-item, não se pôde seguir, na íntegra, os critérios preconizados por aquela normalização.

Foram utilizados cerca de 7 (sete) casais de Lyctus brunneus distribuídos 1 (um) em cada uma das concentrações de 2%, 3% e 5%. Para a concentração de 4% e tempo de 3 (três) dias de tratamento, pelo fato de a mesma possuir um maior número de pedaços de bambu (Quadro 5), utilizaram-se 3 (três) casais.



## 5. RESULTADOS

### 5.1 PROPORÇÃO DE TIPOS DE CÉLULAS EM Bambusa tuldoides Munro

Com o presente estudo anatômico procurou-se verificar, basicamente, a ocorrência de variação do número de células de parênquima, fibra e vaso no "sentido radial"\* para a espécie em estudo. Tal evento foi realizado para as 3 (três) posições de retirada dos corpos de prova dos colmos (base, meio e ápice).

Para as referidas células obtiveram-se os resultados percentuais médios (Quadro 6).

A análise estatística dos dados obtidos no presente estudo apresentou os resultados a seguir para os 3 (três) tipos de célula observados (Quadro 7-11).

### 5.2 SUSCEPTIBILIDADE DO BAMBU AO ATAQUE DE Lyctus sp DURANTE O PROCESSO INDUSTRIAL

Para verificar-se as condições adequadas para o ataque de Lyctus sp, durante o processo de produção dos móveis realizou-se uma pesquisa preliminar à base de medições de umidade, nas diferentes etapas da produção, conforme se expôs em 4.2.2.

Como mostram os quadros 23, 24 e 25 (Apêndice) verificou-se que o bambu verde, recentemente cortado, bem como aquele do estoque da

\* "Sentido radial" - refere-se, no texto, ao sentido geométrico de observação, uma vez que o bambu não apresenta raios.

Quadro 6: Número de células de parênquima, fibras e vasos nas posições POS e RAD.

POS	RAD <sub>1</sub>	RAD <sub>2</sub>	RAD <sub>3</sub>	TOTAL	%	RAD <sub>1</sub>	RAD <sub>2</sub>	RAD <sub>3</sub>	TOTAL	%	RAD <sub>1</sub>	RAD <sub>2</sub>	RAD <sub>3</sub>	TOTAL	%
Base	283	507	666	1456	53,92	570	330	182	1082	40,08	47	63	72	162	6,00
Meio	278	479	678	1435	53,15	573	354	170	1097	40,63	49	67	52	168	6,22
Ápice	283	470	621	1374	50,89	570	347	192	1109	41,08	47	83	87	217	8,04
TOTAL	844	1456	1965	4265	52,65	1713	1031	544	3288	40,60	143	213	191	547	6,75
%	31,26	53,92	72,78			63,44	38,18	20,15			5,30	7,89	7,08		

Quadro 7: Análise de variância das células de parênquima nas posições dos colmos e das lâminas

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	
POS	2	3,444	1,722	0,659	NS
RAD	2	617,719	308,860	118,149	**
POS X RAD	4	4,212	1,053	0,403	NS
Resíduo	26	67,968	2,614		
TOTAL	34	691,813	20,347		

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

NS = São significativo

Quadro 8: Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator posição radial (RAD) em células de parênquima do bambu.

---

$$W = q_{\alpha}(p, n_2) \bar{Sx}$$

$$\bar{Sx} = 0,4667$$

$$q_{.01}(26,2) = 3,936$$

$$W = 1,8369$$

$$RAD_3 = 18,2129 \quad a^*$$

$$RAD_2 = 13,4815 \quad b$$

$$RAD_1 = 7,8148 \quad c$$

---

\* Médias seguidas verticalmente pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Quadro 9: Análise de variância de fibras nas posições dos colmos e das lâminas.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	
POS	2	0,377	0,188	0,054	NS
RAD	2	709,484	354,742	101,263	**
POS X RAD	4	1,331	0,333	0,095	NS
Resíduo	27	94,585	3,503		
TOTAL	35	805,778	23,022		

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

NS - Não significativo.

Quadro 10: Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator posição radial (RAD) em fibras de bambu.

---

$$W = q_{\alpha}(p, n_2) \bar{Sx}$$

$$\bar{Sx} = 0,5403$$

$$q_{.01}(27,2) = 3,925$$

$$W = 2,1207$$

$$RAD_1 = 15,8611 \quad a^*$$

$$RAD_2 = 9,5463 \quad b$$

$$RAD_3 = 5,0370 \quad c$$

---

\* Médias seguidas verticalmente pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Quadro 11: Análise de variância de vasos nas posições dos colmos e das lâminas.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
POS	2	1,873	0,936	2,921 NS
RAD	2	2,636	1,318	4,111 NS
POS X RAD	4	1,347	0,337	1,050 NS
Resíduo	27	8,657	0,321	
TOTAL	35	14,514	0,415	

NS = Não significativo

indústria(etapa "estocagem I" do item 3), possuem uma unidade média ao re dor de 60% (Quadros 23 e 24 do Apêndice). Após a armazenagem e durante o processamento dos colmos dentro da indústria(etapa "endireitamento" do item 3), a referida unidade apresentou-se muito variável, porém de manei ra geral, diminuiu até cerca de, aproximadamente 40%(Quadro 25 do Apêndice).

### 5.3 PENETRAÇÃO DO ELEMENTO COBRE

Conforme se mencionou em 4.2.5.1, procedeu-se à obtenção de da dos relativos à penetração de, somente, o elemento cobre. Apresentam-se, a seguir, os dados relativos à penetração média, em centímetros, e a análi se estatística dos resultados referentes à penetração daquele elemento químico com os colmos em diferentes teores de umidade e tratados por di ferentes métodos preservativos.

#### 5.3.1 EM BAMBU VERDE

Os resultados relativos à penetração do referido elemento com os colmos nesta condição de umidade, foram obtidos por inersão - difusão com características distintas: no campo, a temperatura ambiente, e, no laboratório à temperatura controlada.

Obtiveram-se os resultados apresentados a seguir:

##### 5.3.1.1 TESTE PRELIMINAR NO CAMPO

Neste teste não se detectou a presença de cobre na porção media na dos corpos de prova tratados por imersão-difusão. Houve penetração, apenas, nas regiões externas e adjacentes aos dois nós extremos de cada corpo de prova.

##### 5.3.1.2 À TEMPERATURA CONTROLADA

Os valores da penetração média do referido elemento químico en contram-se no quadro 12.



Quadro 12: Penetração média (cm) de cobre em corpos de prova de bambu verde coletados em diferentes posições nos colmos e tratados à temperatura controlada em diferentes tempos.

POSIÇÕES	TEMPOS (dias)			
	3	ICM*	6	ICM*
BASE	0,05	0,05 ± 0,04	0,10	0,10 ± 0,04
MEIO	0,07	0,07 ± 0,05	0,14	0,14 ± 0,04
ÁPICE	0,07	0,07 ± 0,05	0,19	0,19 ± 0,05

A análise estatística apresentou os resultados a seguir (Quadro 13).

### 5.3.2 EM BAMBU PARCIALMENTE SECO

Os corpos de prova para este teste foram preservados por imersão à temperatura controlada no laboratório e um outro lote pelo método banho quente-frio na linha de produção como se expôs em 4.2.3.3 e 4.2.3.4 respectivamente.

Os resultados da análise calorimétrica encontram-se a seguir (Quadros 14 e 15).

Quadro 14: Penetração média (cm) de cobre em bambu parcialmente seco tratado em temperatura controlada.

POSIÇÕES	TEMPOS (dias)			
	3	ICM*	6	ICM*
BASE	0,09	0,09 ± 0,02	0,24	0,24 ± 0,03
MEIO	0,13	0,13 ± 0,02	0,24	0,24 ± 0,03
ÁPICE	0,14	0,14 ± 0,02	0,31	0,31 ± 0,02

Os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 16-20

\* ICM = Intervalo de confiança da média ( $\Delta P=95\%$ ). Admitiu-se como normal a distribuição estatística, conforme literatura corrente consultada.

Quadro 13: Análise de variância da penetração de cobre em bambu verde, tratado em temperatura controlada, usando-se a espessura como covariável.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	F <sub>v</sub>
Espessura	1	0,013	0,013	3,485	NS
POS	2	0,002	0,001	0,257	NS
Tempo	1	0,003	0,003	0,877	NS
POS X Tempo	2	0,011	0,005	1,381	NS
Resíduo	35	0,133	0,004		
TOTAL	41	0,237	0,006		

NS = Não significativo.

Quadro 15: Penetração média (cm) de cobre em bambu parcialmente seco tratado na linha de produção

POSIÇÕES	CONCENTRAÇÕES (%)												
	2			3			4			5			
	TEMPOS (dias)												
	1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6	
BASE	1,15	1,65	1,55	0,78	1,10	1,77	1,58	2,84	1,96	3,18	2,52	3,51	
MEIO	1,57	1,74	2,04	1,02	1,54	2,78	2,27	2,92	2,66	3,24	3,62	3,84	
ÁPICE	2,20	2,24	2,56	1,50	1,93	2,87	2,48	3,24	3,09	3,55	3,73	3,99	
MÉDIA	1,64	1,88	2,05	1,11	1,52	3,47	2,11	3,00	2,57	3,32	3,29	3,78	
ICM*	1,64	± 0,60	±0,36	±0,57	±0,41	±0,47	±0,69	±0,53	±0,24	±0,64	±0,22	±0,80	±0,28

ICM - Intervalo de confiança da média.

Quadro 16: Análise de variância da penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em temperatura controlada, usando-se a espessura como covariável

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	F'
Espessura	1	0,001	0,001	0,710	NS
POS	2	0,012	0,006	4,207	*
Tempo	1	0,083	0,083	60,184	**
POS X Tempo	2	0,006	0,003	2,061	NS
Resíduo	35	0,048	0,001		
Total	41	0,301	0,007		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS = Não significativo.

Quadro 17: Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para os níveis do fator posição, de modo a avaliar se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco ao ar, tratado em temperatura controlada.

---

$$W = q_{\alpha}(p, n_2) S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} = 0,0085$$

$$q_{.05}(36, 3) = 3,465$$

$$W = 0,0295$$

$$P_3 = 0,2263 \text{ a}^*$$

$$P_2 = 0,1864 \text{ b}$$

$$P_1 = 0,1661 \text{ b}$$

---

\* Médias seguidas verticalmente pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Quadro 18: Análise de variância da penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em banho quente-frio, usando-se a espessura como covariável.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	F'
Espessura	1	0,076	0,076	9,017	**
POS	2	0,034	0,017	2,033	NS
CONC	3	0,502	0,167	19,916	**
Tempo	2	0,031	0,015	1,826	NS
POS X CONC	6	0,028	0,005	0,546	NS
POS X Tempo	4	0,006	0,002	0,179	NS
CONC X Tempo	6	0,191	0,032	3,781	**
POS X CONC X Tempo	12	0,099	0,008	0,978	NS
Resíduo	215	1,808	0,008		
Total	251	5,772	0,023		

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS = Não significativo.

QUADRO 19: Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator concentração a fim de avaliar-se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco, tratado em banho quente-frio.

---

$W = q_{\alpha}(p, n_2) \bar{Sx}$	$C_4 = 0,2431$	a*
$\bar{Sx} = 0,01127$	$C_3 = 0,3658$	b
$q.01(215,4) = 4,45$	$C_1 = 0,2652$	c
$W = 0,0502$	$C_2 = 0,2431$	c

---

\* Médias seguidas verticalmente pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

Quadro 20: Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para os níveis do fator tempo, de modo a avaliar-se a penetração de cobre em bambu parcialmente seco tratado em banho quente-frio.

---

$W = q_{\alpha}(p, n_2) \bar{Sx}$	$T_3 = 0,3884$	a*
$\bar{Sx} = 0,00976$	$T_2 = 0,3462$	b
$q.01(215,3) = 4,16$	$T_1 = 0,2922$	c
$W = 0,0406$		

---

\* Médias seguidas verticalmente pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

#### 5.4 RETENÇÃO REAL DOS ELEMENTOS QUÍMICOS COBRE, CROMO E BORO

Para o presente teste foi efetuado a análise química quantitativa somente para os corpos de prova parcialmente secos, oriundos do banho quente-frio na linha de produção, tratados durante ( três) dias, conforme se mencionou em 4.2.5.2. Os dados obtidos para os 3 (três) elementos químicos, são apresentados a seguir (Quadros 21, 22 e 26 no Apêndice).

Para a apresentação dos resultados em  $g/m^3$  no Quadro 21 utilizou-se a metodologia citada em REIMÃO<sup>35</sup>.

Aplicou-se o mesmo raciocínio para a espécie de bambu em estudo, tomando-se como base o peso específico da mesma ( $0,842 g/cm^3$ ).

O elemento químico boro foi obtido por análise colorimétrica conforme HILDEBRAND et al.<sup>19</sup>, como se expôs em 4.2.5.2, conseguindo-se os resultados em gramas de boro por 100 (cem) gramas de madeira (g boro /100 g madeira). Esta quantidade do referido elemento, relacionada por estequiometria ao peso molecular do ácido bórico, forneceu os resultados em percentagem desse ácido.

São apresentados a seguir os resultados da análise química quantitativa em percentagem de ácido bórico (Quadro 22).

#### 5.5 EFEITO DA PRESERVAÇÃO CONTRA O ATAQUE DE Lyctus brunneus Steph.

Após 2 (dois) meses de implantado o experimento, conforme se descreveu em 4.2.5.3, observou-se que todos os insetos, nas 4 ( quatro) concentrações utilizadas, estavam mortos sem atacar os corpos de prova de bambu.



Quadro 21: Quantidade dos elementos químicos cobre, cromo e boro ( $\text{g/m}^3$ \*) existente nas três posições dos colmos para cada concentração, em tratamento na linha de produção industrial.

CONCENTRAÇÕES (%)	ELEMENTOS QUÍMICOS			POSIÇÕES		
	COBRE (P1 + P2 + P3)	CROMO (P1 + P2 + P3)	BORO (P1 + P2 + P3)	BASE (Cu + Cr + B)	MEIO (Cu + Cr + B)	ÁPICE (Cu + Cr + B) (**)
2	1347	1769	404	1315	1069	1136
3	1853	2527	1061	1666	1787	1988
4	2106	2948	975	1829	2386	1814
5	2780	4801	1277	3277	3195	2386

(\*) Os dados apresentados em  $\text{g/m}^3$  foram obtidos da análise química quantitativa, tomando-se como base para o cálculo o peso específico do bambu, o qual se conseguiu em laboratório ( $0,842 \text{ g/cm}^3$ ). Calculou-se o mesmo, utilizando-se 10 (dez) amostras de diferentes diâmetros e comprimento variável de 5 (cinco) a 10 (dez) centímetros.

(\*\*) Os resultados apresentados para os elementos cobre, cromo e boro foram obtidos em  $\text{g/m}^3$  de  $\text{CuO}$ ,  $\text{CrO}_3$  e B, respectivamente.

Quadro 22: Percentagem total de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), existente nas 3 (três) posições dos colmos, para cada concentração, em tratamento de bambu parcialmente seco, na linha de produção industrial.

CONCENTRAÇÃO (%)	POSIÇÃO	ÁCIDO BÓRICO (%)
2	Base	0,0926
	Meio	0,0972
	Ápice	0,0846
	Média	0,0915
3	Base	0,2733
	Meio	0,1841
	Ápice	0,2630
	Média	0,2401
4	Base	0,2127
	Meio	0,2476
	Ápice	0,2018
	Média	0,2207
5	Base	0,2801
	Meio	0,2819
	Ápice	0,3047
	Média	0,2889

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 ASPECTOS ANATÔMICOS DE *Bambusa tuldooides* Munro

#### 6.1.1 CÉLULAS DE PARÊNQUIMA

Com relação às células de parênquima interpreta-se que houve interação entre os fatores POS e RAD, ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, as posições radiais de observação de parênquima, em corte transversal, não dependem das posições base, meio e ápice em que foram retirados os corpos de prova para observação anatômica, ou vice-versa (Quadro 7).

Àquele mesmo nível de probabilidade o fator posição (POS), isoladamente, não apresentou, estatisticamente, diferenças significativas entre seus níveis (Quadro 7). Interpreta-se que, para o caso de estudar-se a variação radial das células de parênquima em cortes transversais, os corpos de prova a serem utilizados podem ser retirados em qualquer uma das posições base, meio e ápice dos colmos.

O fator posição radial (RAD), isoladamente, apresentou diferenças significativas entre seus níveis a 1% de probabilidade (Quadro 8), sendo todos diferentes entre si pelo teste de Tukey.

Este teste indica, ainda, que a posição  $RAD_3$  (mais próxima à parte ôca do colmo, com corte transversal) apresentou maior média, seguida logo após pela posição radial  $RAD_2$ , a qual, por sua vez, mostrou-se maior que  $RAD_1$  (Quadro 8). Isto permite interpretar-se que, estatisticamente, ocorre u'a maior quantidade de parênquima na região mais próxima à parte ôca do colmo ( $RAD_3$ ), sendo que esta quantidade diminui, gradativamente, até a periferia do corte transversal (camada fotossintéti-

ca) para a espécie em estudo.

GROSSER & LIESE<sup>17</sup>, LIESE & MENDE<sup>26</sup> e METCALFE<sup>28</sup>, observando anatomicamente, em cortes transversais, os colmos de diferentes gêneros e espécies de bambu, verificaram que existe u'a maior quantidade de parênquima na região mais próxima à parte ôca do colmo. Acentuam, ainda, que esse número vai diminuindo, gradativamente, à medida que se aproxima da camada fotossintética (periferia do corte transversal), o que vem confirmar o resultado altamente significativo, em termos estatísticos (1% de probabilidade), encontrado no presente trabalho para a espécie em estudo (Quadro 7 e 8).

#### 6.1.2 FIBRAS

Quanto às fibras, interpreta-se que os fatores POS e RAD, em interação, mostraram-se independentes ao nível de 5% de probabilidade. Explica-se isto da mesma maneira como ocorreu para a interação em células de parênquima, anteriormente (Quadro 9).

Àquele mesmo nível de probabilidade, o fator posição (POS), isoladamente, não apresentou diferenças significativas, estatisticamente, entre seus níveis (Quadro 9), sendo a interpretação semelhante àquela para o fator posição (POS) em células de parênquima.

Ao nível de 1% de probabilidade o fator posição radial (RAD), isoladamente, apresentou diferenças significativas entre seus níveis (Quadro 9), os quais, por sua vez, também diferiram entre si pelo teste de Tukey, da seguinte maneira: a posição radial RAD<sub>1</sub> (mais próxima a camada fotossintética do colmo) apresentou maior média, seguida logo após pela posição radial RAD<sub>2</sub>, a qual, por sua vez, mostrou-se maior que RAD<sub>3</sub> (Quadro 10). Isto permite interpretar-se que, estatisticamente, ocorre u'a maior quantidade de fibras na região mais próxima à camada fotossintética (RAD<sub>1</sub>), sendo que este número de células diminui, gradativamente, até a porção ôca do colmo (RAD<sub>3</sub>), para a espécie em estudo.

Ocorre, deste modo, para as fibras, uma gradação exatamente inversa àquela para as células de parênquima, conforme se discutiu anteriormente.

GROSSER & LIESE<sup>11</sup>, LIESE & MENDE<sup>26</sup> e METCALFE<sup>28</sup>, observaram anatomicamente em cortes transversais de colmos de diferentes gêneros e espécies de bambu, também uma quantidade gradativa de células de fibra exatamente inversa àquela de parênquima, isto é, há ocorrência de um menor número de fibras na região próxima à parte ôca do colmo. Esta quantidade vai aumentando à medida que se aproxima da camada fotossintética ou periférica do colmo. Estas observações daqueles autores vêm, mais uma vez, confirmar o resultado altamente significativo, estatisticamente (1% de probabilidade) encontrado no presente trabalho para a espécie em estudo (Quadros 9 e 10).

### 6.1.3 VASOS

Estudando-se a variação de frequência de vasos nas posições RAD e POS verificou-se que, ao nível de 5% de probabilidade os referidos fatores, comportaram-se em interação, de modo idêntico ao que se mencionou para as células de parênquima, anteriormente (Quadro 11).

Àquele mesmo nível de probabilidade cada um dos fatores POS e RAD, isoladamente, não apresentarem, estatisticamente, diferenças significativas (Quadro 11).

Interpreta-se que, para o caso de estudar-se a variação radial de vasos em cortes transversais, os corpos de prova a serem utilizados poderão ser retirados em qualquer uma das posições base, meio e ápice dos colmos. Não ocorre, paralelamente, variação significativa, no que diz respeito a vasos, de uma para outra posição radial na lâmina microscópica, tanto no sentido da periferia para o centro do colmo, quanto em sentido inverso.

LIESE<sup>25</sup> e LIESE & MENDE<sup>26</sup> afirmam, trabalhando anatomicamente

com Bambusa tulda e Dendrocalamus strictus, que a translocação de preservativos ao longo do bambu dá-se a partir dos vasos, os quais representam, apenas, 5% da área da espessura do colmo. Este percentual é realmente muito baixo se comparado a toda a extensão e espessura dos colmos de bambu, segundo aqueles autores. Deste modo, em termos estatísticos, a ausência de maior concentração de vasos em qualquer uma das posições radiais na lâmina, apresentada para a espécie em estudo, é confirmada pelas pesquisas daqueles autores.

## 6.2 SUSCEPTIBILIDADE DO BAMBU AO ATAQUE DE Lyctus brunneus Steph.

Os Quadros 23, 24 e 25 (Apêndice) de 5.2 anterior, apresentaram como resultado os teores médios de umidade de 64,94%, 58,49% e 42,92%, respectivamente.

GALVÃO<sup>15</sup>, trabalhando também com Bambusa tuldoides Munro em tratamento de imersão usando preservativo oleossolúvel, utilizou em sua amostragem uma intensidade média de 31,6% aproximadamente, para a obtenção do conteúdo médio de umidade dos lotos de bambu. Estes possuíam, segundo aquele autor, um número de 14 (catorze) a 24 (vinte e quatro) estacas de comprimento igual a 2 (dois) metros. Os colmos da referida espécie, partidos ou não longitudinalmente, seriam usados em cercas de propriedades rurais ou outras utilizações afins, conforme GALVÃO<sup>15</sup>.

Pelo fato de o presente trabalho exigir um tratamento preservativo do bambu para um uso final mais aprimorado (fabricação de móveis), optou-se, então, por uma intensidade amostral um tanto maior (40%) e um mínimo de 24 (vinte e quatro) colmos por lote, a fim de serem avaliados os conteúdos médios de umidade como se expôs em 4.2.2.1.

Segundo HUNT & GARRATT<sup>21</sup>, o conteúdo de umidade da madeira que favorece o ataque de Lyctus sp deve-se situar-se, aproximadamente, entre 8% a 40%. Além disto, as condições ótimas para o desenvolvimento de Lyctus sp são de, em termos aproximados, 16% de teor de umidade na

madeira e uma temperatura de 25°C, conforme trabalhos de BLETCHLY<sup>5</sup>.

Em pesquisa recente, segundo KUHNE, as condições ideais para Lyctus sp situam-se, aproximadamente, a 28°C de temperatura e 16°C de conteúdo de umidade da madeira.

Deste modo, de acordo com os resultados que se apresentou nos Quadros 23 e 24 (Apêndice), interpreta-se que não ocorre ou é muito difícil ocorrer o ataque de Lyctus brunneus no bambu verde.

Quanto ao resultado do teor médio de umidade do Quadro 25 (Apêndice), interpreta-se que ocorre ou há maior susceptibilidade de ocorrência de ataque do referido inseto não somente nos móveis já feitos, mas, também durante o processamento dos mesmos ("montagem"). Portanto, infere-se que os móveis de bambu podem sair da fábrica já infestados por Lyctus brunneus.

### 6.3 PRESERVATIVO HIDROSSOLÚVEL UTILIZADO

O preservativo Wolmanith CB foi usado neste trabalho, especialmente pela facilidade de ser encontrado no mercado nacional. Inlui dois elementos principais efetivos: cobre, que tem alta eficácia contra fungos (podridão mole) e boro, que é um inseticida com alta eficiência preventiva contra insetos, especialmente Lyctus sp.

O cobre é o elemento conhecido que se fixa dentro das zonas onde penetra, mas, o boro tem certa limitação em sua qualidade de fixação. Este último produto preseta-se, especialmente, para as condições de ambiente seco, isto é protegido contra chuva ou água, diretamente. Desta maneira, o interesse principal deste trabalho concentra-se no boro, uma vez que os móveis de bambu, geralmente são colocados em locais abrigados e, além disto, o referido elemento apresenta um controle eficaz, em determinada dosagem, contra Lyctus sp, bem como, possui elevada mobilidade.

Entretanto, nos testes de penetração (análise química qualitativa) do presente trabalho, concentrou-se no elemento cobre por sua fa

cidade em ser detectado. Interpretou-se que o mínimo dessas zonas onde se verificou a presença de cobre, ocorra também o boro, incluindo a possibilidade de que este último elemento ainda tenha penetrado noutras áreas onde não se verificou a presença de cobre. Ou seja, os resultados e discussão sobre a penetração de cobre no bambu, interpretam-se como valores mínimos para o boro. Por isto, permitem os mesmos, o julgamento do preservativo combinado nos testes de penetração à base de cobre.

#### 6.4 PENETRAÇÃO DO ELEMENTO COBRE

##### 6.4.1 EM BAMBU VERDE

##### 6.4.1.1 SEPTOS NODAIS E INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA ANATÔMICA

Segundo PURUSHOTHAM<sup>33</sup>, ENGLERTH & MOLDONADO<sup>10</sup> e GALVÃO<sup>15</sup> para um tratamento preservativo adequado do bambu, não à pressão, deve-se efetuar uma perfuração de todos os septos nodais internos de cada colmo. Porém, aqueles autores referem-se ao tratamento dos colmos com um preservativo oleossolúvel, pois, os mesmos deverão ser usados não para móveis, mas para outras finalidades tais como cercas, ripados e outros usos semelhantes.

De outro modo, no teste preliminar que se realizou no campo, os septos nodais não foram, propositada e previamente perfurados, para que se pudesse avaliar se os mesmos iriam, ou não, afetar a penetração do preservativo oleossolúvel em toda a extensão longitudinal interna de cada corpo de prova.

Conforme se mencionou em 5.3.1.1, utilizando-se corpos de prova com os septos nodais não perfurados internamente não se obtiveram resultados referentes à penetração do elemento preservativo em toda a extensão interna de cada corpo de prova.

Segundo HAYASHI & SUGIYAMA<sup>18</sup>, a estrutura anatômica nos entrenós dos colmos é quase constante, porém, ela se torna altamente modifica



da nos nós devido à presença de conexões entre feixes vasculares isolados.

Conforme GROSSER & LIESE<sup>17</sup>, todos os feixes vasculares, em conjunto, que constituem os nós, formam uma textura entrelaçada irregular, de modo que em uma seção longitudinal, as seções transversais desses feixes podem ser vistas. Internamente nos nós, ocorre uma fusão intensa e uma re-separação de células condutoras.

Na parede do colmo que contém os nós, as margens das fibras e as bainhas de esclerênquima lateral dos vasos do metaxilema são quase completamente desviadas (GROSSER & LIESE<sup>17</sup>).

Segundo os mencionados autores, devido à referida distribuição irregular e entrelaçada dos vasos, considera-se que a mesma não permite a passagem da solução com preservativo, através da estrutura dos nós.

Deste modo, aqueles resultados da penetração de cobre serviram como diretriz, ou ponto de partida, para que se planejassem os demais tratamentos a seguir, com os corpos de prova contendo seus septos nodais internos perfurados.

#### 6.4.1.2 DIFUSÃO À TEMPERATURA CONTROLADA

De acordo com os resultados obtidos pelo tratamento à temperatura controlada, infere-se que, ao nível de 5% de probabilidade podem-se usar corpos de prova retirados de qualquer uma das posições base, meio e ápice e tratá-los em imersão com preservativo hidrossolúvel em qualquer um dos tempos experimentados (três e seis dias). Afirma-se isto porque os fatores posição e tempo, em interação, apresentaram-se independentes. Isto significa que o comportamento de cada um, isoladamente, independe dos níveis do outro fator (Quadro 13).

Àquele mesmo nível de probabilidade, aqueles dois referidos fatores, isoladamente, também não apresentaram diferenças significativas, entre seus níveis (Quadro 13).

Pelo exposto, considera-se que, no caso do bambu verde, a tem-

peratura de tratamento não tenha sido provável e suficientemente alta a fim de acelerar, segundo STAMM<sup>40</sup>, a difusão dos sais da solução natural existente dentro da estrutura do bambu e aquela do tratamento com preservativo.

O movimento destas soluções é causado por um gradiente de concentração cujas moléculas movimentam-se no sentido de uma zona de elevada concentração para um outra de mais baixa, de maneira a igualarem-se as referidas concentrações, sendo, ainda, a velocidade de difusão aumentada com uma temperatura mais elevada, segundo aquele autor.

No caso específico do tratamento preservativo do bambu há duas soluções apresentando concentrações provavelmente diferentes, as quais promovem o referido gradiente de concentração: uma dentro da estrutura anatômica do bambu (de concentração provavelmente menor) e outra externa ao colmo, que constitui a solução aquosa do preservativo (de concentração maior). Deste modo, com uma temperatura mais elevada que a queia do presente tratamento, viria a mesma, acelerar, segundo STAMM<sup>40</sup>, a difusão da solução de preservativos radial e longitudinalmente nos colmos e, promover a conseqüente penetração da mesma para o interior da espessura do bambu.

Desta maneira, poder-se-ia detectar a penetração do elemento cobre neste teste.

#### 6.4.2 EM BAMBU PARCIALMENTE SECO

##### 6.4.2.1 À TEMPERATURA CONTROLADA

Os resultados para bambu parcialmente seco, tratado à temperatura controlada, apresentados em 5.3.2 (Quadro 14), permitem a seguinte discussão:

Colmos parcialmente secos:

Nesta condição de umidade os bambus apresentaram um valor de,

aproximadamente, 58% conforme se mencionou no Quadro 24 (Apêndice). Os corpos de prova que se utilizaram para o presente teste, sabe-se que os mesmos apresentam um teor de umidade, aproximadamente, igual, também, a 58%. Justifica-se isto, pelo fato de ter-se procedido de maneira idêntica àquela da indústria para a coleta dos colmos no campo e a secagem dos mesmos ao ar, ou seja: utilizaram-se corpos de prova da mesma espécie, coletados no mesmo local onde a indústria retirou bambus, transportou-se-os para o laboratório, e, foram os mesmos deixados secar em local ventilado e coberto, durante, aproximadamente, 20 (vinte) dias como se procede, exatamente, na indústria.

#### Estrutura anatômica:

A literatura menciona que na região apical do colmo existem células mais jovens, mais túrgidas e em maior divisão celular que aquelas da região mediana e basal do bambu (METCALFE<sup>28</sup>).

Os resultados apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade para os níveis do fator posição (Quadro 16). O ápice apresentou-se com maior penetração média, diferindo, estatisticamente, dos níveis base e meio, os quais não tiveram diferenças entre si pelo teste de Tukey. Interpreta-se, então, que a referida turgescência das células do ápice faz com que a solução existente nessa região do colmo seja, possivelmente, mais diluída que a solução externa à estrutura do bambu. Haverá um gradiente de concentração e ocorrerá, assim, a difusão da solução com preservativo para dentro da região apical. Estas interpretações estão de acordo com STAMM<sup>40</sup>.

#### Temperatura controlada:

Com o tratamento dos colmos em temperatura controlada, acima daquela do ambiente, há tendência de aumentar a atividade da difusão (STAMM<sup>40</sup>). Deste modo, o ápice do bambu tenderá, realmente, a apresentar

uma quantidade maior de solução aquosa do preservativo, em termos de penetração, do que as regiões mediana e basal dos colmos, o que vem comprovar os resultados obtidos pela análise estatística (Quadros 16 e 17).

#### Tempo:

O fator tempo apresentou-se significativo ao nível de 1% de probabilidade, tendo ocorrido diferenças significativas entre seus níveis (Quadro 16), ou seja: 6 (seis) dias foi mais eficaz do que o nível 3 (três) dias cujos valores médios de penetração de cobre foram, respectivamente, 0,26cm e 0,12cm. Isto se comprova devido à ocorrência de uma velocidade mais intensa de penetração da solução com preservativo no início do tratamento conforme CAVALCENTE<sup>8</sup> e REIMÃO<sup>35</sup>. Logo a seguir, esta velocidade diminui, apesar de ocorrer, ainda, alguma penetração, segundo aqueles autores.

#### Concentração:

Utilizou-se a concentração de 4% para tratarem-se os corpos de prova à temperatura controlada, por ser a mesma uma concentração aproximadamente mediana, em relação àquelas usadas nos tratamentos não à temperatura controlada, ou seja: difusão em bambu verde (concentração de 2% a 5%) e banho quente-frio, em bambu seco ao ar, na linha de produção (concentração de 2%, 3%, 4% e 5%). Embora a literatura corrente cite que, para o tratamento de difusão usando-se preservativo hidrossolúvel, deve-se usar uma concentração elevada desse tipo de sal (mais que 10%), preferiu-se usar, por motivos econômicos, uma concentração de 4%. Esta teve como finalidade servir em termo comparativo em relação às demais.

#### 6.4.2.2 EM COLMOS NA LINHA DE PRODUÇÃO

A diferença deste teste com os anteriormente discutidos foi que o bambu semi-verde (aproximadamente 20 (vinte) dias após o corte) foi vaporizado a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 40 (quarente) minutos e colocado diretamente, depois, submerso na solução com preservativo a uma temperatura em torno de  $25^{\circ}\text{C}$  (considerando 4 (quatro) diferentes concentrações e 3 (três) tempos de imersão). Para o trabalho foi, então, significativo conhecer qual o efeito do preservativo, suas concentrações e o fator tempo de imersão.

#### Concentração:

Para os resultados referentes à concentração verificou-se que, a 1% de probabilidade, houve diferenças significativas entre os níveis do referido fator (Quadro 18). Os níveis 2% e 3% do fator concentração não apresentaram diferenças significativas entre si. Porém, mostraram-se estatisticamente diferentes dos níveis 4% e 5%, os quais, por sua vez, diferiram entre si, também a 1% de probabilidade, sendo que o nível de maior concentração daquele fator, isto é, 5%, apresentou maior penetração média de preservativo (Quadro 19). Além da diferença estatística, todos os níveis mostraram uma penetração relativamente boa, que normalmente satisfaz as necessidades da indústria.

#### Tempo:

Para o fator tempo com seus 3 (três) níveis, 1 (um), 3 (três) e 6 (seis) dias, a análise estatística confirmou que existe diferença entre os mesmos: o nível 6 (seis) dias apresentou maior penetração média da solução com preservativo, seguido numa gradação decrescente pelos níveis 3 (três) dias e 1 (um) dia (Quadro 20). Esta tendência do menor para o maior resultado, tanto para a concentração como para o tempo, abre várias possibilidades de manipulação da solução preservativa, segundo

o uso final dos móveis: Desde um tratamento rápido e superficial até uma preservação quase completa. Soma-se a isto a afirmativa de CAVALCANTE<sup>8</sup> e REIMÃO<sup>35</sup>: No processo de difusão ocorre uma velocidade mais intensa de preservativo no início do tratamento, a qual diminui sua intensidade após alguns minutos.

Verificou-se nos testes de difusão, que houve uma penetração principal no bambu na direção radial por falta de vasos, os quais ocupam mais ou menos 5% da área do colmo (espessura). Por isto, foi importante saber-se a relação entre os diferentes valores da espessura. Os resultados do Quadro 18 confirmam a significância do fator espessura ao nível de 1% de probabilidade.

#### Espessura e posição:

No bambu existe uma variação gradativa da espessura, desde a base (com maior valor) até o ápice (com menor valor).

Como foi discutido anteriormente em 6.4.2.1., houve diferença significativa de penetração nas 3 (três) diferentes posições, as quais, conseqüentemente, também afetam a qualidade da penetração, juntamente com a espessura. Entretanto, a pesquisa sobre a composição celular do tecido não mostrou diferenças significativas entre as 3 (três) posições (base, meio e ápice).

Conforme se observou, existe u'a maior concentração de vasos próxima ao centro da espessura e u'a maior concentração de parênquima próxima à parte oca do colmo. As fibras, porém, concentram-se mais na parte externa.

Para a penetração isto significa que a mesma, teoricamente, deve ser possível até às zonas de alta concentração de fibras.

O desequilíbrio notado entre as 3 (três) posições, por isto, tem que ser possível de ser corrigido.

Mostou-se que a concentração da solução também apresenta um

papel importante na intensidade de penetração. Deste modo, o fator espessura pode ser manipulado de maneira possivelmente satisfatória pelo aumento de concentração do líquido, especialmente para as porções de bambu da base, uma vez que a mesma apresenta, normalmente, maior espessura.

## 6.5 RETENÇÃO REAL DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

### 6.5.1 GENERALIDADES

Como os resultados a respeito da penetração do preservativo mostraram a dependência tanto do fator concentração como do fator tempo decidiu-se realizar a análise da retenção real de todas as concentrações, porém, somente à base do tempo de 3 (três) dias de imersão, pelo fato de o mesmo ter-se apresentado como um valor médio de penetração em relação aos fatores concentração e tempo (Quadro 15).

Procedeu-se desta maneira, também com a finalidade de conseguirem-se valores orientativos para conclusões práticas, limitando, assim, os altos custos das análises quantitativas.

A indústria, com certeza, preferiria limitar o tempo a 1 (um) dia ou menos. Porém, como os resultados da penetração durante 1 (um) dia mostraram valores de pouca segurança sem, ao mesmo tempo, satisfazer às necessidades de penetração dos colmos, preferiu-se a escolha do nível 3 (três) dias, sabendo-se que aquele de 6 (seis) dias seria anti-econômico dentro da linha de produção e, por isto, indesejável para a indústria.

### 6.5.2 RELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS QUÍMICOS E AS POSIÇÕES DO BAMBU

Analisando-se os 3 (três) elementos químicos do preservativo, isto é, cobre, cromo e boro mas, agindo separadamente nas 3 (três) posições do bambu, em conjunto, para cada concentração, verifica-se que

cada um comporta-se, em termos de retenção real, proporcionalmente às concentrações, com exceção do elemento boro na concentração 4% (Quadro 21).

Considerando-se, separadamente, as 3 (três) posições do bambu contendo os 3 (três) elementos químicos agindo em conjunto, para cada concentração (Quadro 21), observa-se que, em termos de retenção real, cada posição comporta-se, também, proporcionalmente às concentrações do preservativo. Fêz exceção o ápice, na concentração de 4%, que apresentou um resultado menor que aquele da concentração anterior.

Analisando-se, agora, os 3 (três) elementos químicos em conjunto e as 3 (três) posições, também em conjunto (Apêndice, quadro 26), para cada concentração, observa-se que, em termos de retenção real, aqueles fatores em conjunto comportaram-se de modo diretamente proporcional ao fator concentração.

Nestas interpretações ecluíram-se as exceções já mencionadas por tratarem-se as mesmas de fatores ao acaso, que ocorreram devido ao material heterogêneo e às condições reais de tratamento preservativo na prática.

## 6.6 CONCENTRAÇÃO EFETIVA DE ÁCIDO BÓRICO

O interesse deste trabalho concentrou-se na preservação do ataque de Lyctus sp aos colmos da espécie em estudo.

Segundo REIMÃO<sup>35</sup>, o boro em sua ligação química com ácido bórico e em percentagem adequada é que permite assegurar proteção contra o ataque de Lyctus sp e outros insetos. FOUGEROUSSE et al.<sup>13</sup> e também JOHNSTONE<sup>22</sup> indicam o valor de toxidez do boro e seus derivados, expressos em percentagem de ácido bórico, como sendo de 0,2% para Lyctus sp.

Os resultados da pesquisa, referentes à análise quantitativa, da submersão de porções dos colmos durante 3 (três) dias em solução aquosa do preservativo. (Quadro 22), apresentaram, somente para a concen



tração de 2%, um valor médio menor que as recomendações da literatura . Isto significa que, nas condições mencionadas, com um mínimo de 3% de concentração do preservativo Wolmanith CB, consegue-se uma retanção adequada para proteger o bambu em sua utilização para mobiliário.

Como o Wolmanith CB, em sua fórmula de mistura, resulta numa descoloração do bambu, a indústria só considera a prevenção do ataque de Lyctus sp sem este prejuízo à característica estética dos colmos. Poder-se-ia substituir o preservativo por um composto químico do ácido bórico em sua fórmula pura, o qual é um preservativo incolor solúvel em água.

Referindo-se ao fator tempo de imersão, interpreta-se que o nível 3 (três) dias fornece valores satisfatórios. Mas, provavelmente, será possível diminuir o período de imersão relacionando-o a uma menor concentração, desde que se use um preservativo com um percentual de boro maior que aquele experimentado neste trabalho.

Neste campo, pesquisas futuras são recomendadas, considerando-se tempos menores e de maneira que o processo de preservação dos colmos não afete em forma inaceitável o fluxo de produção.

## 6.7 CONCENTRAÇÃO EFETIVA DE COBRE

Definir-se uma concentração efetiva de cobre como fungicida é difícil, por causa da grande variação do número e das espécies de organismos xilófagos existentes, que destroem a madeira.

As sub-classes de fungos mais importantes são, como já é conhecido, os Basidiomicetos, Ascomicetos e "Fungi Imperfecti" das quais principalmente as duas primeiras, apresentam maior importância para a destruição ou descoloração do bambu.

No caso de "Fungi Imperfecti" é conhecido que o cobre possui alta eficácia contra a podridão mole como, por exemplo, Chaetomium globosum, Hemicola sp e outros. Para estes casos, a literatura cita para

folhosas, que a percentagem de cobre (peso/peso) é mais importante do que a retenção de preservativo ( $\text{kg/m}^3$ ) para o controle de podridão mole, segundo BUTCHER & DRYSDALE<sup>6</sup> citados por BUTCHER<sup>7</sup>.

Os mesmos autores confirmam uma relação linear entre a percentagem de fibras e o valor de toxidez efetiva ("Threshold"). Informam os referidos autores que folhosas com, aproximadamente, 50% de fibras necessitam de uma quantidade de cobre em torno de 0,12% (peso/peso); aquelas com 60%, mais ou menos, requerem cerca de 0,30% (peso/peso) de cobre, e, para outras folhosas com, aproximadamente, 70% de fibras é necessário 0,50% (peso/peso) do referido elemento, para que se consiga um controle perfeito sobre a podridão mole nas mesmas.

Transferindo-se estes valores para o caso do bambu, que possui menos de 50% de fibras, conforme se expôs em 5.1, a quantidade necessária de cobre será menos que 0,12% (peso/peso), o que significa  $1,011 \text{ Kg/m}^3$  (peso específico do bambu foi determinado como sendo igual a  $0,842 \text{ g/cm}^3$ ). Interpreta-se, então, que os resultados da concentração efetiva de cobre, nesta pesquisa, satisfazem em forma geral, também aos requisitos para proteção contra a podridão mole.

Não se encontrou na literatura dados exatos sobre a eficácia de cobre contra Basidiomicetos. Entretanto, a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA<sup>2</sup> apresenta para Wolmanith CB o ingrediente ativo, sob forma de  $\text{CuO}$ , numa quantidade de 26,3%, bem como indica um mínimo efetivo de retenção equivalente a  $6,5 \text{ Kg/m}^3$  para a preservação de moirões de madeira para cercas. Estas condições representam um conteúdo de  $1,69 \text{ Kg/m}^3$ . Considerando este valor igualmente efetivo contra fungos destruidores em bambu, verificou-se que, também para as concentrações 3%, 4% e 5% (Quadro 21) das soluções utilizadas, conseguiu-se esse re-

\* BUTCHER, J.A. & DRYSDALE, J. Soft-rot control in hardwood treated with chromated copper arsenate preservatives. IV. Toxic thresholds for Chaetomium globosum in twelve hardwoods. Mat. u. Org. (in press).

quisito ( $1,69 \text{ Kg/m}^3$ ).

#### 6.8 TOXIDEZ A Lyctus brunneus Steph.

Foi possível coletar Lyctus brunneus Steph. em móveis de bambu oriundos da própria fábrica. A determinação desta espécie de inseto foi efetuada pelo Professor Dr. Pedrosa Macedo em Curitiba, PR. Usaram-se estes mesmos coleópteros para realizar-se em teste preliminar em bambu já preservado (sub-item 4.2.5.3).

Observou-se que não foi atacada nenhuma amostra (tratada ou não tratada). Não se pode negar, desta maneira, um certo sucesso da preservação efetuada em corpos de prova uma vez que foi confirmada a susceptibilidade do bambu na indústria.

Recomendam-se, entretanto, pesquisas mais detalhadas sobre este assunto no futuro.

#### 6.9 INTRODUÇÃO DO TRATAMENTO DE BAMBU NO FLUXO DO PROCESSO INDUSTRIAL

Do ponto de vista da pesquisa em apreço, considerando-se os bambus com os septos nodais internos perfurados, somente o tratamento dos colmos previamente aquecidos na etapa "vaporização", e, em seguida imersos à temperatura ambiente em solução com preservativo, apresentou resultados satisfatórios em relação ao aproveitamento industrial dos mesmos. Isto coincide também com os interesses da própria indústria que, por facilidade de execução, prefere aplicar a preservação dentro da fábrica e não à longa distância, por exemplo nos povoamentos de bambu.

Referindo-se à concentração necessária do preservativo nos tecidos do bambu, esta depende, em parte, do local de uso final dos móveis. Como em condições normais são os mesmos utilizados em ambiente protegido, considera-se, então, que os valores mínimos que atendem às

exigências de preservação dos colmos são fornecidos, em percentagem de ácido bórico, pelas concentrações de 3% ou mais, no presente estudo.

A questão do tempo não ficou bem esclarecida dentro desta pesquisa, porque se escolheram 3 (três) períodos praticamente realizáveis, isto é, 1 (um), 3 (três) e 6 (seis) dias, dos quais somente foi possível fazer-se a análise quantitativa para o período de 3 (três) dias. Mas à base destes resultados, um tempo menor, isto é, até 1 (um) dia, poderá proporcionar resultados satisfatórios. Esta interpretação confirma-se à base dos valores conseguidos para a penetração do preservativo.

Considerando, agora, o tratamento após a vaporização, o qual normalmente é feito para limpar-se superficialmente o bambu, uma concentração de 3% e um período de 1 (um) até 2 (dois) dias de imersão-difusão parece desejável e também econômico para introduzir-se o tratamento no fluxo do processo de móveis.

Deve-se, ainda, considerar o fator fixação do preservativo após o tratamento. Nas condições normais, tratando-se os bambus com solução preservativa após a vaporização e limpeza, eles são deixados de pé em local ventilado durante 1 (uma) semana, aproximadamente, até secar-lhes a camada superficial. Esse tempo de secagem é o suficiente para que os bambus adquiram uma coloração clara. O bambu permanece, ainda, mais ou menos 2 (duas) semanas para ser processado, até a montagem final dos móveis. Isto significa para a fixação que, durante a primeira semana o bambu permanece em "descanso" para a primeira fase de rápida fixação e um novo "descanso" até após a fabricação. Isto tem valor especialmente para o caso de cobre. Para o boro, que é mais lixiviável, esta fase tem pouca significância, porque os móveis de bambu serão usados sem contato direto com a água.

## 7. CONCLUSÕES

A discussão dos resultados permite as seguintes conclusões.

1. O bambu utilizado para móveis apresenta susceptibilidade ao ataque de Lyctus sp durante seu processamento na fábrica. Isto confirma a necessidade de aplicar-se a preservação para sua proteção no processo de fabricação de móveis, assim como para outros usos.

2. Alta concentração de fibras perto da zona exterior do colmo, maior concentração de vasos na região central e alta concentração de parênquima na porção interior do colmo, resultam em uma boa penetração do preservativo desde a zona interior até, inclusive, o centro, e, pouca penetração na zona exterior.

3. Nas condições práticas da indústria é mais conveniente aplicar a preservação durante o processamento na fábrica, com o bambu em condição parcialmente secas e não em bambu verde, no campo.

4. O método de preservação que apresentou melhor resultado foi o banho quente-frio dos colmos parcialmente secos, tratados na linha de produção.

5. A introdução da preservação de bambu nas condições explicadas anteriormente, isto é, imersão diretamente após a vaporização em solução contendo 3% ou mais do preservativo, durante 1 (um) dia, aproximadamente, é possível, sem afetar o fluxo de produção atual.

6. As condições de bambu aquecido e saturado com líquido, permitem a aplicação de, somente, sais hidrossolúveis. O boro em sua forma de ácido bórico cumpre perfeitamente as exigências técnicas e ambien

tais. A concentração deste produto deve ser de 3% a 5% dependendo do destino final dos móveis.

7. As concentrações de 3% até 5% do preservativo usado, em solução aquosa, num tempo de imersão em torno de 1 (um) dia, são suficientes para garantir uma boa proteção dos colmos.

8. Na aplicação do tratamento preservativo dos colmos, na prática, podem ser usados quaisquer níveis do fator posição.

## 8. RECOMENDAÇÕES

O trabalho permite as seguintes recomendações:

1. Introduzir-se a preservação de bambu, contendo os septos nodais internos previamente perfurados, em todas as indústrias do ramo, como requisito necessário para preservarem-se os móveis contra o ataque de Lyctus sp. O grau de proteção contra fungos e outros insetos depende das condições climáticas do ambiente onde os móveis serão usados.

2. Os colmos deverão ter seus septos nodais internos perfurados em qualquer etapa que mais convier à indústria, sendo, porém, esta perfuração efetuada antes da "vaporização" dos mesmos.

3. Para conseguir-se a maneira mais adequada e mais econômica possível de preservar os colmos, recomenda-se efetuar testes adicionais para limitar o fator tempo até um valor mínimo.

4. Os bambus parcialmente secos, ao serem preservados na linha de produção da indústria pelo método banho quente-frio, sofrem antes uma limpeza superficial, quando ainda se encontram em condição quente. Recomenda-se que a mesma seja executada de maneira a mais rápida possível, e, logo a seguir, deve-se proceder à introdução dos colmos na solução a frio do preservativo, para que a preservação seja mais eficiente.

5. Recomenda-se o banho quente-frio dos bambus numa concentração de 3% do preservativo usado neste trabalho, em solução aquosa, num tempo de imersão de 1 (um) a 3 (três) dias, o que permite a absorção de ingredientes ativos, suficientes para dar proteção adequada contra fungos e insetos, desde que os colmos sejam usados em condição sem influência direta da água.

6. As conseqüências para o valor limite de toxidez do preservativo ("Threshold") foram definidas, tomando se como base a literatura à disposição. Recomenda-se a verificação das condições locais para serem feitos testes com Lyctus sp e também fungos representativos, de acordo com as normas existentes.

7. Para acelerar a produtividade na indústria e limitar o tempo necessário para secarem-se os colmos após a imersão, é possível introduzir-se a secagem artificial dos bambus preservados de tal maneira que se inclua ventilação adequada e semi-altas temperaturas, isto é, não mais que 50<sup>o</sup> C.



## RESUMO

São apresentados tratamentos com preservativo à base de CCB para evitar o ataque de Lycetus brunneus Steph. Usaram-se bambus nos estados verde e parcialmente seco ao ar. Efetuaram-se tratamentos no campo (imersão-difusão), na linha de produção da indústria (vaporização-imersão/difusão à temperatura ambiente) e no laboratório (imersão-difusão à temperatura controlada). Usaram-se colmos com os septos nodais perfurados e não perfurados. Procedeu-se a estudos anatômicos, de penetração, retenção real e a um teste de toxidez ao inseto. Elegeram-se tratamento, concentrações e tempos. Concluiu-se pela adoção de tratamento na linha de produção da indústria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ensaio físicos e mecânicos da madeira: método brasileiro: MB-26. Rio de Janeiro, 1940. 16 p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA. Manual de preservação de madeiras; EB-474. São Paulo, s.d., B 1-5.
3. AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. Standard method from analysis of treated wood and treating solutions by atomic absorption spectroscopy; aLL-74. Washington, 1974. 4 p.
4. BECKER, G. Aspects results and trends in wood preservation an in - terdisciplinary science. Wood Sci. Techn., 8:163-183, 1974.
5. BLETCHLY, J.D. Insect and marine borer damage to timber and wood-work. London, HMSO, 1967. 88 p.
6. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Method of test for toxicity of surface-applied, wood preservatives to the powder-post beetle Lyctus brunneus; BS 3653. London, 1963. 18 p.
7. BUTCHER, J.A. An examination of the soft-rot problem in treated hardwoods. Rotorua, Forest Research Institute, s.d. 12 p.
8. CAVALCANTE, M.S. Biodeterioração e preservação de madeiras. São Paulo, IPT, 1976. 157 p.
9. COSTA LIMA, A. Insetos do Brasil; coleópteros. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia, 1953. 323 p.
10. ENGLERTH, G.H. & MOLDONADO, E.D. Bambu para postes de cerca. Puerto Rico, U.S. Dept. Agric. Tropical Forest Research Center, 1961. 2 p. (Apuntes forestales Tropicales, 6).
11. FINDLAY, W.P.K. Timber pests and diseases. Oxford, Pergamon Press, 1967. 280 p.
12. FOREST PRODUCTS RESEARCH CENTRE. Manual of rural wood preservation. 2.ed. Papua, 1975. 27 p.

13. FOUGEROUSSE, M.; LANTHONY, P. & LUCAS, S. Impregnation profonde de certaines essences de l' Ouest africain par trempage rapide et diffusion. Bois et forests des tropiques, 84: 45-64, 1962
14. GALVÃO, A.P.M. Processos práticos para preservar a madeira, 2. ed. Piracicaba, ESALQ, 1975. 29 p.
15. . Tratamento preservativo do bambu pelo processo de banho frio. Anais. ESALQ, 24: 19-33, 1967
16. GOMES, A.V. Curso de microtécnica; manual de laboratório, Curitiba, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, s.d. 50 p.
17. GROSSER, D. & LIESE, W. On the anatomy of Asian bamboos, eith special reference to their vascular bundles. Wood Sci. Techn., 5: 290-312, 1971.
18. HAYASHI, D. & SUGIYAMA, S. Microscopic structure of mosochiku -on tje arrangement of the vascular bundles in the bamboo stem. Wood Industry, 24(9): 19-22. 1969.
19. HILDEBRAND, C., BLUM, W.E.; HILDEBRAND, E.E.; REISSMANN, C.B. Manual de análise química de solos e plantas. Curitiba, Setor de Ciências Agrárias, 1976/77. 225 p.
20. HOESTER, H.R. & SPRING, C. Zur Bestimmung von Zellartenanteil in Holzgewebe. Zent. Mikrosk. Forschung Methodik, 27(7/8): 220-25, 1974.
21. HUNT, G.M. & GARRATT, G.A. Preservacion de la madera. Madrid, Salvat Editores, 1962. 486 p.
22. JOHNSTONE, R.S. Method of treatment: Part II: treatments for interior building timbers: alternatives methods of treatment, aus -tralian practice. In: FOREST PRODUCTS RESEARCH CENTRE. The economic and utilisation of timber in the tropics through wood preservation. Papua, 1975. 8 p.
23. KÜHNE, H. Methods of culturing Lyctidae. In: ANNUAL MEETING, 11. , Raleigh, 1980. Biological problems insects in dry wood. Stockholm, Ing Secretariat, 1980. 12 p. (Document No: IRG/WP/1126).
24. LIESE, W. Bamboo preservation and soft-rot. Roma, FAO Report to the Govr. of India, 1959. 13 p. ( Boletim, 1106).
25. ——. Treatment of bamboo. In: FAO/IUFRO/DSE International Seminar on Wood preservation in tropical countries. Munich, 1967.s.1, FAO , 1967. 3 p.

26. LIESE, W. & MENDE, Chr. Histometrische Untersuchungen Über den Aufbau der Sprossachse zweier Bambusarten. Reinbek, 1969. Separata da revista Holzforschung and Holzverwertung, (5): 1-5, 1969.
27. McCLURE, F.A. El bambu como material de construccion. Bogotá, Centro Interamericano de Vivienda, 1956. 49 p.
28. METCALFE, C.R. Anatomy of the monocotyledons. In: I Graminae. Kew, Oxford University Press, 1960 731 p.
29. MILLER, H. Organização e métodos. 4.ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1975. 347 p.
30. PARAMERSWARAN, N. & LIESE, W. On the fine structure of bamboo fibres. Wood Sci. Techn., 10: 231-46, 1976.
31. PHILLIPS, E.W.J. The depletion of starch from the sapwood of the ash (*Fraxinus excelsior*) and its relation to attack by Lyctus beetles. Forestry, 12(1): 15-29, 1938.
32. PLANK, H.K. & HAGEMAN, R.H. Starch and other carbohydrates in relation to powder post beetle infestation in freshly harvested bamboo. J. Econ. Ent., 44: 73-75. 1951.
33. PURUSHOTHAM, A. Utilization of bamboos. J. of T.D.A., 9(2) 1-18 , 1963.
34. —.; SUDAN, S.K. & SAGAR, V. Preservative treatment of green bamboos under low pneumatic pressures. Indian Forest Bulletin , (178): 1-21, 1954.
35. REIMÃO, D.S.C. Preservação de madeiras em verde; a aplicação do método de imersão-difusão. Angola, Instituto de Investigação Agronômica de Angola. 1970. 83 p. (Série Científica, 9).
36. ROMERO, A.E. Analisis de la susceptibilidad del cipres (*Cupressus lusitanica*) e al ataque del genero *Lyctus*. Primer Seminario sobre Preservacion de Maderas. Notas Tecnicas. Centro de Publicaciones, M.N., 1973. 15 p.
37. SAMAPUDDHI, K. A preliminary study in the structure and some properties of some Thai Bamboos. Bangkok, Tailand, Royal Forest Department, 1959. 12 p. (Boletim, 30).
38. SARAIVA, A.C. Insetos da madeira-em-obra e seu combate. Lisboa, Ministério das Obras Públicas, 1957. 79 p.

39. SHARMA, S.N.; TEWARI, M.C. & SHARMA, R.P. Chemical seasoning fo bamboo in the round for handicrafts. J.Tim. Dev. Assoc. of India, 18(1): 17-23, 1972.
40. STAMM, A.S. Wood and cellulose science. New York, Ronald Press , 1964. 549 p.
41. STANDARDS ASSOCIATION OF AUSTRALIA. Sampling and analysis of wood preservative - treated wood; AS 1605. Sydney, 1974. 39 p.
42. TORRES JUAN, J. Critical survey of the theories of A.J. Stamm, K. M. Harrow & A. McNabb, and W.B. Taylor on preservation of green wood through diffusion; Working document to members of group of experts on the preservation of wood. Paris, OECD, 1968. 4 p.

## APÉNDICE

Quadro 23: Teor de umidade médio ( $\overline{TU}$ ) do bambu recentemente cortado no campo e transportado para a indústria.

C. P. nº	Pu (g)	Po (g)	Tu (%)
1	598,08	345,36	73,18
2	716,36	469,04	52,73
3	512,09	301,63	69,77
4	626,81	399,26	56,99
5	695,80	372,54	86,77
6	386,93	227,51	70,07
7	1037,35	650,89	59,37
8	531,76	337,65	57,49
9	664,85	427,43	55,54
10	689,23	455,61	51,28
11	546,35	345,04	58,34
12	723,26	385,20	87,76

$$\overline{TU} = 64,94\%$$

$$ICM = 64,94 \pm 7,10$$

Quadro 24: Teor de umidade médio ( $\overline{TU}$ ) do bambu estocado na indústria.

C. P. Nº	Pn (g)	Po (g)	TU (%)
1	712,15	423,90	68,00
2	646,50	376,85	71,55
3	604,25	394,54	53,15
4	508,35	318,30	59,71
5	255,74	165,19	54,81
6	305,88	200,79	52,34
7	848,22	478,70	77,19
8	202,82	136,10	49,02
9	243,26	163,28	68,98
10	686,32	417,60	64,35
11	501,35	347,52	44,26

$$\overline{TU} = 58,49\%$$

$$ICM = 58,49 \pm 6,22$$



Quadro 25: Teor de umidade ( $\overline{TU}$ ) do bambu na montagem de móveis

C. P. nº	Pn (g)	Po (g)	TU (%)
1	451,47	295,05	53,01
2	489,13	325,37	50,33
3	423,32	296,80	42,63
4	262,92	219,22	19,93
5	406,18	271,62	49,54
6	348,03	291,30	19,47
7	412,60	269,45	53,13
8	281,44	196,76	44,56
9	723,12	468,10	54,44
10	771,38	507,23	52,08
11	284,29	213,82	32,96

$$\overline{TU} = 42,92\%$$

$$ICM = 42,92 \pm 7,71$$

Quadro 26: Quantidade dos elementos químicos cobre, cromo e boro, em conjunto, existente nas três posições dos colmos, também em conjunto, para cada concentração, em tratamento na linha de produção industrial.

CONCENTRAÇÃO (%)	POSIÇÃO	COBRE* (g/m <sup>3</sup> )**	CROMO* (g/m <sup>3</sup> )**	BORO* (g/m <sup>3</sup> )**	TOTAL (g/m <sup>3</sup> )**
2	Base	505	674	136	1315
	Meio	421	505	143	1069
	Ápice	421	590	125	1136
	Média	1347	1769	404	3520
3	Base	505	758	403	1666
	Meio	674	842	271	1787
	Ápice	674	927	387	1988
	Médio	1853	2527	1061	5441
4	Base	674	842	313	1829
	Meio	842	1179	365	2386
	Ápice	590	927	297	1814
	Média	2106	2948	975	6029
5	Base	1011	1853	413	3277
	Meio	927	1853	415	3195
	Ápice	842	1095	449	2386
	Média	2780	4801	1277	8858

(\*) Os resultados apresentados para os elementos químicos cobre, cromo e boro foram obtidos em g/m<sup>3</sup> de CuO, CrO<sub>3</sub> e B, respectivamente.

(\*\*) Os dados apresentados em g/m<sup>3</sup> foram obtidos da análise química quantitativa, tomando-se como base para o cálculo e peso específico do bambu, o qual se conseguiu em laboratório (0,842 g/cm<sup>3</sup>). Calculou-se o mesmo, utilizando-se 10 (dez) amostras de diferentes diâmetros e comprimento variável de 5 (cinco) a 10 (dez) centímetros.