

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS NA PROTEÇÃO DE *Bambusa vulgaris* SCHRAD E *Eucalyptus urograndis* CONTRA FUNGOS APODRECEDORES

Priscila Dytz

Brasília – Distrito Federal

Novembro de 2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS NA PROTEÇÃO DE *Bambusa vulgaris* SCHRAD E *Eucalyptus urograndis* CONTRA FUNGOS APODRECEDORES

Estudante: Priscila Dytz. Matrícula: 09/0012496

RG: 2.571.138 – SSP/DF

CPF: 012.399.941-33

Linha de Pesquisa: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa

Coorientador: Dr. Fernando Nunes Gouveia

Trabalho Final apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília – Distrito Federal

Novembro de 2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS NA PROTEÇÃO DE *Bambusa vulgaris* SCHRAD E *Eucaliptus urograndis* CONTRA FUNGOS APODRECEDORES

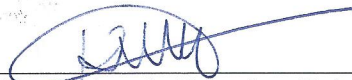
Estudante: Priscila Dytz. Matrícula: 09/0012496

Menção: MS

Aprovada por:



Dr. Fernando Nunes Gouveia
Laboratório de Produtos Florestais – SFB
(Coorientador)



Prof. Dr. Ricardo Faustino Teles
Instituto Federal Brasília – IFB
(Membro da Banca)



Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa
Departamento de Eng. Florestal – UnB
(Orientador)

Brasília – DF, novembro de 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA

PRYSCILA DYTZ

Eficiência de Produtos Químicos na Proteção de *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis* Contra Fungos Apodrecedores [Distrito Federal], 2014.

EFL/FT/UnB – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DYTZ, P. (2014). **Eficiência de Produtos Químicos na Proteção de *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis* Contra Fungos Apodrecedores.** Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 39 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: PRYSCILA DYTZ

TÍTULO: Eficiência de Produtos Químicos na Proteção de *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis* Contra Fungos Apodrecedores

ANO: 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Priscila Dytz

SQS 113 – Bloco J – Apartamento 101 – Asa Sul

70.376-100 – Brasília – DF – Brasil

DEDICATÓRIA

*Dedico este Trabalho aos meus avós,
pelo carinho, incentivo, confiança, amor
e, principalmente, fé dedicados a mim.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar presente em minha vida em todos os momentos, me direcionando até aqui, colocando no meu caminho pessoas especiais e importantes para a execução deste trabalho.

Ao orientador, Professor Dr. Alexandre Florian da Costa, pela aceitação do meu projeto, pelos ensinamentos acadêmicos, pela sua orientação segura e competente no auxílio da construção deste trabalho, pela gentileza e atenção, estando presente e disponível durante toda a minha graduação.

Ao coorientador Fernando Nunes Gouveia pelos conselhos, supervisão e auxílio durante o desenvolvimento deste projeto.

Aos funcionários do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro, Getúlio, Fernando, Augusto e Marcelo, pelo grande auxílio durante a execução deste projeto.

Ao Professor Msc. Alessandro Moreira pelo auxílio no preparo das formulações preservantes para os tratamentos realizados neste projeto.

Aos meus pais, meus maiores exemplos, pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida e por estarem sempre presentes na partilha de minhas conquistas e frustrações.

Aos meus familiares e amigos pela força e motivação, pelos incentivos e conselhos que, sem dúvida, foram e serão imprescindíveis para minha vida pessoal e profissional.

À Universidade de Brasília, ao Departamento de Engenharia Florestal e a todos os meus professores por contribuírem com minha formação acadêmica e meu crescimento intelectual, cultural e político.

Aos amigos e colegas do curso de Engenharia Florestal que, durante a graduação, dividiram comigo as dificuldades e os prazeres da vida acadêmica. Sem seu apoio e amizade não teria sido possível a minha formação como Engenheira Florestal. Que nossa amizade se estenda por muitos anos.

Ao meu amor e amigo pelo apoio e palavras de conforto, pelo carinho e paciência durante a elaboração deste projeto.

Nesta hora de encerramento de uma etapa muito especial, em que a alegria por estar terminando se junta ao cansaço, é difícil lembrar de todos os que participaram comigo desta jornada, mas de uma maneira muito sincera, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização desta monografia.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS NA PROTEÇÃO DE *Bambusa vulgaris* SCHRAD E *Eucalyptus urograndis* CONTRA FUNGOS APODRECEDORES

O presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência dos produtos químicos Tetraborato de sódio decahidratado (3% e 4,7%), Tribromofenato de sódio (2% e 4%) e Sulfato de cobre (3,5% e 5%) na proteção das espécies *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis*, submetidas ao ataque dos fungos apodrecedores *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilát, de podridão branca, e *Gloeophyllum trabeum* (Person ex Fries) Murrill, de podridão parda. A determinação da resistência das amostras tratadas e não tratadas foi realizada por meio da análise da perda de massa, de acordo com a norma ASTM D-2017. O Sulfato de cobre à 3,5% de concentração apresentou a melhor proteção para as amostras de *Bambusa vulgaris* e de *Eucalyptus urograndis*, sendo classificadas como resistentes contra o ataque dos fungos empregados. O tratamento realizado com o Tribromofenato de sódio (TBF) nas concentrações de 2% e 4% foi o menos eficiente na proteção das amostras de *B. vulgaris* frente ao ataque do fungo *G. trabeum*, sendo classificadas como moderadamente resistentes. Já as amostras de *B. vulgaris* tratadas com o TBF foram classificadas como resistentes ao ataque do fungo de podridão branca. As amostras de *E. urograndis* tratadas com o TBF foram classificadas como resistentes contra o ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*. As amostras de *B. vulgaris* e *E. urograndis* tratadas com solução de Tetraborato de sódio decahidratado (Bórax) foram classificadas como resistentes frente ao ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*. Não houve diferença estatística entre as concentrações utilizadas em cada um dos tratamentos.

Palavras-chave: *Bambusa vulgaris*; *Eucalyptus urograndis*; Sulfato de cobre; Tetraborato de sódio decahidratado; Tribromofenato de sódio; fungos apodrecedores.

ABSTRACT

EFFICIENCY OF CHEMICALS IN PROTECTION OF *Bambusa vulgaris* SCHRAD and *Eucalyptus urograndis* AGAINST WOOD DECAYING FUNGI

This study evaluated the efficiency of Sodium tetraborate decahydrated (3% and 4.7%), Sodium tribromophenate (2% and 4%) and Copper sulphate (3.5% and 5%), in protection of the species *Bambusa vulgaris* SCHRAD and *Eucalyptus urograndis* against the attack of decay fungi *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilát, white rot, and *Gloeophyllum trabeum* (Person ex Fries) Murrill, brown rot. The determination of the resistance of the samples was done by weight loss, according to ASTM D-2017 standards. The Copper sulphate at 3.5% concentration has shown the best protection to the samples of *Bambusa vulgaris* and *Eucalyptus urograndis*, being classified as resistant against the attack of fungi *Gloeophyllum trabeum* and *Trametes versicolor*. The treatment with Sodium tribromophenate (2% and 4%) was the less efficient one in the protection of the samples of *B. vulgaris* against the attack of the fungus *G. trabeum*, being classified as moderately resistant. However, the samples of *B. vulgaris* treated with Sodium tribromophenate were classified as resistant against the attack of the fungus *T. versicolor*. The samples of *E. urograndis* treated with Sodium tribromophenate were classified as resistant against the attack of fungi *Gloeophyllum trabeum* and *Trametes versicolor*. The samples of *B. vulgaris* and *E. urograndis* treated with Sodium tetraborate decahydrated were classified as resistant against the attack of fungi *Gloeophyllum trabeum* and *Trametes versicolor*. There was no statistical difference between the concentrations used in each treatment.

Keywords: *Bambusa vulgaris*; *Eucalyptus urograndis*; *Gloeophyllum trabeum*; *Trametes versicolor*; Copper sulphate; Sodium tetraborate decahydrate; Sodium tribromophenate; Accelerated Testing Laboratory; Decay fungi.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivo Específico	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Características Biológicas e Morfológicas do Bambu	16
3.2 Características Anatômicas do Bambu	17
3.3 A Espécie <i>Bambusa vulgaris</i> SCHRAD	18
3.4 Fungos Apodrecedores	19
3.5 O gênero <i>Eucalyptus</i> spp.	20
3.6 Tratamentos Preservativos	21
3.7 Durabilidade Natural do Bambu	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 Preparo dos Corpos de Prova	23
4.2 Tratamentos Preservativos dos Corpos de Prova	24
4.3 Ataque Acelerado de Fungos em Laboratório	25
4.3.1 Ensaio acelerado em laboratório	26
4.3.2 Determinação da Perda de Massa	27
4.4 Análise Estatística	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Efeito dos Tratamentos sobre as Amostras	28
5.2 Ataque dos Fungos e Resistência das Amostras Tratadas	29
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes do bambu. Fonte: Padovan (2010).....	16
Figura 2. Grãos de amido nas células parenquimáticas de uma espécie de bambu. Fonte:Liese, 1998.....	18
Figura 3. <i>Bambusa vulgaris</i> SCHRAD. Fonte: Taiwan Forestry Research Institute (2008).....	19
Figura 4. Tratamentos químicos: TBF a 2% e 4% (incolor), Bórax a 3% e 4,7% (cor verde) e Sulfato de cobre a 3,5% e 5% (cor azul).....	24
Figura 5: Esquema geral dos tratamentos realizados nas amostras de <i>Bambusa vulvaris</i> e de <i>Eucalyptus urograndis</i> submetidas ao ataque dos fungos <i>Trametes versicolor</i> (TV) e <i>Gloeophyllum trabeum</i> (GT).....	25
Figura 6. Fungos apodrecedores <i>Gloeophyllum trabeum</i> (GT) e <i>Trametes versicolor</i> (TV) em meio de cultura líquido.....	26
Figura 7. Corpos de prova de <i>Bambusa vulgaris</i> tratadas com Sulfato de Cobre.....	28
Figura 8. Tendência do comportamento das amostras de <i>Bambusa vulgaris</i> tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i>	33
Figura 9. Tendência do comportamento das amostras de <i>Bambusa vulgaris</i> tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo <i>Trametes versicolor</i>	33
Figura 10. Tendência do comportamento das amostras de <i>Eucalyptus urograndis</i> tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i>	34
Figura 11. Tendência do comportamento das amostras de <i>Eucalyptus urograndis</i> tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungos <i>Trametes versicolor</i>	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de resistência à deterioração com relação à perda de massa do material.....	27
Tabela 2. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de <i>Bambusa vulgaris</i> após o ataque do fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i>	29
Tabela 3. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de <i>Bambusa vulgaris</i> após o ataque do fungo <i>Trametes versicolor</i>	30
Tabela 4. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de <i>Eucalyptus urograndis</i> após o ataque do fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i>	31
Tabela 5. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de <i>Eucalyptus urograndis</i> após o ataque do fungo <i>Trametes versicolor</i>	32

LISTA DE SIGLAS

ASTM American Society for Testing and Materials

CPAB Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais

LPF Laboratório de Produtos Florestais

MMA Ministério do Meio Ambiente

SFB Serviço Florestal Brasileiro

TBF Tribromofenato de sódio

UnB Universidade de Brasília

1. INTRODUÇÃO

A redução da oferta dos recursos florestais, o aumento da população e o contínuo desenvolvimento de indústrias que utilizam madeira, aumentam a necessidade em buscar fontes alternativas para o suprimento desse material. Nesse aspecto, o bambu vem ganhando importância por ser um material versátil, por possuir boas características físico-mecânicas, em comparação com a madeira, ter rápida renovação, ter baixo custo e ser de fácil obtenção, ou seja, é uma boa alternativa para suprir as atuais demandas do mercado. (MARTON, 2008)

Diferentemente da madeira, o bambu ainda não é utilizado no Brasil em escala industrial. A limitação do seu uso deve-se à baixa durabilidade natural de seus colmos. Segundo Liese (1998), o bambu possui um elevado teor de amido em suas células parenquimáticas, material que é atrativo ao ataque de organismos deterioradores como insetos e fungos. A ação de fungos apodrecedores modifica as propriedades físicas e químicas das paredes celulares, alterando negativamente a resistência mecânica do bambu. Deve-se ressaltar que esse problema não é inerente apenas ao bambu, mas também, a diversas espécies arbóreas, principalmente as que apresentam rápido desenvolvimento vegetativo, como é o caso das árvores pertencentes ao gênero *Eucalyptus* (GALVÃO, 2004).

A maioria das espécies de bambus apresenta baixa resistência natural ao ataque de organismos deterioradores. Dessa forma, é preciso buscar técnicas que aumentem a durabilidade do bambu, tornando-o competitivo em relação aos materiais convencionais, como a madeira (ESPELHO & BERARDO, 2008).

A durabilidade do bambu está relacionada à forma de tratamento aplicado aos colmos e ao seu uso final. Os métodos mais utilizados para tratamento preservativo do bambu dividem-se em tradicionais e químicos. Os métodos tradicionais são caracterizados pela não utilização de proteção química dos colmos, como maturação, imersão em água e defumação; enquanto os métodos químicos utilizam, através de imersão ou substituição de seiva, produtos químicos que podem ser classificados em oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis (PEREIRA & BERARDO, 2008).

Os tratamentos químicos são os métodos mais utilizados para aumentar a vida útil de materiais lignocelulósicos. Eles visam à impregnação das substâncias de reserva

presentes na estrutura celular do vegetal com produtos químicos tóxicos, aumentando assim, a sua resistência ao ataque de organismos xilófagos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tratamentos químicos sobre a resistência das espécies *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis* ao ataque de dois fungos apodrecedores.

2.2 Objetivo Específico

O presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência dos produtos químicos Tetraborato de sódio decahidratado (3% e 4,7%), Tribromofenato de sódio (2% e 4%) e Sulfato de cobre (3,5% e 5%) na proteção das espécies *Bambusa vulgaris* SCHRAD e *Eucalyptus urograndis*, submetidas ao ataque dos fungos apodrecedores *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilát, de podridão branca, e *Gloeophyllum trabeum* (Person ex Fries) Murrill, de podridão parda.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características Biológicas e Morfológicas do Bambu

Os bambus pertencem à família *Graminae* e subfamília *Bambusoideae*, com aproximadamente 50 gêneros e 1300 espécies. (HIDALDO LOPEZ, 2003). Esse tipo de planta possui hábito arborescente, com a parte aérea constituída por colmo, folhas e ramificações, e a parte subterrânea, por rizomas e raízes. O bambu é uma planta que se divide basicamente em duas partes. A primeira aérea, visível e composta por colmo, folhas e ramificações; e outra subterrânea, composta por rizoma e raiz (Figura 1).

O rizoma é o órgão responsável pelo armazenamento de nutrientes e pela propagação assexuada do bambu, através da ramificação. Segundo Silva (2005), existem três tipos de bambus quanto à forma de crescimento e ramificação: os entouceirantes, os alastrantes e os semi-entouceirantes. Os entouceirantes apresentam rizomas curtos e grossos, com gemas laterais que se desenvolvem em novos rizomas e colmos (principais gêneros: *Bambusa*, *Guadua*, *Dendrocalamus*). Já os alastrantes caracterizam-se pela grande quantidade de rizomas que se desenvolvem no solo e pelo desenvolvimento separado dos colmos (principais gêneros: *Phyllostachys*, *Arundinaria*, *Sasa*). Os semi-entouceirantes dispõem de ambas as características anteriores.

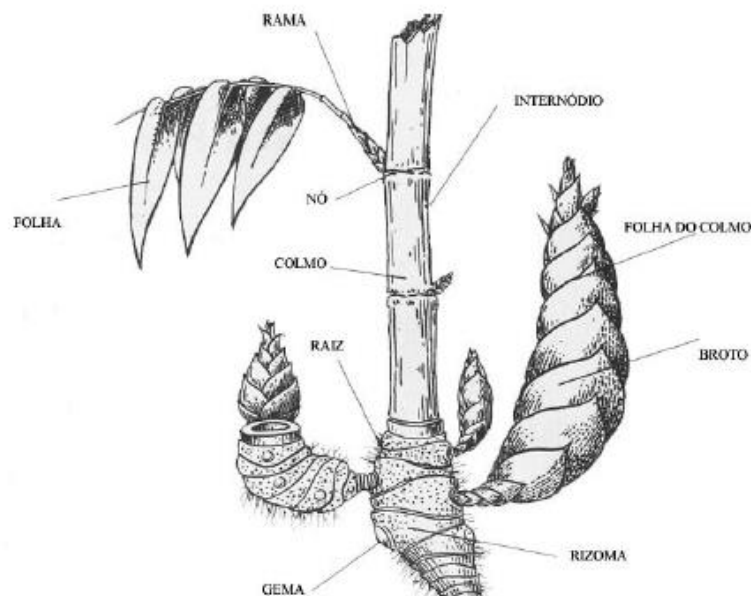


Figura 1. Partes do bambu. Fonte: Padovan, 2010.

Segundo Azzini *et al.* (1977), os colmos de bambu são constituídos por nós, entrenós e vazios no interior dos entrenós. A sua composição estrutural fornece aos colmos uma elevada resistência físico-mecânica, leveza e flexibilidade. De acordo com o diâmetro dos colmos e com a espécie considerada, variam as quantidades de nós, entrenós e vazios. Nos nós surgem os ramos, e a cavidade dos entrenós (colmos), formada pelos nós, são isoladas pelo diafragma transversal.

Segundo Pereira & Beraldo (2008), o colmo do bambu já nasce com o diâmetro que terá pela vida toda. Os colmos brotam anualmente, geralmente na estação chuvosa, e o processo de amadurecimento na maioria das espécies ocorre em 3 a 4 anos. Os colmos novos possuem poucas folhas e os nós são cobertos por brácteas (folhas caulinares). Já os colmos mais velhos apresentam ramos, ramificações e folhas, podendo ainda possuir brácteas, porém essas estarão mais secas e escuras. Quanto à localização na touceira, os colmos mais velhos localizam-se no centro, enquanto os colmos mais jovens se localizam nas partes mais externas.

Os bambus apresentam bom desenvolvimento em regiões com temperatura entre 8°C e 35°C e precipitação igual ou superior a 1200 mm anuais, com solos férteis, soltos, bem drenados e ligeiramente ácidos (pH entre 5 e 6,5) (PEREIRA & BERALDO, 2008). Também apresentam bom potencial silvicultural, por ser uma planta perene, produzir colmos assexuadamente, sem a necessidade de replantio, apresentar um bom rendimento anual por área e rápido crescimento (AZZINI *et al.*, 1977).

3.2 Características Anatômicas do Bambu

Os tecidos dos colmos de bambu são constituídos pelos seguintes tipos de células: células de parênquima formando o tecido fundamental; vasos, elementos crivados com células companheiras e cordões de esclerênquima formando os feixes fibrovasculares e fibras, formando as bainhas de fibras. (TOMAZELLO FILHO, M. & AZZINI, A., 1987). Externamente, o colmo é composto por duas camadas de células epidérmicas cobertas por cutina e cera, e internamente apresenta uma camada espessa e lignificada constituída por feixes de fibras. (PEREIRA & BERALDO, 2008).

O parênquima fundamental é formado por células alongadas, dispostas verticalmente, intercaladas por células curtas, prismáticas. As células alongadas possuem parede mais espessa e tornam-se lignificadas nos primeiros estágios de crescimento dos

colmos; as células curtas são caracterizadas por possuírem paredes mais delgadas e não se tornam lignificadas, mesmo nos colmos adultos. As células do parênquima podem conter significativa quantidade de amido e intercomunicar-se através de pontuações simples localizadas nas paredes longitudinais. O tecido parenquimatoso é mais abundante nas camadas mais internas do colmo, diminuindo gradativamente em direção às camadas mais externas; o teor de parênquima decresce da base para o ápice dos colmos. A umidade no parênquima diminui à medida que o colmo envelhece. (TOMAZELLO FILHO, M. & AZZINI, A., 1987).

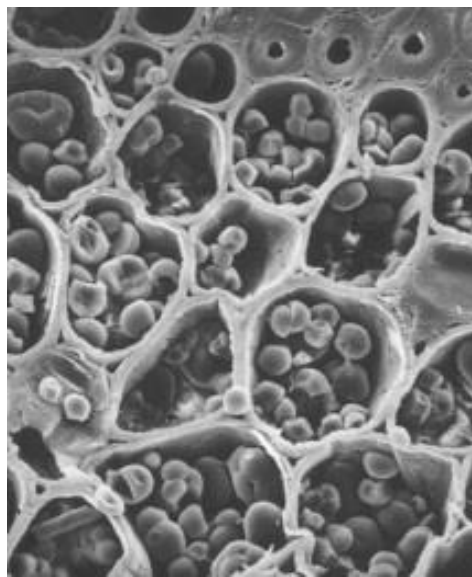


Figura 2. Grãos de amido nas células parenquimáticas de uma espécie de bambu. Fonte:Liese, 1998.

Os vasos condutores do bambu apresentam maior diâmetro nas camadas internas do colmo, ocorrendo de forma agrupada e em diferentes arranjos, dependendo da espécie. As fibras são longas, estreitas e rígidas, devido às suas paredes celulares espessas. Elas agrupam-se em feixes em torno dos vasos condutores e constituem o tecido esclerenquimático. Ocorrem nos internós e, em menor frequência, nos nós e diafragma. Suas dimensões apresentam comprimento médio entre 1,65 mm e 3,43 mm, variando em função das espécies. (PEREIRA & BERALDO, 2008).

3.3 A Espécie *Bambusa vulgaris* SCHRAD

No Brasil, existem espécies de bambu nativas e exógenas, e as espécies exóticas mais difundidas são: *Bambusa tuldoides*, *B. vulgaris* var. *vittata*, *Dendrocalamus giganteus*, e algumas espécies pertencentes ao gênero *Phyllostachys* (AZZINI *et al.*,

1978). Apesar de ser encontrada com facilidade no Brasil, a espécie *Bambusa vulgaris* é originária da China e possui colmos grossos e de cor verde. De acordo com Tomazello Filho, M. & Azzini, A., (1987), os colmos de bambu dessa espécie apresentam diversas aplicações, como para a produção de celulose de fibra longa, além de possuir características de rápido crescimento em solos declivosos e pobres e de eficiente controle da erosão.

Segundo Tomazello Filho, M. & Azzini (1987), os colmos de *Bambusa vulgaris* apresentam estrutura anatômica dos tipos IV e III, de acordo com a classificação de Grosser & Liese (1971), e existem variações na sua estrutura anatômica nos sentidos transversal e longitudinal.



Figura 3. *Bambusa vulgaris* SCHRAD. Fonte: Taiwan Forestry Research Institute, 2008.

3.4 Fungos Apodrecedores

Os fungos apodrecedores podem causar diferentes tipos de podridão no material lenhoso, sendo as principais: branca, parda e mole. Tais organismos têm a capacidade de modificar a estrutura anatômica celular e, portanto, as características físicas, químicas e mecânicas da madeira. (BRAZOLIN et al, 2010).

Os fungos causadores de podridão branca atuam na superfície das células. Esse grupo de fungos provoca uma lenta erosão da parede celular a partir do lume, e decompõem, de forma proporcional, tanto a holocelulose quanto a lignina. Devido a maior porcentagem de holocelulose existente na madeira, esta, quando atacada, adquire

uma coloração esbranquiçada. Em certas ocasiões, linhas escuras demarcam a região atacada e, à parte desses sinais, não existem outras evidências visíveis a olho nu no aspecto da madeira que possam indicar apodrecimento. Porém, há uma progressiva perda de peso e das resistências física e mecânica da peça atacada. (MENDES & ALVES, 1988; CAVALCANTE, 1982).

Trametes versicolor é um dos fungos de podridão branca mais comum que deterioram a madeira. Esse fungo causa a deterioração simultânea da celulose, lignina e hemicelulose, que produz diversas ectoenzimas, entre elas a lacase, peroxidases e celobiose dehidrogenase. (ARCHIBALD et al., 1997).

Os fungos do grupo de podridão parda deterioram a celulose e a hemicelulose, transformando-as em substâncias solúveis facilmente assimiladas e digeridas. A lignina, de coloração escura, fica praticamente intacta, conferindo à madeira um aspecto pardo-escuro (MENDES & ALVES, 1988). A madeira atacada por esses fungos apresenta uma diminuição da sua massa específica, tornando-se mais susceptível ao ataque de microrganismos (COSTA, 2009 apud LEPAGE, 1986).

O *Gloeophyllum trabeum* é um fungo de podridão parda encontrado nas regiões tropicais e subtropicais, principalmente, da Europa, Austrália, Estados Unidos e Brasil. Apresenta uma coloração amarelada e seu corpo de frutificação é fino e marrom, variando de poróide a lamelado (ESPIG, 2003).

3.5 O gênero *Eucalyptus* spp.

Originário da Austrália e da Indonésia o eucalipto, pertence ao gênero *Eucalyptus*, que reúne mais de 600 diferentes espécies, e é hoje uma das principais fontes de matéria-prima para a produção de papel, de carvão vegetal e de madeira sólida, que é utilizada em móveis, pisos, revestimentos e outras aplicações na construção civil. (BRACELPA, 2013).

No Brasil, o eucalipto encontrou excelentes condições de clima e solo para se desenvolver, alcançando um crescimento mais rápido que nos demais países e um alto índice de produtividade. Em território brasileiro, o eucalipto é colhido em aproximadamente sete anos, podendo ser cultivado em terrenos de baixa fertilidade natural, embora não tolere solos rasos e excesso de água. Além disso, em comparação

com outras culturas, não exige muitos nutrientes e defensivos agrícolas. (BRACELPA, 2013).

Além de atender às necessidades de consumo humano por madeira, o plantio de eucalipto ajuda a preservar as florestas nativas, a equilibrar o clima e absorve o CO₂ da atmosfera em taxas expressivas, devido ao seu rápido crescimento. (BRACELPA, 2013).

O *Eucalyptus urograndis* é um híbrido desenvolvido no Brasil através do cruzamento do *Eucalyptus grandis* com o *Eucalyptus urophylla*. A finalidade do cruzamento destas duas espécies era obter plantas com bom crescimento, características do *E. grandis*, e um incremento na densidade da madeira, características do *E. urophylla* (BRAGA, 2008).

3.6 Tratamentos Preservativos

A durabilidade do bambu está relacionada à forma do tratamento aplicado aos colmos e ao seu uso final. Os métodos de tratamentos preservativos do bambu dividem-se, principalmente, em tradicionais e químicos. Os métodos tradicionais são caracterizados pela não utilização de proteção química dos colmos, como maturação, imersão em água e defumação; enquanto os métodos químicos utilizam, através de imersão ou substituição de seiva, produtos químicos preservativos que podem ser classificados em oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis. (PEREIRA & BERHALDO, 2008). O sucesso do tratamento preservativo no bambu depende da tratabilidade do colmo, do teor de umidade, do tipo de produto químico utilizado e do processo de tratamento aplicado (LIESE, 2004).

Os produtos químicos utilizados no tratamento do bambu são os mesmos utilizados no tratamento da madeira e devem ser suficientemente ativos para impedir a vida e o desenvolvimento de microorganismos e não devem afetar os tecidos de bambu alterando suas propriedades físico-mecânicas. Esses produtos devem ser utilizados em concentrações adequadas e apresentar toxidez restrita aos organismos xilófagos, não afetando o homem e os animais.

De acordo com Liese (2004), os produtos químicos mais utilizados são os hidrossolúveis, principalmente aqueles sem a fixação de sal, pois eles podem se difundir em colmos verdes, penetrando de forma completa no tecido. Os preservativos hidrossolúveis são constituídos pela associação de vários sais; o sulfato de cobre, dicromato de potássio ou sódio, sulfato de zinco, ácido crômico, ácido arsênico, ácido

bórico e outros compostos podem fazer parte da composição de suas fórmulas. As soluções aquosas desses sais, quando penetram na madeira, reagem com a lignina, produzindo compostos insolúveis, que dificilmente são lixiviados. (GALVÃO et al, 2004).

Compostos à base de boro são os mais comuns para a proteção de colmos, porém, seu uso é restrito apenas às áreas cobertas (bambu não exposto às intempéries), devido ao risco da lixiviação. Neto *et al.* (2009), ressaltam que o ácido bórico é o elemento mais utilizado em tratamentos químicos de bambu, sendo utilizado no preparo de soluções específicas ou em produtos industrializados, como o Tetraborato de sódio decahidratado, também conhecido como Bórax. Os materiais lignocelulósicos tratados com boratos inorgânicos apresentam grande resistência a fungos apodrecedores, cupins, brocas e formigas. (GALVÃO et al, 2004).

O tribromofenato de sódio, também conhecido como TBF, é um produto hidrossolúvel especialmente indicado para o tratamento de madeira recém desdobrada, para prevenir o ataque de fungos. É geralmente utilizado em soluções aquosas de 1 a 4% de concentração, sendo as maiores concentrações aconselhadas para as madeiras mais úmidas, cuja a água tende a diluir o líquido preservativo. (GALVÃO et al, 2004).

3.7 Durabilidade Natural do Bambu

De acordo com LIESE (2004), os bambus não produzem substâncias tóxicas à medida que envelhecem, como ocorre com algumas espécies de madeiras, o que contribui para a redução de sua resistência natural frente ao ataque de organismos xilófagos.

Kumar *et al.* (1994), comentam que pode-se observar a durabilidade do bambu ao longo da espessura de seu colmo, já que as camadas internas são mais facilmente deterioradas que as externas, devido à sua estrutura anatômica.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio acelerado de biodeterioração foi realizado na Área de Biodegradação e Preservação, do Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

4.1 Preparo dos Corpos de Prova

Os bambus utilizados neste trabalho foram coletados no *Campus* Darcy Ribeiro, pertencente à Universidade de Brasília (UnB). Os corpos de prova foram confeccionados no Centro de Pesquisa Aplicada de Bambu e Fibras Naturais (CPAB), da UnB. A madeira de *Eucalyptus urograndis* utilizada nesse trabalho foi obtida a partir de três árvores, com 13 anos de idade, de plantios localizados na Fazenda Água Limpa (FAL) pertencente à UnB. Os corpos de prova foram confeccionados no LPF, pertencente ao SFB do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Os corpos de prova de bambu foram confeccionados a partir de réguas retiradas da base e do meio do colmo, com dimensões de 120 cm de comprimento e 2,5 cm de largura. Dessas réguas foram confeccionados os corpos de prova, desconsiderando a parte de nós e as camadas externas, nas dimensões nominais de 2,5 cm (comprimento) x 2,5 cm (largura) x 1,0 cm (espessura).

As árvores de eucalipto foram cortadas em toretes com um metro de comprimento e encaminhadas ao LPF, para serem armazenadas e processadas. Os toretes foram desdobrados em tábuas com 30 mm de espessura e, em seguida, foram novamente desdobradas, medindo 600 x 30 x 30 mm (comprimento x largura x espessura), e secas em uma estufa com circulação forçada de ar a 40°C, da marca Nova Ética, modelo 400/6ND. Após esse processo, as amostras foram submetidas a uma avaliação visual de suas condições quanto à orientação dos anéis de crescimento e ocorrência de defeitos, para que fossem selecionadas as amostras com as melhores condições para o preparo dos corpos de prova. A partir das amostras pré-selecionadas, os corpos de prova foram confeccionados nas seguintes dimensões: 2,5 cm (comprimento) x 2,5 cm (largura) x 1,0 cm (espessura).

No total foram confeccionados 210 corpos de prova de bambu e 210 de eucalipto, dos quais 180 corpos de prova de cada espécie foram tratados e 30 amostras permaneceram sem tratamento (testemunhas).

Os corpos de provas de ambas espécies foram lixados manualmente, com uma lixa de grana 250, e, posteriormente, climatizados. A massa de cada corpo de prova foi regularmente medida até a estabilização das amostras, utilizando uma balança de precisão

(0,001g), modelo AY 220 Shimadzu. Os dados das massas antes e após o ataque de fungos foram obtidos da mesma forma.

Após a estabilização, as amostras foram submetidas aos tratamentos químicos e ao ensaio acelerado de laboratório de ataque de fungos.

4.2 Tratamentos Preservativos dos Corpos de Prova

Todos os corpos de prova de bambu e de eucalipto, com exceção das amostras testemunhas, foram submetidos a tratamentos com os seguintes produtos químicos (Figura 2):

- a) Tetraborato de sódio decahidratado (Bórax), solução hidrossolúvel a base de boro, nas concentrações 3% e 4,7%.
- b) Tribromofenato de sódio (TBF) nas concentrações 2% e 4%.
- c) Sulfato de cobre (CuSO_4) nas concentrações 3,5% e 5%.



Figura 4. Tratamentos químicos: TBF a 2% e 4% (incolor), Bórax a 3% e 4,7% (cor verde) e Sulfato de cobre a 3,5% e 5% (cor azul).

No tratamento realizado com TBF, os corpos de prova ficaram imersos no produto químico por um período de dois minutos; Já no tratamento realizado com Sulfato de Cobre, os corpos de prova ficaram imersos por cinco minutos; E no tratamento feito com Bórax, as amostras ficam imersas por uma semana.

Os tratamentos químicos são caracterizados pelo uso de produtos hidrossolúveis, que reagem com a lignina, formando compostos insolúveis e tóxicos aos organismos xilófagos.

Como forma de garantir que todos os corpos de prova estivessem na mesma condição de umidade, os tratamentos foram realizados após a climatização dos corpos de prova. E após o tratamento, as massas dos corpos de prova foram novamente estabilizadas, nas condições descritas anteriormente.

4.3 Ataque Acelerado de Fungos em Laboratório

O ensaio de ataque acelerado de fungos foi realizado no Laboratório de Fungos do LPF. Os corpos de prova de bambu e de eucalipto tratados foram avaliados em relação à perda de massa, após o ataque de fungos apodrecedores, de acordo com os critérios estabelecidos pela norma ASTM D 2017 (ASTM, 2005).

Metade dos 180 corpos de prova de bambu e de eucalipto, submetidos aos tratamentos químicos, foi exposta ao fungo de podridão branca *Trametes versicolor*, e a outra metade, ao fungo de podridão parda *Gloeophyllum trabeum*. Trinta corpos de prova de cada espécie serviram como testemunhas, não recebendo nenhum tipo de tratamento químico; sendo que 15 foram expostos ao fungo de podridão branca e os outros 15, ao fungo de podridão parda. O esquema apresentado na Figura 5 mostra como foram distribuídos os tratamentos químicos para cada fungo apodrecedor e espécie estudada.

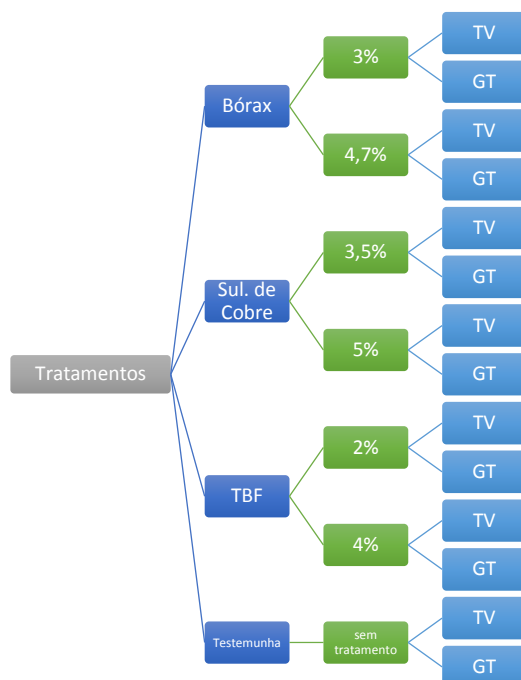


Figura 5. Esquema geral dos tratamentos realizados nas amostras de *Bambusa vulvaris* e de *Eucalyptus urograndis* submetidas ao ataque dos fungos *Trametes versicolor* (TV) e *Gloeophyllum trabeum* (GT).

4.3.1 Ensaio acelerado em laboratório

Para o ensaio acelerado em laboratório, os fungos apodrecedores foram repicados em meio de cultura líquido, na proporção de 30 g de extrato de malte para cada litro de água deionizada e essa solução permaneceu em mesa agitadora por um período de 24 horas, a fim de desassociar as hifas dos fungos. Em seguida, os fungos foram levados à incubadora, sob condições de temperatura de 26°C e de umidade relativa de 70%, onde permaneceram por 3 semanas, até o micélio dos fungos recobrir totalmente a superfície do meio de cultura. Após esse período, os micélios foram fragmentados e homogeneizados em água deionizada utilizando-se um liquidificador, sendo inoculados 1,5 mL dessa solução sobre a placa suporte em cada frasco de vidro. Todas as operações de manipulação dos fungos foram efetuadas em capela de fluxo laminar.



Figura 6. Fungos apodrecedores *Gloeophyllum trabeum* (GT) e *Trametes versicolor* (TV) em meio de cultura líquido.

Os ensaios foram montados em frascos de vidro transparente, com boca larga, tampa rosqueável e capacidade de 250 mL. Em cada vidro foram adicionados 90 g de solo, livre de matéria orgânica e com pH previamente corrigido, e 31 mL de água deionizada. Sobre o solo, em cada frasco, foi colocada uma placa suporte de madeira de *Pinus* sp. (para o cultivo de *G. trabeum*) e de *Cecropia* sp. (para o cultivo de *T. versicolor*) com dimensões de 35 x 29 x 3 mm. Posteriormente, esses vidros foram esterilizados em autoclave à 120°C por 40 minutos e levados à incubadora, nas condições descritas anteriormente.

Os frascos de vidro com o inóculo de fungo foram incubados por um período de 3 a 4 semanas, até o micélio do fungo recobrir totalmente a placa suporte. Após esse período, os corpos de provas de bambu e de eucalipto foram colocados sobre o fungo, dando início ao ensaio de biodeterioração. Os frascos com os corpos de prova foram novamente colocados na incubadora, nas mesmas condições descritas anteriormente, por um período de 12 semanas. Transcorrido esse período, as amostras de bambu e de eucalipto foram retiradas dos frascos de vidro, submetidas à limpeza, feita com uma pequena escova, para remoção do excesso de micélio aderido e levadas à estufa, com circulação forçada de ar à 50°C, para a determinação da perda de massa.

4.3.2 Determinação da Perda de Massa

Os valores de perda de massa dos corpos de prova ocasionados pelo ataque de fungos apodrecedores foram determinados a partir da Equação 1.

$$Pm = \left(\frac{mi - mf}{mi} \right) \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

Pm = perda de massa, em %;

mi = massa da amostra antes do ataque do fungo, em g;

mf = massa da amostra depois do ataque do fungo, em g.

Foram calculadas as médias de perda de massa para as espécies de bambu e de eucalipto em relação aos tratamentos preservativos, para posterior classificação de resistência à deterioração por fungos, conforme preconizado pela ASTM D 2017 (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de resistência à deterioração com relação à perda de massa do material.

Perda de massa média (%)	Média residual (%)	Classe de Resistência
0 a 10	90 a 100	Altamente resistente
11 a 24	76 a 89	Resistente

25 a 44	56 a 75	Moderadamente resistente
Maior que 45	Menor que 55	Pouco ou não resistente

Fonte: ASTM D 2017 (2005).

4.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos em percentagem da perda de massa dos corpos de prova foram analisados utilizando-se o programa estatístico Assistat (Statistical Assistance). A comparação múltipla das médias foi feita através do Teste de Tukey (Tukey honest significant difference test) ao nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeito dos Tratamentos sobre as Amostras

Após a realização do tratamento químico com sulfato de cobre (3,5% e 5%), foi observado uma concentração de sais de coloração azul na superfície dos corpos de prova. No tratamento realizado com Tetraborato de sódio decahidratado (Bórax), nas concentrações 3% e 4,7%, foi observada uma alteração da cor das soluções de tratamento, em uma tonalidade marrom esverdeada. O tratamento com o TBF, em ambas concentrações, não apresentou nenhuma alteração de cor ou estrutura nos corpos de prova.



Figura 7. Corpos de prova de *Bambusa vulgaris* tratadas com Sulfato de Cobre.

5.2 Ataque dos Fungos e Resistência das Amostras Tratadas

O fungo *Trametes versicolor* apresentou um rápido desenvolvimento, quando comparado com o fungo *Gloeophyllum trabeum*. Segundo Eaton & Hale (1993) *apud* Alves *et al.* (2006), o fungo *G. trabeum* apresenta períodos de repouso durante seu crescimento, o que demonstra seu desenvolvimento mais lento.

Os resultados da perda de massa e classe de resistência de *Bambusa vulgaris* e de *Eucalyptus urograndis*, após do ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*, são apresentados nas Tabelas de 2 a 5.

Tabela 2. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de *Bambusa vulgaris* após o ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum*.

Tratamento	Concentração (%)	Perda de massa (%)*	Classe de Resistência
Testemunha	-	36,89a	Moderadamente resistente
	3	14,80c	Resistente
Bórax	4,7	15,38c	Resistente
	2	26,87b	Moderadamente resistente
TBF	4	26,54b	Moderadamente resistente
	3,5	13,12c	Resistente
Sulfato de cobre	5	12,70c	Resistente
	d.m.s (Tukey a 5%)		6,82
CV %		29,72	

* Médias das amostras avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

O Bórax e o Sulfato de cobre foram os produtos que apresentaram os melhores resultados na inibição do ataque do fungo *G. trabeum*, sendo que as amostras tratadas com o Sulfato de cobre apresentaram as menores perdas de massa. Não houve diferenças significativas entre as concentrações de cada tratamento e entre os tratamentos realizados com o Bórax e sulfato de cobre.

No tratamento com o TBF, o bambu, assim como as amostras testemunhas, foram classificados como moderadamente resistente ao ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum*. Porém, a perda de massa das amostras tratadas com TBF foi menor do que a das sem tratamentos.

Tabela 3. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência de *Bambusa vulgaris* após o ataque do fungo *Trametes versicolor*.

Tratamento	Concentração (%)	Perda de massa (%)*	Classe de Resistência
Testemunha	-	25,70a	Moderadamente resistente
	3	15,38b	Resistente
Bórax	4,7	16,19b	Resistente
	2	16,51b	Resistente
TBF	4	14,22b	Resistente
Sulfato de	3,5	13,86b	Resistente
cobre	5	13,37b	Resistente
d.m.s (Tukey a 5%)		3,16	
CV %		17,51	

* Médias das amostras avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

Os três produtos químicos testados mostraram-se mais eficientes na inibição do fungo *T. versicolor* em relação ao *G. trabeum*, sendo classificados como resistentes, não havendo diferenças significativas entre concentrações testadas de ambos os produtos químicos. Os corpos de prova tratados com Sulfato de cobre foram os que apresentaram os menores valores de perda de massa, sendo possível sugerir a menor concentração desse produto químico (3,5%) para o tratamento de *B. vulgaris* no controle do ataque de *T. versicolor*.

De modo geral, as amostras de *B. vulgaris* não tratadas (testemunhas) mostraram-se mais resistente ao ataque do fungo *T. versicolor*, uma vez que a perda de massa média dessas amostras frente ao ataque desse fungo foi de 25,70%, enquanto que em relação ao fungo *G. trabeum* a perda de massa média foi de 36,89 %. No entanto, para ambos os fungos essa espécie de bambu foi classificada como moderadamente resistente (ASTM, 2005).

A partir desses resultados é possível sugerir as concentrações mais baixas de Sulfato de cobre (3,5%) ou de Bórax (3%) para o tratamento dessa espécie de bambu, contra o ataque dos fungos *G. trabeum* e *T. versicolor*.

Tabela 4. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência do *Eucalyptus urograndis* após o ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum*.

Tratamento	Concentração (%)	Perda de massa (%)ⁱ	Classe de Resistência
Testemunha	-	21,50a	Resistente
	3	13,60bc	Resistente
Bórax	4,7	14,19b	Resistente
	2	12,25bc	Resistente
TBF	4	10,56c	Resistente
Sulfato de	3,5	10,57c	Resistente
cobre	5	10,51c	Resistente
d.m.s (Tukey a 5%)		3,11	
CV %		21,24	

* Médias das amostras avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

Para o tratamento de *E. urograndis*, os três produtos químicos testados mostraram-se eficientes na inibição do fungo *G. trabeum*, sendo classificados como resistentes ao ataque desse fungo. Não foi observada diferença significativa entre as concentrações testadas de ambos os produtos químicos. No entanto, os corpos de prova tratados com

Sulfato de cobre foram os que apresentaram os menores valores de perda de massa, sendo possível sugerir a menor concentração desse produto químico para o tratamento de *E. urograndis* contra o ataque de *G. trabeum*.

Apesar das amostras testemunhas (não tratadas) de *E. urograndis* terem se mostrado resistentes ao ataque de *G. trabeum*, a sua perda de massa foi significativamente superior em relação às amostras tratadas. Nesse sentido, é sempre importante sugerir o tratamento químico como forma de proteção dessa espécie de madeira, frente ao ataque desse fungo apodrecedor.

Tabela 5. Percentagem média da perda de massa e classe de resistência do *Eucalyptus urograndis* após o ataque do fungo *Trametes versicolor*.

Tratamento	Concentração (%)	Perda de massa (%)*	Classe de Resistência
Testemunha	-	20,05a	Resistente
Bórax	3	13,71b	Resistente
	4,7	13,93b	Resistente
TBF	2	10,49b	Resistente
	4	10,34b	Resistente
Sulfato de cobre	3,5	10,32b	Resistente
	5	10,74b	Resistente
d.m.s (Tukey a 5%)		3,88	
CV %		27,63	

* Médias das amostras avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

Em relação ao fungo *T. versicolor*, os três produtos químicos testados foram classificados como resistentes, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos e as suas respectivas concentrações. No entanto, pode-se observar que as amostras tratadas com Sulfato de cobre e TBF foram as que apresentaram as menores perdas de massa, independente da concentração.

No geral, as amostras de *E. urograndis* apresentaram praticamente a mesma resistência natural (amostras não tratadas) frente ao ataque dos dois fungos apodrecedores, sendo classificadas como resistentes (ASTM, 2005), apresentando uma perda de massa média, após o ataque do fungo *T. versicolor*, de 20,05% e de 21,50% para *G. trabeum*.

Os resultados da perda de massa das amostras tratadas em relação as não tratadas sugerem a recomendação da proteção com produtos químicos adequados das espécies de *Bambusa vulgaris* e de *Eucalyptus urograndis*.

As Figuras de 8 a 11 apresentam a tendência do comportamento da perda de massa das amostras tratadas e não tratadas de *Bambusa vulgaris* e de *Eucalyptus urograndis*, submetidas ao ataque dos fungos *Trametes versicolor* (podridão branca) e *Gloeophyllum trabeum* (podridão parda).

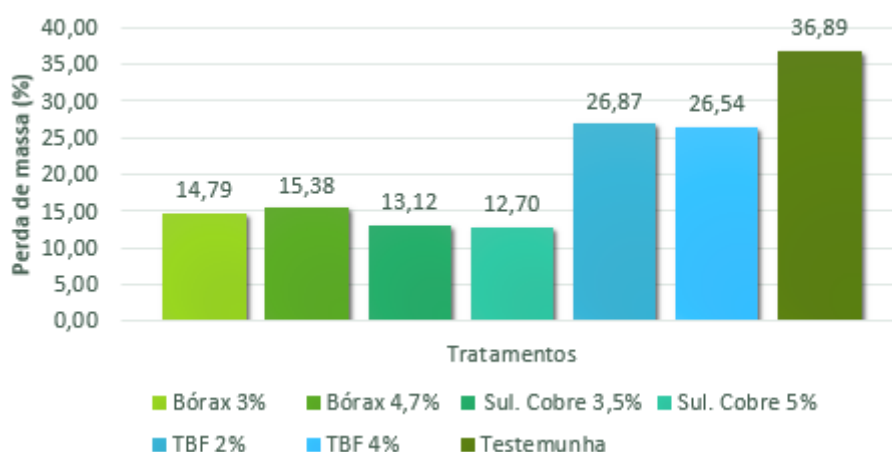


Figura 8. Comportamento das amostras de *Bambusa vulgaris* tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum*.

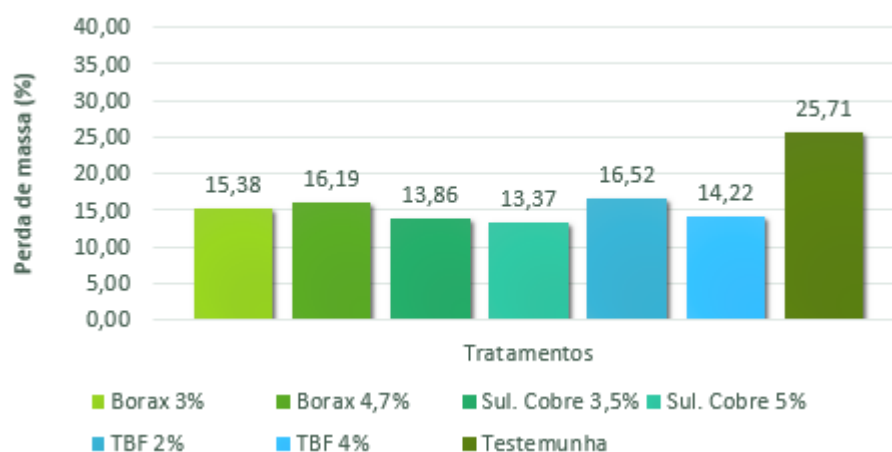


Figura 9. Comportamento das amostras de *Bambusa vulgaris* tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo *Trametes versicolor* (TV).

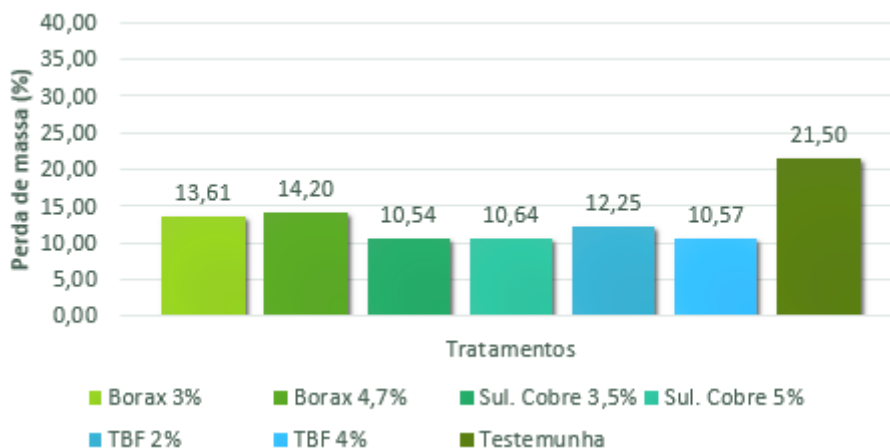


Figura 10. Comportamento das amostras de *Eucalyptus urograndis* tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum*.

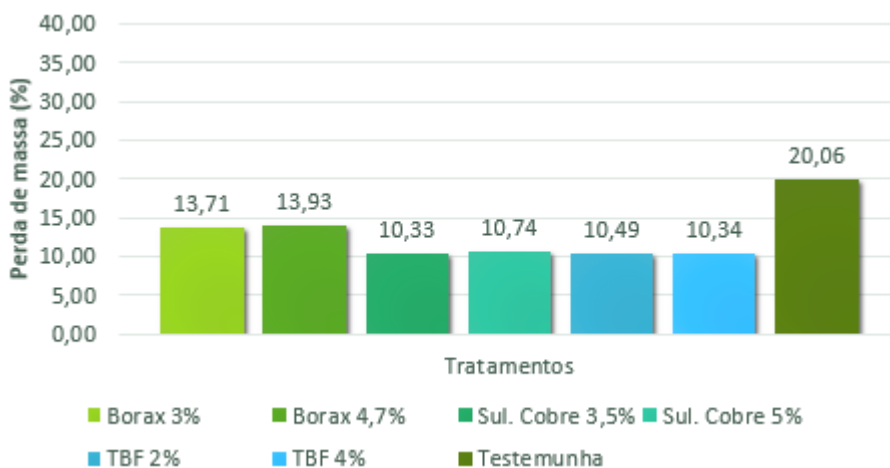


Figura 11. Comportamento das amostras de *Eucalyptus urograndis* tratadas com Bórax, TBF, Sulfato de cobre e testemunhas submetidas ao ataque do fungo *Trametes versicolor*.

Era esperado que as amostras apresentassem maior resistência frente ao ataque de fungos, à medida que as concentrações dos tratamentos químicos aumentassem. Esse comportamento não foi observado para as amostras tratadas com Bórax (3% e 4,7%), em ambas espécies para os dois tipos de podridão, nem para os corpos de prova de eucalipto tratados com Sulfato de cobre (3,5 e 5%) para os dois fungos.

Silva (2013), avaliou a resistência biológica da espécie de bambu *Dendrocalamus giganteus* Munro submetida aos tratamentos preservativos com Tribromofenato de sódio (TBF) e Tetraborato de sódio decahidratado (Bórax), frente ao ataque de fungos apodrecedores *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*, e concluiu que a solução de Bórax à 3% de concentração apresentou a melhor proteção das amostras de *D. giganteus*,

sendo classificada como altamente resistente contra o ataque dos fungos citados. Já as amostras de *D. giganteus* tratadas com TBF (nas concentrações de 2% e 4%) foram classificadas como resistentes frente ao ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*. O Boráx apresentou, em relação ao TBF, uma maior eficiência na proteção tanto da espécie *Bambusa vulgaris* quanto da espécie *Dendrocalamus giganteus* ao ataque de fungos apodrecedores. Por ter sido classificado como altamente resistente, quando tratado com Bórax, pode-se sugerir que a espécie *Dendrocalamus giganteus* apresenta uma maior resistência natural do que a espécie *Bambusa vulgaris*.

O tratamento com Bórax tem como desvantagem a restrição do uso do bambu às áreas cobertas, sem exposição às intempéries. Galvão et al. (2004) explica que os compostos a base de boro são solúveis em água e facilmente lixiviáveis, sendo indicados para a o tratamento de bambus a serem utilizados acima do solo e sem contato com água. Dessa forma, no caso de bambu expostos às intempéries, recomenda-se realizar o tratamento com o Sulfato de cobre à 3,5%.

Apesar da susceptibilidade do bambu ao ataque de organismos deterioradores (ESPELHO & BERALDO, 2008), pode-se verificar que as amostras de bambu tratadas apresentaram resistência biológica satisfatória, sendo classificadas pela norma ASTM D 2017 como resistentes, a qual foi a mesma classificação dada às amostras de eucalipto nesse estudo.

Após o ensaio de biodeterioração, foi possível constatar alterações nos corpos de prova através de análise visual. As amostras que sofreram ataques do fungo *Trametes versicolor* não apresentaram alterações na cor e sim, em suas estruturas, adquirindo uma textura macia. Já para o fungo *Gloeophyllum trabeum*, as amostras tratadas com Bórax, TBF e não tratadas (testemunhas) apresentaram superfície escurecida (cor marrom).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Sulfato de cobre à 3,5% de concentração apresentou a melhor proteção para as amostras de *Bambusa vulgaris* e de *Eucalyptus urograndis*, sendo classificadas como resistentes contra o ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*.

O tratamento realizado com o TBF (2% e 4%) foi o menos eficiente na proteção das amostras de *B. vulgaris* frente ao ataque do fungo *G. trabeum*, sendo classificadas como moderadamente resistentes. Já as amostras de *B. vulgaris* tratadas com o TBF foram

classificadas como resistentes contra o ataque do fungo *T. versicolor*. As amostras de *E. urograndis* tratadas com o TBF foram classificadas como resistentes contra o ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*.

As amostras de *B. vulgaris* e de *E. urograndis* tratadas com solução de Tetraborato de sódio decahidratado (Bórax) foram classificadas como resistentes frente ao ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*.

Recomenda-se a utilização do Sulfato de cobre à 3,5% por apresentar a melhor proteção tanto ao bambu, quanto ao eucalipto, e por ser o produto mais acessível entre os três estudados nesse trabalho.

Recomenda-se também a realização de novos estudos sobre tratamentos preservativos de bambus a fim de avaliar a sua resistência frente ao ataque de organismos xilófagos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHIBALD, F. S. et al. *Kraft pulp bleaching and delignification by *Trametes versicolor**. Journal of Biotechnology, v. 53, n. 2-3, p. 215-236, 1997.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D – 2017: *Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods*. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v.0410, p.5, 2005.

AZZINI, A.; CIARAMELO, D.; NAGAI, V. *Número de feixes vasculares em três espécies de bambu*. Bragantia, Campinas, v. 36, n. 1, p. 7-10, 1977.

AZZINI, A., CIARAMELLO, D. & V. NAGAI. *Propagação Vegetativa Do Bambu-Gigante*. Journal Article: Publicado Em 1978.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. (<http://bracelpa.org.br/bra2/>). Acessado em 30/10/2014.

BRAGA, J. L. P. *Estabilidade Fenotípica de Clone de *Eucalyptus urograndis*, na Fazenda Bom Jardim – Aparecida – SP*. Monografia de Graduação em Engenharia Florestal. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008. 16 p.

BRAZOLIN, S. et al. (2010). *Associação Entre Fungos Apodrecedores e Cupins Subterrâneos no Processo de Biodeterioração do Lenho de Árvores de *Tipuana Tipu* (Benth.) O. Kuntze da Cidade de São Paulo, SP*. In: Scientia Florestalis, v. 38, n. 86, Piracicaba, SP, p. 215-224.

CAVALCANTE, M. S. *Deterioração Biológica e Preservação de Madeiras*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Divisão de Madeiras. São Paulo, SP, 1982. 41 p.

COSTA, M. A. *Avaliação de metodologias alternativas para caracterização do ataque de fungos apodrecedores de madeiras*. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-127/2009, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009. 82 p.

ESPELHO, J.C.C.; BERALDO, A.L *Avaliação físico-mecânica de colmos de bambus tratados*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.12, n.6, p.645-652, 2008.

ESPIG, D. S. *Resistência natural de espécies de madeira da região amazônica a fungos apodrecedores*. Monografia de Graduação em Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003. 25 p.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. de. *Processos práticos para preservar a madeira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 49p.

GROSSER, D. & LIESE, W. *On the anatomy of arian bamboos, with special reference to their vascular bundles*. Wood science and technology, New York, 5(4): 290-312, 1971.

HIDALDO LOPEZ, O. *Bamboo: the gift of the God's*. Bogotá: D'vinni Ltda, 2003. 553p.

KUMAR, S. et al. *Bamboo preservation techniques: a review*. China: INBAR, 1994. 59 p.

LEPAGE, E. S. *Manual de Preservação de Madeiras*. São Paulo: IPT, 1986. v.1. 342 p.

LIESE, W. *The anatomy of bamboo culms*. International Network for Bamboo and Rettan, 208p. China, 1998.

LIESE, W. *A preservação do colmo do bambu em relação à sua estrutura*. Tradução de Antônio L. Beraldo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRADUA, 2004, Pereira. Anais...Pereira, 2004.

MARTON, G. L. *Produção de compensados de bambu (Dendrocalamus giganteus) utilizando adesivos à base de fenol e ureia*. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008,45p.

MENDES, A. S., ALVES, M. V. S. *A Degradação da Madeira e sua Preservação*. IBDF/DPq-LPF, Brasília, DF, 1988.56 p.

NETO, J. S. P. et al. *Aplicação do bambu nas construções rurais*. Revista Educação Agrícola Superior, v. 24, n. 2, p. 67-77, 2009.

PADOVAN, R.B. *O Bambu na Arquitetura: Design de Conexões Estruturais*. UNESP, 2010.

PEREIRA, M. A.; BERALDO, A. L. *Bambu de corpo e alma*. Bauru: Canal6, 2008. 240p.

SILVA, A.C. da. 2013. *Resistência do Bambu Dendrocalamus giganteus Munro tratado ao Ataque de Fungos Apodrecedores*. Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 37p.

SILVA, R. M. C. *O bambu no Brasil e no mundo*. 2005. 45p.

TOMAZELLO FILHO, M. & AZZINI, A. *Estrutura anatômica, dimensões das fibras e densidade básica de colmos de Bambusa vulgaris Schrad*. IPEF, Piracicaba, 1987.

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

(<http://knowledge.taibif.tw/node/16680>) - acessado em 27/10/2014.