

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

ALINE COSTA PEÇANHA

EFICIÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO DO ÓLEO DE SOJA  
REUTILIZADO COM IODO SUBLIMADO NA RESISTÊNCIA DA  
MADEIRA DE *Pinus elliottii* A FUNGOS XILÓFAGOS

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2015

ALINE COSTA PEÇANHA

EFICIÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO DO ÓLEO DE SOJA  
REUTILIZADO COM IODO SUBLIMADO NA RESISTÊNCIA DA  
MADEIRA DE *Pinus elliottii* A FUNGOS XILÓFAGOS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

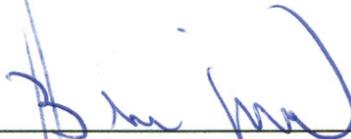
ALINE COSTA PEÇANHA

EFICIÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO DO ÓLEO DE SOJA  
REUTILIZADO COM IODO SUBLIMADO NA RESISTÊNCIA DA  
MADEIRA DE *Pinus elliottii* A FUNGOS XILÓFAGOS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 01 de dezembro de 2015.....

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Professor D. Sc. Juarez Benigno Paes  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

Professor D. Sc. Humberto Fantuzzi Neto  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

Professor M. Sc. Victor Fassina Brocco  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico este trabalho aos meus pais, Wagner Peçanha Ferreira e Marizilda Mothé da Costa Ferreira que me incentivaram e apoiaram durante todos os anos de graduação, acreditando em mim mesmo em momentos difíceis.

“E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”

*1 Coríntios 13:2*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por ter me dado saúde e sabedoria no tempo de faculdade.

Aos meus pais, Wagner e Marizilda que foram presentes e essenciais no meu crescimento pessoal e profissional, dando-me apoio, carinho e esperança de que no final sempre dá certo! Sem eles nada disso estaria acontecendo, sendo eternamente grata por tudo que fizeram por mim!

À minha irmã, que sempre foi presente e amiga durante toda minha vida e inclusive pelas visitas na cidade de Alegre, trazendo-me felicidade e vontade de continuar.

Ao Bernardo pelo companheirismo, apoio e força para continuar a lutar. Não me esquecendo também de tantas horas de estudos e alegrias que me acompanhou, ensinando-me a ser mais persistente nos meus deveres.

Aos meus amigos, que completaram minha vivência em Alegre, em especial Tamyris, Thuanny, Gizele, Carlos e Paula, que desde o início da graduação meu anjo bateu com os deles, e levarei comigo para sempre, estando grata pela companhia e felicidade que tanto me trouxeram.

Ao meu orientador D. Sc. Juarez Benigno Paes, tenho a honra por ter me aconselhado pacientemente e acompanhado meu trabalho de conclusão de curso, com sua grande simpatia e felicidade.

Ao Prof. M. Sc. Victor Fassina Brocco, pelo auxílio nos experimentos e com seus conhecimentos para este trabalho, com postura respeitosa e sábia.

Ao Prof. D. Sc. Humberto Fantuzzi Neto, pela disponibilidade de fazer parte da banca examinadora.

À Universidade Federal do Espírito Santo, que junto aos Professores contribuíram para minha formação acadêmica.

A todos, o meu sincero muito obrigada!

## RESUMO

A tecnologia de produtos madeireiros vem se potencializando no Brasil com propostas socioeconômicas envolvendo sustentabilidade e incentivando reflorestamentos. Entretanto, a madeira é um material muitas vezes exposta aos fatores externos e a organismos xilófagos que promovem a deterioração da mesma, causando transtornos ao setor industrial madeireiro. É importante salientar, como exemplo, que a madeira de pinus é de baixa resistência aos organismos biodeterioradores, tendo a necessidade de tratamentos utilizando preservativos para sua proteção. Assim, o objetivo deste trabalho foi testar a madeira de *Pinus elliotti* tratada com óleo de soja reutilizado, e fazer o enriquecimento com diferentes teores de iodo (0,5%, 1% e 2%), e avaliar a resistência da madeira aos fungos *Postia placenta*, *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*. Constatou-se que o óleo de soja inibiu o ataque dos fungos na madeira comparado às amostras controle, e a solução de óleo com 2% de iodo promoveu o melhor resultado na resistência de *Pinus elliottii* contra fungos xilófagos.

Palavras-chave: Tratamento da madeira. Óleo vegetal. Ensaio biológico.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	vii
LISTA DE QUADRO.....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1  Objetivo geral.....	2
1.1.2  Objetivo específico .....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Madeira .....	3
2.2 Resistência natural da madeira.....	4
2.3 Caracterização da espécie <i>Pinus elliottii</i> .....	5
2.4 Tratamento da madeira.....	6
2.5 Fungos xilófagos.....	7
3 METODOLOGIA.....	9
3.1 Obtenção do óleo de soja e preparo das soluções .....	9
3.2 Preparo e tratamento da madeira de <i>Pinus elliottii</i> .....	9
3.3 Preparo dos recipientes com solo para ensaios de resistência a fungos xilófagos.....	11
3.4 Avaliação dos resultados .....	13
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	14
5 CONCLUSÕES .....	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Comparação entre as médias de perda de massa (%) para os diferentes fungos xilófagos e tratamentos.....	14
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Soluções preparadas com óleo de soja reutilizado e iodo sublimado. ....	9
Quadro 2 – Classificação da perda de massa em ensaio de resistência a fungos xilófagos.....	12

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cerne e alburno. ....	5
Figura 2 - Corpos de prova de <i>Pinus elliottii</i> identificados. ....	10
Figura 3 - Esquema dos ensaios para o fungo <i>Postia placenta</i> . ....	12
Figura 4 - Frascos com fungos desenvolvidos e corpos de prova submetidos ao fungo <i>Postia placenta</i> sem tratamento (A) e com tratamento de solução de óleo e 2% de I <sub>2</sub> (B). ....	15
Figura 5 - Relação entre perda de massa (%) do corpo de prova causada pelo ataque do fungo <i>Postia placenta</i> e concentração de iodo no óleo de soja. ....	16
Figura 6 - Relação entre perda de massa (%) causada pelo ataque do fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i> e concentração de iodo no óleo de soja. ....	17
Figura 7 - Amostras de <i>Pinus elliottii</i> sem tratamento e submetidas ao fungo <i>Gloeophyllum trabeum</i> . ....	18
Figura 8 - Relação entre perda de massa (%) causada pelo ataque do fungo <i>Trametes versicolor</i> e concentração de iodo no óleo de soja. ....	18
Figura 9 - Amostras tratadas com solução de óleo de soja e 1% de I <sub>2</sub> submetidas ao fungo <i>Trametes versicolor</i> . ....	19

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado florestal brasileiro vem fornecendo grandes oportunidades de melhoramento dos produtos madeireiros com as pesquisas relacionadas a sua qualidade e valorização. Entretanto, a madeira está sujeita aos ataques de organismos xilófagos danificando assim o produto e comprometendo sua durabilidade. Isso pode ser evitado com a utilização de produtos que contenham substâncias tóxicas para os mesmos, que visam elevar a durabilidade natural da madeira.

As condições do meio, onde a madeira está exposta, muitas vezes favorecem o desenvolvimento de agentes xilófagos, sendo os fungos os principais causadores da biodeterioração da madeira (CARBALLEIRA LOPEZ; MILANO, 1986). Para testar a eficácia de produtos preservativos, os mesmos são utilizados em laboratório, sendo necessários testes acelerados para avaliar a resistência da madeira, que geralmente é exposta a fungos de podridão branca e parda (PAES; MORAIS; LIMA, 2005).

Entretanto, somente após o ensaio de campo pode-se tirar as conclusões sobre a eficácia do tratamento realizado, pois neste a madeira é exposta às condições reais de uso, como agentes físicos, químicos e biológicos e tendo uma melhor avaliação da madeira (PAES et al., 2009). Segundo Paes (1997), esses ensaios biológicos em laboratório objetivam avaliar a eficácia do produto químico utilizado e seu êxito como preservativo da madeira.

Os produtos que utilizam óleos na diluição da solução preservativa denominam-se oleossolúveis (MORESCHI, 2013), sendo interessante se fazer o uso de óleos vegetais como produtos de tratamento para a madeira, como vem sendo demonstrado em diversas pesquisas (BOSSARDI, 2014; PAES et al., 2010b; GRIGOLETO, 2013) e utilizado desde 1916 pelos romanos com a aplicação de óleos de oliva e de cedro, demonstrado por Jankowsky (1986).

Segundo Barillari (2002), é de suma importância efetivar um tratamento preservativo, quando se refere à espécie de pinus, antes de seu uso no mercado, pois a mesma possui baixa durabilidade natural e requer a utilização de substâncias preservativas. Assim torna-se interessante a pesquisa com óleos vegetais para o tratamento da madeira, principalmente com o óleo de soja por estar entre os mais

utilizados dentre os óleos vegetais e por ser de baixo custo de obtenção, podendo ser reaproveitado por vários tipos de indústrias, principalmente a alimentícia.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar a eficácia do tratamento da madeira com óleo de soja enriquecido com iodo contra fungos xilófagos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Enriquecer o óleo de soja usado com diferentes concentrações de iodo.
- Realizar a impregnação das soluções com óleo de soja na madeira.
- Testar a resistência da madeira de pinus tratada a fungos e avaliar seus respectivos danos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Madeira

A madeira é um material formado por plantas lenhosas com função de sustentação mecânica (SEVERIANO, 2010), sendo um material leve, naturalmente e mecanicamente resistente, e sendo muitas vezes utilizada para fins industriais. O uso da madeira vem crescendo nos últimos anos em indústrias de marcenaria para fabricação de móveis, assim como para construção de estruturas na área civil e arquitetura.

Empresas de reflorestamento e diversos setores industriais no Brasil se mobilizaram nas atividades econômicas ligadas ao plantio e exploração de florestas, pela lei de incentivos fiscais iniciada em 1964 e pelo País possuir ótimas condições de clima e solo para a silvicultura. E isto induz uma boa produtividade nas plantações, e uso no manejo sustentável da madeira em prol da sociedade e ao meio ambiente (PESCADOR; OLIVEIRA, 2009).

Em relação à composição química da madeira, é importante ressaltar os principais componentes macromoleculares da madeira que são os mais atingidos por agentes xilófagos: a lignina, hemicelulose e celulose (BOM, 2011).

A celulose é um polímero linear de alta massa molecular encontrada na parede celular, sendo uma substância fibrosa, resistente e insolúvel em água. É constituída por unidades de glicose formando cadeias retas e unidas por ligações de hidrogênio, conferindo maior estabilidade e resistência à estrutura celulósica (FRANCISCO JUNIOR, 2008).

Mendes e Alves (1988) citaram que a deterioração da madeira causada por fungos de podridão parda reduz as cadeias de celulose, tornando-a mais quebradiça. A hemicelulose está muito associada com a celulose na parede celular (BOM, 2011), e possui baixo peso molecular de polissacarídeos atuando como agente de ligação entre a celulose e a lignina (NAVARRO, 2011). Esta além de contribuir com a ligação das fibras aumenta a área específica e melhora a flexibilidade das mesmas (NAVARRO, 2011).

Depois da celulose, a lignina é o material orgânico mais abundante dos tecidos vegetais, permitindo o transporte de água e nutrientes, e também a proteção

dos ataques de micro-organismos à madeira, pois sua condição estrutural confere rigidez e resistência mecânica à parede celular (FENGEL; WEGENER, 1984).

## **2.2 Resistência natural da madeira**

A madeira de alta resistência aos organismos deterioradores foi gradativamente explorada, e assim sendo mais escassa em diversas regiões. Entre os principais organismos responsáveis por danos na madeira estão os fungos (HUNT; GARRATT, 1967; CAVALCANTE, 1982). Com o intuito de evitar esses danos causados pelos mesmos, o homem buscou outros meios, como a utilização de espécies menos resistentes, e de rápido crescimento, provenientes de reflorestamentos e realizando tratamentos para melhorar sua vida útil (PAES; MORESCHI; LELLES, 2005).

Nenhuma espécie de madeira, inclusive aquelas reconhecidas pela elevada durabilidade natural, são capazes de resistir às variações das condições ambientais, ação do homem, e ataque dos micro-organismos (SILVA; TOMASELLO FILHO; OLIVEIRA, 2005). Entretanto, é de se esperar diferença de comportamento em relação às propriedades físicas e de resistência, e variações na sua composição e estrutura orgânica de cada espécie, como as madeiras de maior densidade e de cores mais escuras que apresentam maior durabilidade natural (MELO, 2013).

Na região ao centro do tronco situa-se o cerne (Figura 1), onde as células estão inativas com cavidades constituídas de substâncias extrativas (tanino, terpenos, células de parênquima, resinas, gorduras, carboidratos). Estes dão coloração mais escura na madeira, e são tóxicos aos organismos degradadores da madeira, dificultando a ação dos fungos e insetos e fornecendo maior densidade e durabilidade natural (MELO, 2013).

Segundo Melo (2013), a vulnerabilidade da madeira ao ataque destes organismos não só depende da quantidade de cerne presente, mas também de alguns fatores que afetam sua resistência natural, como: espécie florestal, densidade, substâncias nutritivas (açúcares e amido), substâncias tóxicas (taninos, resinas e gomas) e teores de umidade.

Figura 1 - Cerne e alburno.



Fonte: KLOCK et al (2005).

### 2.3 Caracterização da espécie *Pinus elliottii*

Essa espécie de pinus pertence ao grupo de pinheiros amarelos (“Southern yellow pines”) da família Pinaceae, provenientes da América do Norte (EUA), e é grande produtora em quantidade de resina, e possui boa qualidade nos seus derivados produtos como terpenos (terebintina e breu). Atualmente, é muito plantada para fins comerciais objetivando a produção de chapas, compensados, lâminas, postes e móveis (FOELKEL, 2008).

A madeira desta conífera apresenta fibras longas e é muito utilizada em fábricas que visam a produção de celulose e papel, principalmente papeis de embalagens e kraft, que têm como propriedade principal a resistência mecânica. Esse processo de fabricação dá origem a um sub-produto “tall oil” ou sabão de espuma (GEORGIN et. al, 2015), sendo utilizado em indústrias químicas, ligadas à mineração e às indústrias de fertilizantes (SALES, 2007).

As espécies do gênero *Pinus* são denominadas como coníferas que são plantas gimnospérmicas, e possuem menor resistência e densidade em relação às dicotiledôneas, sendo necessário um tratamento mais eficaz para aumentar a durabilidade da madeira (GESUALDO, 2003).

Esta espécie sobressai em comparação às nativas do País, pois apresentam vantagens econômicas por possuir rápido crescimento e alta tolerância ao frio e aos solos de baixa fertilidade. Assim, manejos adequados poderiam ser incentivados para gerar produtos finais com boa qualidade e conseqüentemente um resultado econômico e ecologicamente viável (FERRAZ FILHO, 2009).

Segundo Barillari (2002), mesmo com características favoráveis para o mercado interno, esta madeira possui baixa resistência natural ao ataque de organismos xilófagos, o que reforça a necessidade de tratamento químico preservante adequado, conferindo maior durabilidade e agregação de valor à madeira.

## 2.4 Tratamento da madeira

A madeira por ser um material natural, possui uma sensibilidade às pragas, insetos e outros fatores externos que causam danos à mesma. Dependendo da espécie, há uma variação de baixa a alta resistência a esses organismos, precisando muitas vezes se fazer um tratamento para sua proteção.

É de suma importância o tratamento preservativo da madeira no Brasil, pois se relaciona com a diminuição da pressão sobre as florestas nativas e aumenta a vida útil da madeira, possibilitando uma maior conservação dos recursos florestais naturais. O setor florestal nos procedimentos contra organismos xilófagos estimula o reflorestamento no País, pois encontrou nas espécies de pinus e eucalipto, uma alternativa para substituir a utilização de madeiras nativas, haja vista que essas espécies são de melhor manuseio para tratamento (SILVA, G. A., 2014).

De acordo com Barillari (2002), o tratamento mais utilizado na madeira de *Pinus elliottii* é feito sobre pressão em autoclave com soluções hidrossolúveis preservativas de arseniato de cobre cromatado (CCA) ou cromo, cobre e boro (CCB) podendo ter durabilidade maior que 10 anos. Na avaliação geral dos resultados quanto ao estado de sanidade, ficou demonstrado que o tratamento com CCB obteve o índice de comportamento médio inferior ao CCA (BARILLARI, 2002).

Embora estes tratamentos sejam eficazes e seguros, há restrições quanto à perda de CCA e CCB ao longo do tempo por volatilização ou lixiviação, colocando em risco a saúde humana e contaminação do meio ambiente (CAVALHEIRO, 2014).

Em relação aos preservativos oleossolúveis, o creosoto e o PCP (pentaclorofenol) foram alguns dos mais utilizados, sendo o PCP um dos primeiros pesticidas sintéticos, e não é mais usado por possuir substâncias tóxicas ao meio e à humanidade. Assim, o naftaleno de cobre veio substituir o PCP, sendo vinte vezes menos tóxico, porém apresenta coloração final na madeira esverdeada tendo uma

contrariedade na idealização do tratamento, além desses produtos terem um valor mais oneroso (ESTEVES, 2009).

Nos últimos anos, a humanidade visa a diminuição do uso de produtos não renováveis para tratamento por causar agressividade ao meio ambiente, optando assim por fontes renováveis de origem vegetal. Estudos realizados por Paes et al. (2010a), relatam que óleos vegetais agregam resistência à madeira sem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana, como o óleo de candeia, utilizado para fins mais nobres como na construção civil.

Tratamentos mais simples, além de proporcionar proteção da madeira e preservação dos recursos florestais, podem resultar em melhor resistência natural, tendo fundamental importância ecológica e econômica (FARIAS SOBRINHO, 2003). Conforme sugestão apresentada por Costa, Gonzalez e Vale (2002), o iodo pode ser utilizado para tratamento da madeira considerando as propriedades fungicidas e inseticidas por meio de ensaio acelerado em laboratório. O iodo tem sido avaliado em produtos químicos contendo baixa toxidez e alto efeito inibitório (COSTA, 1987; TSUNODA; NISHIMOTO, 1986; HANSEN, 1984), e o mesmo possui resultados promissores quando utilizado como preservante para madeira (TAKAHASHI et. al., 1985; TSUNODA; NISHIMOTO, 1986; COSTA, 1987).

## **2.5 Fungos xilófagos**

É importante identificar as causas da deterioração da madeira para se ter controle específico e eficiente, já que pode ser de diversas maneiras. Os danos gerais são desgaste mecânico, degradação física, química e biológica (ROCHA, 2001).

Os maiores deterioradores da madeira são os agentes bióticos (OLIVEIRA et al., 1986), chamados de organismos xilófagos. Dentre os mais importantes, classificam em três grupos: micro-organismos, insetos e brocas marinhas. Dos micro-organismos (fungos e bactérias), os fungos são os maiores responsáveis pelos danos causados em madeira de postes, dormentes e mourões (OLIVEIRA et al., 1986). Estes penetram na madeira e se alastram em forma de células conectadas nas terminações, chamadas de hifas (MAGALHÃES, 2008).

Os fungos podem causar sérios prejuízos decompondo a madeira ou manchando-a, sendo classificados em emboloradores, manchadores e

apodrecedores (ROCHA, 2001). Os dois primeiros usam como fonte de alimento amido e açúcares das células parenquimáticas, e são formados por microorganismos que não decompõem a parede celular da madeira. Já os apodrecedores causam perda de resistência mecânica por segregarem enzimas e decompõem o material lignocelulósico estrutural da parede (MAGALHÃES, 2008).

Segundo Rech (2013), os tipos de podridão dos fungos apodrecedores são de podridão branca, parda ou mole. Os responsáveis pela podridão branca pertencem aos basidiomicetos que destroem a celulose, hemicelulose e lignina da madeira (CARVALHO et al., 2009) perdendo sua massa, resistência física e mecânica progressivamente. Já o aspecto visual apresenta-se esbranquiçada devido à destruição de pigmentos e perda da cor natural, podendo ter em alguns casos linhas escuras na região atacada (RECH, 2013).

Os fungos de podridão parda também pertencem aos basidiomicetos e destroem a celulose e a hemicelulose da madeira perdendo sua resistência mecânica, porém não atacam a lignina, que nas reações de ataque a torna escura, deixando um aspecto visual pardo-escurecido (MENDES; ALVES, 1988). Já os causadores da podridão mole pertencem aos ascomicetos ou fungos imperfeitos, e atacam os mesmos constituintes da podridão parda amolecendo a superfície da madeira, entretanto podem atacar também tanto a lignina quanto os polissacarídeos em velocidades menores (SILVA, B. N. S., 2014).

Entre os fungos apodrecedores, os basidiomicetos se destacam por possuir características próprias enzimáticas quanto à decomposição dos constituintes primários da madeira (OLIVEIRA; TOMAZELLO FILHO; SILVA, 2005). Assim, de acordo com Paes, Morais e Lima (2005), são necessários testes acelerados com a madeira exposta aos fungos de podridão parda ou branca, podendo utilizar um novo preservativo com bom desempenho.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Obtenção do óleo de soja e preparo das soluções

O óleo de soja usado foi cedido pelo Restaurante Universitário do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, situado em Jerônimo Monteiro, ES. Este foi reutilizado e manuseado sem aquecimento, estando em condições de temperatura ambiente de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . A fim de melhorar sua eficiência a fungos xilófagos, o mesmo foi enriquecido com iodo sublimado ( $\text{I}_2$ ), para atender aos tratamentos da madeira de *Pinus elliottii* expostos no Quadro 1.

Quadro 1 - Soluções preparadas com óleo de soja reutilizado e iodo sublimado.

Tratamento	Discriminações
T1	Controle
T2	Óleo de soja reutilizado puro
T3	Óleo de soja reutilizado com 0,5% de iodo sublimado
T4	Óleo de soja reutilizado com 1,0% de iodo sublimado
T5	Óleo de soja reutilizado com 2,0% de iodo sublimado

Fonte: Autor.

#### 3.2 Preparo e tratamento da madeira de *Pinus elliottii*

A madeira de *Pinus elliottii* (tábuas) foi proveniente de árvores com idade de 15 anos, obtida na serraria pertencente ao Complexo Agroindustrial Pindobas Ltda., localizada em Venda Nova do Imigrante – ES. As tábuas foram transformadas em corpos de prova com dimensões 1,9 x 1,9 x 1,9 cm (radial x longitudinal x tangencial). As amostras obtidas foram selecionadas ao descartarem as que continham defeitos, como rachaduras, manchas e bolsas de resina, lixadas e identificadas com numeração correspondente ao fungo, tratamento e repetição (Figura 2).

Figura 2 - Corpos de prova de *Pinus elliottii* identificados.



Fonte: Autor.

Os corpos de provas selecionados foram secos em estufas à temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até adquirirem massa constante. Os mesmos foram pesados e tiveram seus volumes medidos por imersão em mercúrio. Estes valores foram utilizados para o cálculo de retenção ( $\text{kg m}^{-3}$ ) das soluções na madeira e da perda de massa causada pelos fungos.

Para o tratamento da madeira foi empregado o método de imersão a frio dos corpos de prova nas soluções preparadas por 2 segundos. Retirou-se o excesso de material absorvido da superfície das amostras com papel toalha, garantindo uma retenção nominal entre 54,24 e 56,53  $\text{kg m}^{-3}$  para os fungos. Esta retenção foi embasada em outros trabalhos com soluções dos óleos de nim e mamona para o térmita da espécie *Nasutitermes corniger* (Paes et al., 2010b; 2011) e com fungos xilófagos de podridão mole (Paes et al., 2010), porém com maior retenção por causa da madeira de pinus ter alta capacidade de absorção (HENZ; CARDOSO, 2005). As retenções foram determinadas a partir da diferença de massas dos corpos de prova (antes e depois do tratamento) dividida pelo volume seco inicial dos mesmos.

### 3.3 Preparo dos recipientes com solo para ensaios de resistência a fungos xilófagos

Os recipientes utilizados foram frascos de vidros de 600 mL, com tampas metálicas rosqueáveis, que foram devidamente higienizados antes de seu manuseio. Seguindo as recomendações da *American Society for Testing and Materials* - ASTM D 1413 (2005) pesaram-se 300 g de solo (capacidade de retenção de água de 25,6%) e o mesmo foi umedecido com 114 mL de água destilada, para ajuste da umidade, conforme norma citada. Aos frascos foram adicionadas duas placas de alimentação de *Pinus* sp. (*feeder strips*) em cada um deles e autoclavados (1,2 kPa a 122°C por 30 minutos) para esterilização.

Para o ensaio de apodrecimento acelerado, os corpos de prova foram testados aos fungos xilófagos *Postia placenta* e *Gloeophyllum trabeum* (podridão parda) e *Trametes versicolor* (podridão branca). Após o desenvolvimento dos fungos nos *feeder strips*, as amostras de cada tratamento (Quadro 1) foram selecionadas e adicionadas aos frascos sendo utilizado 10 repetições para cada situação. Todas as operações de manipulação dos fungos e suas disposições nos frascos foram realizadas de modo asséptico em uma capela de fluxo laminar.

Os frascos preparados foram mantidos em sala climatizada ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante 12 semanas. Foram submetidas às mesmas condições de ensaio amostras sem a presença de fungos para correção da perda de massa obtida em função do ataque à madeira (perda de massa operacional). Na Figura 3 consta o esquema do ensaio para o fungo *Postia placenta*, o qual se repete para os demais fungos testados.

Figura 3 - Esquema dos ensaios para o fungo *Postia placenta*.

Fonte: Autor.

Transcorrido o tempo necessário, os corpos de prova foram retirados dos frascos e removeu-se o micélio dos fungos com uma escova de cerdas macias. Estes foram secos sob as mesmas condições já citadas, pesados em balança, sendo a perda de massa para cada tratamento e situação calculada e corrigida com base na perda de massa operacional. Os resultados obtidos foram comparados com a classificação de perda de massa da ASTM D 2017 (2005), Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação da perda de massa em ensaio de resistência a fungos xilófagos.

Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)	Classe de Resistência
0 - 10	90 - 100	Altamente resistente (AR)
11 - 24	76 - 89	Resistente (R)
25 - 44	56 - 75	Moderadamente resistente (MR)
≥ 45	≤ 55	Não resistente (NR)

Fonte: ASTM D - 2017 (2005).

### 3.4 Avaliação dos resultados

Para avaliação dos resultados, foram empregadas estatísticas descritivas (médias e coeficiente de variação), análise de variância com teste F e análises de regressão para a comparação dos efeitos das concentrações de iodo no óleo (0; 0,5; 1 e 2%) para cada fungo individualmente.

Para avaliar a eficiência das soluções de tratamento foram empregados três fungos (*Postia placenta*, *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*), cinco tratamentos (testemunha mais soluções de tratamento) e 10 repetições para cada situação, totalizando 150 amostras.

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

A média encontrada das retenções dos tratamentos para os três fungos testados foi de 55 kg m<sup>-3</sup>. Observa-se que nos tratamentos com óleo enriquecido com 1 e 2% de iodo (T4 e T5, respectivamente) para os fungos *P. placenta* e *T. versicolor*, obtiveram menores valores de perda de massa. Nota-se também que a madeira não tratada para os três fungos testados apresentou menor resistência quando comparada à submetida aos demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação entre as médias de perda de massa (%) para os diferentes fungos xilófagos e tratamentos.

Tratamento	Perda de massa média (%)		
	Fungo		
	<i>Postia placenta</i>	<i>Gloeophyllum trabeum</i>	<i>Trametes versicolor</i>
T1 Controle	57,89 NR* a (14,58)	33,35 MR* a (15,71)	16,81 R* a (43,25)
T2 Óleo puro	40,74 MR* b (16,96)	21,40 R* b (25,42)	12,15 R* a (35,39)
T3 Óleo com 0,5% I <sub>2</sub>	42,36 MR* b (11,28)	27,81 MR* c (21,50)	7,65 AR* b (27,06)
T4 Óleo com 1% I <sub>2</sub>	34,68 MR* c (10,27)	24,64 R* c (16,84)	4,10 AR* c (20,98)
T5 Óleo com 2% I <sub>2</sub>	28,91 MR* d (13,91)	20,78 R* b (13,81)	2,22 AR* d (24,77)

\*Em que: NR; MR; R; e AR: Não resistente; moderadamente resistente; resistente; e altamente resistente - ASTM D 2017 (2005).

As médias seguidas por uma mesma letra verticalmente não diferem estatisticamente pelo teste F (Fisher) a 5% de significância.

Fonte: Autor.

Ao analisar os valores da perda de massa, a análise de variância indicou diferença significativa entre as médias das amostras controle e do tratamento de maior concentração de iodo na solução, e apresentou aumento de resistência para os fungos *P. placenta*, *G. trabeum* e *T. versicolor* em média de 50,06, 37,69 e 86,79%, respectivamente. A comparação das médias para cada fungo xilófago testado pode ser observada na Tabela 1.

Mesmo com o maior valor numérico do aumento de resistência para o *T. versicolor*, os dados de perda de massa para o *P. placenta* foram significativos diante da mudança de classificação de não resistente para moderadamente resistente, quando aumentada a concentração de iodo na solução. Na Figura 4 pode ser observada a diferença do resultado em frascos, com amostras controle (A), e submetido ao tratamento de solução de óleo com 2% de  $I_2$  (B) para o fungo *Postia placenta*.

Figura 4 - Frascos com fungos desenvolvidos e corpos de prova submetidos ao fungo *Postia placenta* sem tratamento (A) e com tratamento de solução de óleo e 2% de  $I_2$  (B).

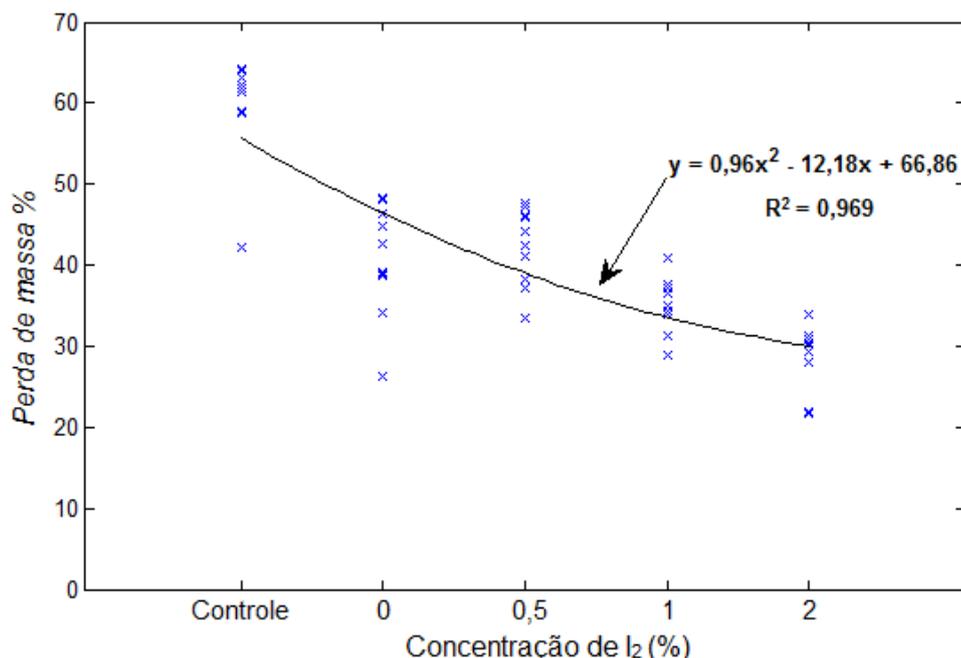


Fonte: Autor.

Quando a madeira de *Pinus elliottii* foi submetida ao ataque de fungo *P. placenta*, as amostras controle (T1) perderam alta quantidade de massa. Já o tratamento com óleo puro (T2) obteve menor média de perda de massa quando comparado às amostras sem tratamento diferindo significativamente e ficando na classe de resistência de moderadamente resistente (Tabela 1).

No gráfico de regressão relacionado ao *P. placenta* (Figura 5), para comparação dos efeitos da concentração, foi observado que a mistura do óleo com 0,5% de  $I_2$ , não apresentou diferença significativa quando comparado ao tratamento com óleo puro, entretanto, com relação à testemunha, observou-se melhora quanto à proteção da madeira. Mesmo não havendo grande diferença entre óleo puro e com 0,5% de  $I_2$ , pode-se observar que com o uso do iodo, as amostras obtiveram dados numéricos de perda de massa mais próximos.

Figura 5 - Relação entre perda de massa (%) do corpo de prova causada pelo ataque do fungo *Postia placenta* e concentração de iodo no óleo de soja.



Fonte: Autor.

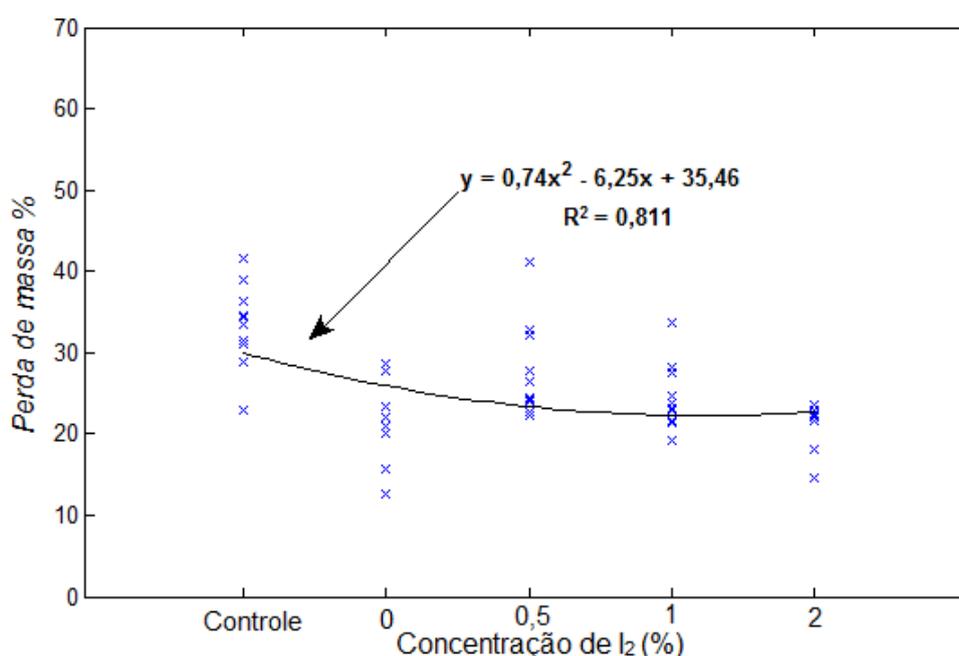
As soluções de óleo com 1 e 2% de I<sub>2</sub> (T4 e T5) proporcionaram um ganho de resistência em 14,87 e 29,04% respectivamente, quando comparados às amostras submetidas ao tratamento com óleo puro, tendo seus valores na classe de resistência de moderadamente resistente. Assim, de modo geral, para a madeira de *Pinus elliottii*, em relação ao fungo *Postia placenta*, observa-se a tendência de melhoria dos efeitos de proteção quando aumentado a concentração de iodo no óleo de soja reutilizado, tendo os melhores resultados numéricos com a concentração de 2% de I<sub>2</sub>.

Em relação ao fungo *G. trabeum*, as amostras testemunhas da madeira obtiveram resistência moderada, e o mesmo não pôde ser observado nos demais casos. Os tratamentos com a solução da mistura de óleo com 0,5 e 1% de iodo atingiram valores numéricos dentro da classe de moderadamente resistente a resistente (Quadro 2). Com o tratamento T5, constituído de óleo com 2% de iodo (Figura 6), todas as amostras da madeira de pinus alcançaram resultados próximos numericamente estando dentro da classe de resistente, assim como as submetidas ao tratamento com óleo puro que apresentou classificação como resistente e redução dos valores de perdas de massa comparados às amostras controle.

O resultado do T2 sobre as amostras pode ser explicado uma vez que o óleo puro agiu positivamente quanto às menores perdas de massa, porém para melhores resultados pode-se testar uma menor retenção de óleo para proteção da madeira.

Uma vez que o uso do iodo foi de suma importância para o aumento da resistência biológica da madeira, pela maior precisão dos dados, quando comparado à testemunha e ao tratamento com óleo puro, verificou-se que houve eficiência do uso de maior concentração de  $I_2$  no óleo de soja (Figura 6).

Figura 6 - Relação entre perda de massa (%) causada pelo ataque do fungo *Gloeophyllum trabeum* e concentração de iodo no óleo de soja.



Fonte: Autor.

Como Mendes e Alves (1988) mencionaram, madeira submetida ao ataque dos fungos *P. placenta* e *G. trabeum* apresentou coloração parda-escurecida (Figura 7) por não atacar preferencialmente a lignina, e o contato da mesma com os reagentes a torna escura. Além disso, notou-se que o fungo *G. trabeum* não apenas deixou as amostras de *Pinus elliotii* mais escurecidas, como também mais quebradiças quando comparado ao *P. placenta*, sendo mais agressor à madeira testada.

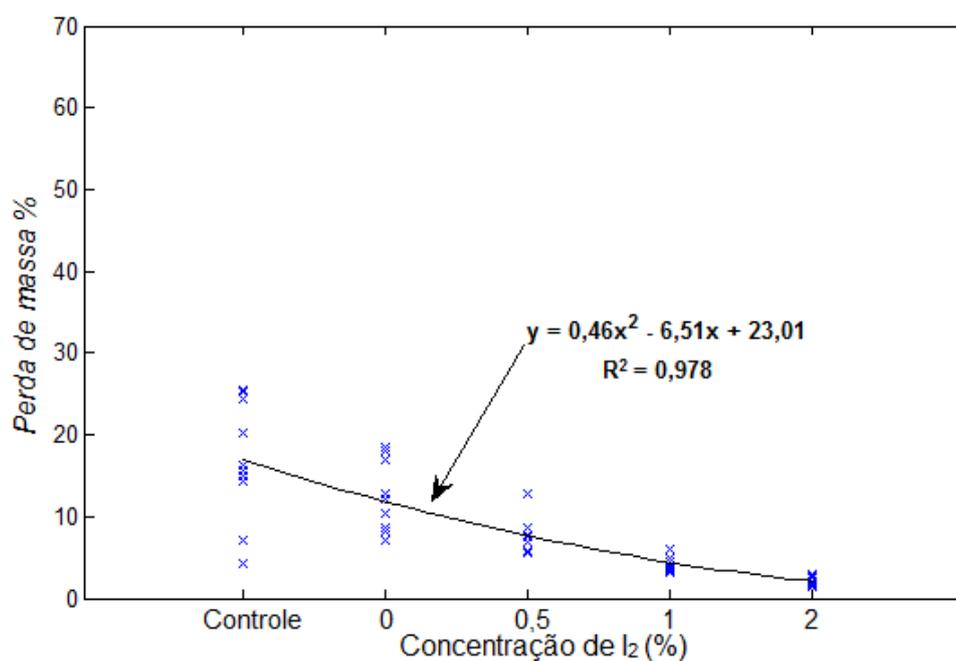
Figura 7 - Amostras de *Pinus elliottii* sem tratamento e submetidas ao fungo *Gloeophyllum trabeum*.



Fonte: Autor.

As perdas de massa da madeira de *Pinus elliottii* submetidas ao ataque do fungo *T. versicolor* (Figura 8) foram menores quando comparada aos demais testados, sendo classificada como resistente (Quadro 2). Para este caso, com o aumento das concentrações de iodo, obteve-se resultado significativo proporcionando ganho de resistência para o tratamento de óleo com 2% de iodo (T5) de 86,79% quando comparado às amostras sem tratamento, sendo classificado como altamente resistente.

Figura 8 - Relação entre perda de massa (%) causada pelo ataque do fungo *Trametes versicolor* e concentração de iodo no óleo de soja.



Fonte: Autor.

Zabel e Morrel (1992) afirmaram que o fungo *T. versicolor* (causador de podridão branca) possui menor aptidão para atacar a madeira de coníferas, quando comparado às folhosas, em relação aos demais fungos testados que são de podridão parda. Sendo, assim, justificadas as baixas perdas de massas das amostras de *Pinus elliottii* submetidas a tal organismo.

O ganho na resistência da madeira contra o fungo *T. versicolor* acarretado pelos tratamentos (T2, T3, T4 e T5), conferiu à mesma, melhores resultados, quando comparados aos demais fungos testados, pois a madeira já possui resistência natural ao *T. versicolor*, tendo aspecto visual mais próximo das amostras que não foram submetidas aos fungos xilófagos (Figura 9), e pouco esbranquiçado, como mencionado por Rech (2013), uma vez que o fungo é de podridão branca e possui a capacidade de atacar preferencialmente a lignina, deixando como resíduo a celulose e hemicelulose que possuem coloração clara.

Figura 9 - Amostras tratadas com solução de óleo de soja e 1% de  $I_2$  submetidas ao fungo *Trametes versicolor*.



Fonte: Autor.

Para todas as situações analisadas em cada fungo, as amostras tratadas adquiriram menor perda de massa quando comparada às não tratadas, enfatizando a importância da proteção da madeira de *Pinus elliottii*, por ser de baixa resistência natural a organismos xilófagos (GESUALDO, 2003). O óleo de soja no tratamento das amostras de pinus diminuiu a ação das enzimas liberadas pelos fungos que reagem com os constituintes da parede celular (MENDES; ALVES, 1988) evitando assim maior deterioração da madeira.

## 5 CONCLUSÕES

O óleo de soja puro conferiu melhorias na resistência da madeira de *Pinus elliottii* inibindo o crescimento dos fungos xilófagos quando comparada às amostras sem tratamento, sendo seu uso uma alternativa para incrementar a resistência biológica da madeira.

Com a adição e aumento da concentração de iodo, houve uma tendência de melhoria da proteção da madeira aos fungos xilófagos de podridão parda e branca testados.

A mistura da solução de óleo de soja com 2% de iodo apresentou os melhores resultados numéricos de perda de massa, sendo o melhor tratamento utilizado.

A degradação da madeira ocasionada pelos fungos de podridão parda foi maior que o de podridão branca, tendo aspectos visuais semelhantes de pardo-escurecido.

Os tratamentos realizados foram mais eficazes contra o fungo xilófago *Postia placenta* pelo melhor ganho de resistência, contribuindo positivamente para a proteção das amostras testadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1413**: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. West Conshohocken, 2005. 8 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-2017**: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. West Conshohocken, 2005. 5 p.

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes**: avaliação em campo de apodrecimento. 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2002.

BOM, P. **Estrutura da madeira**. São Mateus do Sul: Centro Universitário de União da Vitória, 2011.

BOSSARDI, K. **Tall oil e seus subprodutos**: alternativas como preservantes para madeira. 2014. 74 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

CARBALLEIRA LOPEZ, G.A.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 2, p.473-521.

CARVALHO, W. et al. Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 8, p. 2191-2195, 2009.

CAVALCANTE, M. S. **Deterioração biológica e preservação de madeira**. São Paulo: IPT, 1982. 40 p.

CAVALHEIRO, R. S. **Madeira laminada colada de *Schizolobium amazonicum* Herb. (Paricá)**: combinação adesivo/tratamento preservante. 2014. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

COSTA A F.; GONÇALEZ J. C.; VALE, A. T. Eficiência de um composto de iodo orgânico contra fungos apodrecedores de madeiras e térmitas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 145-152, 2002.

COSTA, A. F. **Studies on the effectiveness of a trihaloallyl as a new wood preservative against wood-decaying fungi**. 1987. Dissertation (Magister Degree) – Kyoto University, 1987.

ESTEVES, B. M. M. L. **A Indústria de preservação em portugal**. Viseu: Editora Instituto Politécnico de Viseu, 2009. (Série 36).

FARIAS SOBRINHO, D. W. **Viabilidade técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método**

**de substituição da seiva.** 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions.** New York : Waster and Grugter, 1984. 613p.

FERRAZ FILHO, A. C. **Sistema de prognose do crescimento e produção para *Pinus taeda* L. sujeito a regimes de desbastes e podas.** 2009. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FOELKEL, C. E. B. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedade e funções. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 8-13, 2008.

GEORGIN, J. et al. Inventário florestal quantitativo em plantio de *Pinus elliottii* no município de Ronda Alta, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 228-236, 2015.

GESUALDO, F. A. R. **Estruturas de madeira.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 93 p.

GRIGOLETO F. S. **Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) ao fungo xilófago *Postia placenta*.** 2013. 19 f. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. 2013.

HANSEN, J. IPBC – a new fungicide for wood protection. **Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation**, 1984. (Doc. IRG/WP/3295).

HENZ, G.P.; CARDOSO, F.B. Absorção de água e proliferação de fungos em madeira de *Pinus* usada como embalagem para hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p. 138-142, 2005.

HUNT, G. M.; GARRATT G. A. **Wood preservation.** 3. ed. New York: McGraw Hill, 1967. 433 p.

JANKOWSKY, I. P. Os creosotos na preservação de madeiras. **IPEF**, Piracicaba, n. 34, p. 5-14, 1986.

KLOCK, U. et al. **Química da madeira.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 86p.

MAGALHÃES, W. L. E. Controle de manchadores e apodrecedores da madeira de pinus. In: SEMINÁRIO DE ATUALIDADES DE PROTEÇÃO FLORESTAL, 2., 2005, Blumenau. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. CD-ROM.

MELO, J. E. **Sistemas estruturais em madeira.** . Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2013. 158 p.

MENDES, A.S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/DPq – LPF, 1988. 58p.

MORESCHI J. C. **Biodegradação e preservação da madeira**. 4. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. v. 2, 2013.

NAVARRO C. I. T. **Caracterização microestrutural das fibras naturais: *Etilingera elatior*, *Costus* e *Helicônia bihai***. 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, A. M. F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986, v.1, p.99-278.

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; SILVA, J. C. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 993-998, 2005.

PAES J. B. et al. Eficiência do óleo de candeia na melhoria da resistência da madeira de sumaúma a cupins. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 217-225, 2010a.

PAES J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 105-113, 2010b.

PAES J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na proteção da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) contra cupins xilófagos em ensaio de preferência alimentar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.751-758, 2011.

PAES, J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra fungos de podridão mole em madeira de sumaúma. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 12., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010b. CD ROM.

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

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

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da podridão-mole. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 365-371. 2005.

PAES, J.B. et al. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em simulares de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, p. 511-520. 2009.

PESCADOR C. M. M.; OLIVEIRA A. J. **Segurança do trabalho na colheita florestal**: um estudo de caso. 2009. 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

RECH, C. Mercado de produtos florestais mostra evolução. **Revista da Madeira**, São Paulo, n.134, p. 4-10, 2013.

ROCHA, M.P. **Biodegradação e preservação da madeira**. 5.ed. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2001. 94p. (Série Didática, 1).

SALES, H. J. S. **Esterificação seletiva para a separação de esteróis, ácidos resínicos e ácidos graxos do resíduo oleoso de madeira (tal oil)**. 2007. 167 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SEVERIANO, L. C. **Estudo do efeito da radiação gama sobre algumas propriedades físico-mecânicas de madeiras usadas em patrimônios artísticos e culturais brasileiros**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Autarquia associada à Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo.

SILVA J. C.; TOMASELLO FILHO M.; OLIVEIRA J. T. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 993-998. 2005.

SILVA, B. N. S. **Seleção de fungos apodrecedores de madeira e caracterização de basidiomicetos associados à podridão de tecidos de árvores vivas**. Lavras: UFLA, 2014, 92 p.

SILVA, G. A. O controle de qualidade na preservação de madeiras. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14., 2014, Natal. **Anais...** Natal:UFRN, 2014.CD ROM.

TAKAHASHI, M. et al. Studies on the production of preservative-treated plywood. (1) Preservative effectiveness of glue-line treated plywood with low toxicity chemicals. **Mokuzai Hozon (Wood Preservation)**, Mokuzai, v. 11, n. 2, p. 11-24. 1985.

TSUNODA, K.; NISHIMOTO, K. Evaluation of wood preservatives for surface treatments. **International Biodeterioration**, Manchester, v. 22, n. 27, 1986.

ZABEL, R. A.; MORREL, J. J. **Wood microbiology**: decay and its prevention. San Diego: Academic, 1992. 476p.