

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

LUCAS JEAN PEREIRA

**PRESERVAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* W.
Hill ex Maiden COM O POLÍMERO TANFLOC EM ENSAIO DE
DEGRADAÇÃO COM O FUNGO *Trametes versicolor* LYGIS, V. ET
AL. (2004)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2017

LUCAS JEAN PEREIRA

**PRESERVAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* W.
Hill ex Maiden COM O POLÍMERO TANFLOC EM ENSAIO DE
DEGRADAÇÃO COM O FUNGO *Trametes versicolor* LYGIS, V. ET
AL. (2004)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I, do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Ms. Ramiro Faria França

DOIS VIZINHOS

2017

P436p Pereira, Lucas Jean.

Preservação da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden com o Polímero Tanfloc em ensaio de degradação com o fungo *Trametes versicolor* Lygis, V. et al. (2004). / Lucas Jean Pereira – Dois Vizinhos: 2017.

28f.:il.

Orientador: Msc. Ramiro Faria França.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2017.



TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO

**PRESERVAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden
COM O POLÍMERO TANFLOC EM ENSAIO DE DEGRADAÇÃO COM O FUNGO
Trametes versicolor LYGIS, V. ET AL. (2004)**

por

Lucas Jean Pereira

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Ramiro Faria França
Orientador(a)

Prof. Dr. Marcos Aurélio
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Douglas Carvalho
Membro titular (UTFPR)

Prof^a Dra. Maristela Rey
Membro titular (UTFPR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que tenho.

A minha família pelo apoio durante toda minha graduação.

Aos professores que apoiaram e me auxiliaram durante este projeto, principalmente ao professor Ramiro pela orientação e ajuda nas tomadas de decisão.

Aos meus amigos que sempre estão ao meu lado.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná que propiciou toda minha caminhada até este momento.

Agradeço também ao professor Alessandro Martins que me ajudou a direcionar meu trabalho de conclusão de curso, além de se disponibilizar sempre que possível para esclarecimento de dúvidas mesmo não estando neste Campus.

E a todos os que de alguma forma me ajudarão com conhecimentos, nos laboratórios, a campo ou mesmo apoiando.

RESUMO

PEREIRA, Lucas Jean. 2017. “Preservação da Madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden com o Polímero Tanfloc em Ensaio de Degradação com o Fungo *Trametes versicolor* Lygis, V. et al. (2004)”. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

A qualidade da madeira para qualquer fim comercial depende das suas características anatômicas, químicas e mecânicas. Todas as espécies possuem vantagens e desvantagens em sua estrutura, variando sua massa específica, cor, trabalhabilidade, resistência natural, dentre outros aspectos. O *Eucalyptus grandis* dentre tantas espécies, é um dos mais utilizados em florestas plantadas em quase todo o Brasil, possuindo alto crescimento e qualidade, consequentemente um interesse de mercado elevado. Dentre as dificuldades de cultivar e destinar essa madeira ao consumidor final pode-se destacar os ataques de xilófagos, principalmente fungos, nesse caso o da podridão branca, que faz uso dos componentes nutritivos da madeira causando a perda de massa, consequentemente resistência mecânica. Por isso, tratamentos e métodos de preservação da madeira são de extrema importância. O Polímero utilizado “Tanfloc” é um produto industrializado comumente usado para tratamento de água por grandes empresas e países da Europa. O trabalho procura fornecer um aumento da resistência das amostras tratadas ao fungo *Trametes versicolor*, causador da podridão branca. A parte experimental consistiu na impregnação do polímero na madeira através de uma bomba de vácuo que propiciou uma difusão simples. Após, foram inseridos esporos do fungo e então conduzido um ensaio de degradação acelerado pelo período necessário. Ao fim, foi avaliada a perda de massa dos corpos de prova sem e com o tratamento, avaliando a eficácia dos polímeros. O resultado obtido demonstrou que o polímero Tanfloc foi eficiente na concentração usada, sendo que a perda de massa obtida foi de 3,4% para os blocos tratados e 10,43% para os não tratados, contudo a perda de massa não atingiu os mesmos valores de outros autores para os blocos sem tratamento, isto pode ter ocorrido pelo fato do ensaio de biodegradação perdurar pelo prazo mínimo exposto na norma e não as 12 semanas que os outros autores utilizaram. Por fim se pode concluir que o polímero foi eficaz estatisticamente.

Palavras-chave: Biodegradação, Preservação da madeira, Fungo.

ABSTRACT

PEREIRA, Lucas Jean. 2017. Preservation of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden Wood with Tanfloc Polymer in Fungus Degradation Test *Trametes versicolor* Lygis, V. Et al. (2004). Completion of course work (Bachelor of Forestry Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Two Neighbors, 2017.

The quality of the wood for any commercial purpose depends on its anatomical, chemical and mechanical characteristics. All species have advantages and disadvantages in their structure, varying their specific mass, color, workability, natural resistance, among other aspects. *Eucalyptus grandis* among many species is one of the most used in forests planted in almost all Brazil, possessing high growth and quality, consequently a high market interest. Among the difficulties to cultivate and destine this wood to the final consumer can be highlighted the attacks of xylophagous, mainly fungi, in this case the white rot, which makes use of the nutritive components of the wood causing the loss of mass, consequently mechanical resistance. Therefore, treatments and methods of preserving the wood are of extreme importance. The Polymer used "Tanfloc" is an industrialized product commonly used for water treatment by large companies and countries in Europe. The work seeks to provide an increase in the resistance of the treated samples to the fungus *Trametes versicolor*, which causes white rot. The experimental part consisted of the impregnation of the polymer in the wood through a vacuum pump that provided a simple diffusion. After, spores of the fungus were inserted and then conducted an accelerated degradation test for the required period. Finally, the loss of mass of the specimens with and without the treatment was evaluated, evaluating the efficacy of the polymers. The obtained result showed that the Tanfloc polymer was efficient in the concentration used, and the loss of mass obtained was of 3,4% for the treated blocks and 10,43% for the untreated ones, however the mass loss did not reach the same ones Values of other authors for the untreated blocks, this may have occurred because the biodegradation test lasts for the minimum period exposed in the standard and not the 12 weeks that the other authors used. Finally it can be concluded that the polymer was statistically effective.

Key words: Biodegradation, Preservation of wood, Fungus.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
3. OBJETIVOS	8
3.1. OBJETIVO GERAL.....	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. REFERENCIAL TEÓRICO	9
4.1. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	9
4.2. BIODEGRADAÇÃO DA MADEIRA.....	10
4.2.1. Fungos de Madeira.....	10
4.2.2 Fungos Manchadores	11
4.2.3. Fungos Emboloradores	11
4.2.4. Fungos Decompositores	11
4.2.5. Fungo da Podridão Branca <i>Trametes versicolor</i> Lygis, V. et al. (2004) ...	12
4.3. PRESERVAÇÃO DA MADEIRA.....	13
4.4. POLÍMERO TANFLOC	13
5. MATERIAIS E MÉTODOS	15
5.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	15
5.2. METODOLOGIA EMPREGADA.....	15
5.2.1. Obtenção dos Corpos de Prova	15
5.2.2. Obtenção do Fungo <i>Trametes versicolor</i>	16
5.2.3. Acondicionamento e Pesagem dos Blocos.....	16
5.2.4. Preparo do Meio de Cultura	17
5.2.5. Obtenção e Tratamento da Madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> com o Polímero Tanfloc.....	18
5.2.6. Ensaio de Degradação Acelerado	19
5.2.6. Avaliação da Perda de Massa.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Ao passo que as empresas do setor florestal buscam novas soluções e opções para obter seu produto final, novas tecnologias e produtos são testados e utilizados. A madeira como matéria prima deve ser de qualidade, e para isso são inúmeros os fatores que interferem durante todo o processo, desde a colheita até seu destino final. Incluso nestas etapas existe a necessidade de propiciar a madeira maior resistência a degradações químicas físicas e biológicas.

Atualmente a demanda do setor florestal por novas tecnologias está sendo suprida por grandes empresas, institutos, universidades e pesquisadores que fornecem novas informações, produtos, métodos, materiais entre outros que aumentam a capacidade da planta se desenvolver sadia, e posteriormente manter qualidade por um tempo satisfatório.

A vulnerabilidade das diversas espécies de madeira varia conforme sua estrutura. A resistência natural ocorre por meio da ação mecânica, física ou química da árvore, existindo diferenças de resistência dentro de um mesmo indivíduo. Paes, (2007) menciona que a madeira proveniente do cerne é mais resistente que a encontrada no alburno.

Como a madeira geralmente fica exposta a ação do tempo, sua característica higroscópica favorece o aumento da biodegradação. O ataque de fungos causa prejuízos significativos, podendo diminuir seu valor, ou mesmo afetar sua finalidade. Além dos fungos, ainda existem insetos e bactérias que semelhantes aos fungos se alimentam das substâncias de reserva da madeira e da própria madeira.

O ataque de fungos como da podridão branca causa manchas e tem poder de deteriorar a madeira, causando a diminuição do valor comercial, poder calorífico, massa específica e a resistência mecânica da mesma, facilitando também a atuação de outros patógenos.

No caso do *Eucalyptus grandis* o ataque do fungo da podridão branca deixa a madeira mais clara e diminui sua resistência mecânica, isto se deve a deterioração da estrutura (ZENI, et al., 2004).

Os materiais lignocelulósicos degradados pelo fungo da podridão branca adquirem uma aparência esbranquiçada, rompendo-se facilmente no sentido das fibras. Com intuito de evitar a ocorrência do fungo alguns produtos são utilizados para preservação da madeira, onde comumente estes apresentam poder fungicida (ABREU et al., 2007).

O polímero comercialmente conhecido como Tanfloc é extraído do tanino da casca da *Acacia mearnsii* (acácia negra). Segundo Castro et al. 2004 os taninos são moléculas fenólicas biodegradáveis com capacidade de formar complexos proteicos, macromoléculas e minerais.

Atualmente sua utilidade se retém ao tratamento de água, sendo seus estudos em maior parte voltados a essa finalidade. Existem estudos que mostram que o polímero é capaz de eliminar ou mitigar a toxidez existente na água, além de ser bactericida (SILVA, 1999). Supondo que sua ação é efetiva na proteção contra agentes biodegradadores, o trabalho faz uso do Tanfloc no tratamento da madeira de *Eucalyptus grandis* contra a ação do fungo da podridão branca *Trametes versicolor*.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a eficácia do tratamento da madeira de *Eucalyptus grandis* com o polímero Tanfloc pertinente ao ataque do fungo *Trametes versicolor* (podridão branca).

3.2. Objetivos Específicos

- Avaliar perda de massa resultante da degradação ocorrida;
- Verificar a ação fungicida do polímero.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Descrição da espécie

O Eucalipto foi introduzido no Brasil em 1900 com finalidade de ornamentação. Alguns anos depois começou a ser usado como fonte energética em locomotivas e também como dormente para ferrovias. Apesar de ter se adaptado muito bem a grande parte do país esta espécie é nativa da Austrália, onde ocorre em diversas latitudes e altitudes (IPEF, 2009).

Atualmente o *Eucalyptus grandis* é uma das espécies mais estudadas no país, seu cultivo ocorre desde o nível do mar até 2.000 metros de altitude, em temperaturas que variam de 3°C até 34°C, estas se adaptam a solos pobres, ricos, secos ou alagados. Seu alto índice de adaptação se deve ao grande número de espécies, em seu país de origem são mais de 600 espécies (IPEF, 2009).

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), estima que mais de 90 países possuam programas de reflorestamento com eucalipto, sendo que mais da metade usa o mesmo para suprir maior parte de suas necessidades, também menciona que a área total ocupada por este cultivo ultrapasse 13.698.000 hectares em todo o globo.

O *Eucalyptus grandis* é da família Myrtaceae do grupo das Angiosperma, e pode atingir alturas entre 45 e 55 metros. Seu tronco geralmente é liso, retilíneo e seu crescimento inicial ocorre verticalmente principalmente, somente depois existe um verdadeiro incremento em diâmetro (IBÁ, 2015).

A massa específica da espécie varia de 420 a 500kg/m³. É considerada uma madeira leve e fácil de ser trabalhada, tem grã muitas vezes intercalada, possui textura fina a média, contudo apresenta problemas de empenamento, contração e rachaduras quando desdobradas (IPEF, 2009).

A presença do eucalipto ocorre em mais de 10 estados brasileiros, desde o Amapá até Rio Grande do Sul, totalizando uma área de aproximadamente 7 milhões de hectares plantados. As regiões com maior intensidade de plantio são a sudeste e sul (IBÁ, 2015).

Em 2002, no Brasil aproximadamente 1 milhão de hectares eram destinados a produção de painéis juntamente com papel e celulose, e 1,2 milhões de hectares para lenha e carvão (BERTOLLA, 2005).

Hoje em dia das folhas vem se comercializando óleos essenciais para indústrias alimentícias, farmacêuticas, cosméticas e de limpeza, sendo que a casca produz o tanino, assim demonstrando uma variada gama de usos (IPEF, 2009).

Como toda madeira, esta também possui limitações por fungos. Segundo Seabright (1995), perdas de até 65% da massa total podem ser causadas pela podridão parda (fungo decompositor). As discrepâncias de perda de massa podem ser provenientes do potencial genético de cada indivíduo e da própria complexidade da madeira, isso sem levar em consideração a bioquímica dos fungos (OKINO, 2007).

4.2. Biodegradação da Madeira

Na natureza a madeira pode-se desgastar ou degradar de diversas maneiras, sendo por meio de processos físicos, químicos ou biológicos. Dentro da biodegradação, organismos vivos usam a madeira como fonte de energia (alimento), sendo estes organismos denominados “xilófagos”. Dentro desta classe se encontram bactérias, insetos e fungos como causadores de danos a estrutura da madeira (MENDES, 1988).

O ataque dos xilófagos depende basicamente das condições do ambiente, no caso de fungos a umidade acima de 20% e temperatura ideal para desenvolvimento entre 25C° e 30C° (MENDES, 1988).

4.2.1. Fungos de Madeira

Considerando todos os agentes causadores de danos sobre a madeira, os biológicos são os mais expressivos, sendo os fungos dentre todos, os responsáveis pela maior porção de danos causados (MORESCHI, 2013).

Condições como teor de umidade, temperatura, teor de oxigênio livre e pH são necessários para o desenvolvimento do fungo na madeira, a mudança de qualquer um destes fatores pode diminuir seu crescimento (MORESCHI, 2013).

Considerando as características para o ataque, os primeiros fungos que aparecem são os manchadores e emboloradores, devido à grande quantidade de substâncias de reserva e alta umidade (HANADA, 2007).

4.2.2 Fungos Manchadores

Como o próprio nome já diz os fungos manchadores causam manchas na madeira, isto se deve as suas hifas pigmentadas que secretam substâncias coloridas que podem ser observadas em cortes transversais no sentido radial. Este tipo de fungo afeta principalmente as características visuais, causando depreciação do valor comercial (CARVALHO et al., 2009).

O ataque ocorre nos tecidos parenquimáticos, estes se alimentam dos nutrientes oriundos das células. Uma das características dos fungos manchadores são as pontuações que ocorrem devido a perfuração horizontal das células (MENDES, 1988).

4.2.3. Fungos Emboloradores

O ataque de fungos emboloradores causa na superfície da madeira área de aspecto pulverulento, com coloração variada. Por outro lado, a coloração da madeira não é afetada devido às hifas serem hialinas (SCHEFFER, 1973).

O desenvolvimento do fungo ocorre através das células recém cortadas e pela retirada de nutrientes depositados na superfície da madeira, o principal dano causado é a redução da resistência ao impacto (MENDES, 1988).

4.2.4. Fungos Decompositores

A biodegradação por fungos decompositores ocorre através da hifa fungica que penetra o lúmen e secreta metabólitos, que possuem enzimas que convertem os componentes da parede celular em moléculas menores servindo assim ao desenvolvimento do fungo (CARVALHO, 2009).

A classe dos fungos decompositores é formada por três grupos: os capazes de degradar a celulose, hemicelulose e lignina que são os de decomposição branca, os de degradação parda que conseguem afetar principalmente a celulose e hemicelulose e por fim os fungos de decomposição branca que degradam tanto os polissacarídeos quanto a lignina em uma velocidade reduzida (CARVALHO, 2009).

A madeira atacada pela podridão parda causada pelo fungo *Gloeophyllum trabeum* é severamente castigada, isto devido à grande perda de massa. Em teste de degradação

acelerada na madeira de *Pinus pinaster*, após 16 semanas, houve uma perda de massa de 17.13%. (ABREU, 2007).

Já a degradação da hemicelulose ocorre pela combinação de endoenzimas, exoenzimas e enzimas auxiliares. E da lignina através de fenoxidases e, enzimas que produzem peróxido de hidrogênio (CARVALHO, 2009).

4.2.5. Fungo da Podridão Branca *Trametes versicolor* Lygis,V. et al. (2004)

Dentre os grupos de fungos citados (decomposição parda, decomposição branca e decomposição branda), o fungo *Trametes versicolor* faz parte do grupo de degradação branca, considerado o mais eficiente na degradação, podendo ser dividido conforme seu ataque, sendo erosivo ou não erosivo. O ataque erosivo consiste na remoção de celulose, hemicelulose e lignina, enquanto o não erosivo não faz uso da celulose (CARVALHO, 2009).

A podridão branca, causada pelo fungo *Trametes versicolor* é comumente encontrado no oeste do Paraná na época entre a primavera e verão. Segundo Abreu et, al., (2007) esta espécie possui um sistema enzimático capaz de degradar fontes complexas de carbono (celulose, hemicelulose e lignina). Em pesquisa citada por Carvalho et, al., 2009 em madeira de *Eucalyptus grandis*, o ataque do fungo de podridão branca resultou em uma perda de massa de 5,6%, valor que difere de outros estudos encontrados que chegam a 45%.

O fungo *Trametes versicolor* pertence aos basidiomicetos, juntamente com o fungo da podridão parda são os fungos que causam maior perda de massa em madeiras (SILVA, 2014).

A produção das enzimas para decomposição durante o crescimento micelial e/ou na formação dos basidiomas é um fator determinante para o potencial de degradação dos fungos de decomposição branca (ABREU, et al., 2007).

O ataque do fungo da podridão branca cria uma espécie de fenda onde eles se assentam. Devido a degradação da holocelulose presente na madeira, pode-se perceber uma coloração esbranquiçada seguida da perda de peso e diminuição das características mecânicas (MENDES, 1988).

Estudos apontam que a atuação do fungo da podridão branca é tão significativa que seu uso pode ser aplicado para decomposição de tocos restantes de florestas, mostrando assim seu alto poder de decomposição (ABREU, et al., 2007).

4.3. Preservação da Madeira

A preservação da madeira tem por interesse a qualidade e durabilidade do produto, o mercado que compra deseja sempre que o material esteja em perfeitas condições. Na contra mão os agentes degradadores tendem a dificultar este processo, logo existe a necessidade de métodos para controle dos organismos xilófagos (REMADE, 2013).

Existem várias técnicas para preservação da madeira, sendo elas distintas principalmente quanto a finalidade. Após a colheita, existe desdobro rápido, em torno de 48 a 72 horas, fato que diminui a incidência de ataque de xilófagos. Quando possível à imersão em água serve para privar o contato do gás oxigênio com a madeira, evitando assim o ataque de agentes biodegradadores sobre a mesma (REMADE, 2013).

Entre os métodos de tratamento industriais existentes, destacam-se os métodos que são realizados por diferença de pressão. Neste caso pode-se citar o preservante CCA (arseniato de cobre cromatado) que atualmente é o mais utilizado. Sua ação é eficaz na proteção contra insetos e fungos, isto se deve a capacidade do produto, ao entrar em contato com a madeira se tornar insolúvel, ou seja, fica fixado na madeira por um longo tempo mesmo se exposto a água (chuva) (VALLE, 2013).

A grande vantagem do método realizado sob pressão é a impregnação em quase todos os poros, recobrando toda a superfície e a parte interna da madeira (ABPM, 2009).

4.4. Polímero Tanfloc

O polímero comercialmente conhecido por Tanfloc é produzido pela empresa TANAC que tem seu foco principal o tratamento de água, está localizada no Rio Grande do Sul e faz a extração deste material através do tanino da casca da *Acacia mearnsii* (Acácia Negra). O produto é disposto em forma de pó com coloração marron, solúvel em água.

O tanino da acácia negra possui diversas finalidades, o produto industrializado pela TANAC, segundo a própria empresa pode ser usado em:

- Efluentes de metalurgia, papel e papelão, curtumes, indústrias alimentícias e químicas, em tratamento primário e secundário.
- Efluentes petroquímicos, no tratamento secundário de sistemas integrados.
- Indústria cerâmica, na recuperação de esmaltes e separação de argilas.
- Efluentes de abatedouros de aves, no processo de flotação.

• Tratamento de água de abastecimento, em plantas convencionais e compactas (TANAC, 2017).

O polímero utilizado é definido como um componente orgânico, catiônico, com baixo peso molecular (TANAC, 2017). Para CASTRO et al. 2004, este composto por ser biodegradável a certas condições, favorecendo assim o aparecimento de microrganismos.

A figura abaixo (figura 1) mostra a estrutura química do polímero, sendo este um tanato quaternário de amônio (LAMB, 2001).

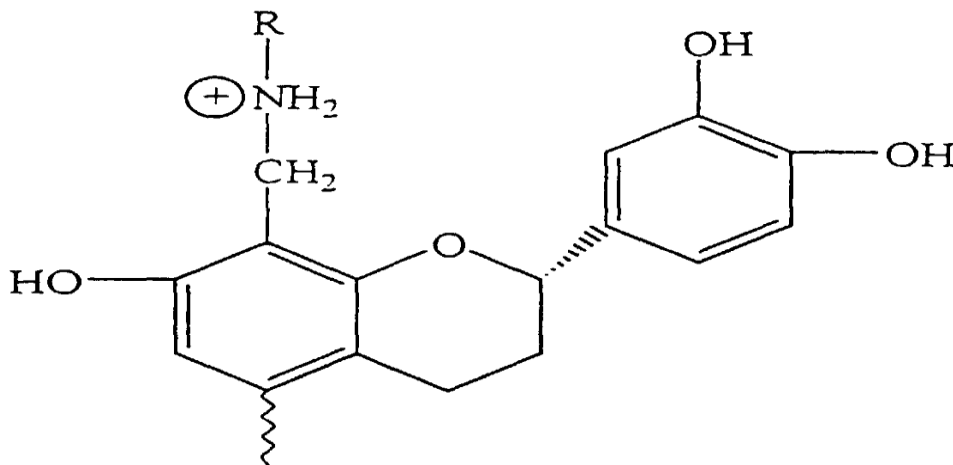


Figura 1: Estrutura molecular do polímero (TANAC, 2001).

Em estudo realizado por FACCHI et al, 2016 a determinada concentração o polímero obteve capacidade antibacteriana, a concentração utilizada que apresentou resultados foi de 500 µg mL⁻¹.

Acredita-se que todo composto carregado com carga positiva que é o caso do polímero tem poder bactericida, além do material ser derivado de um tanino que na árvore pode ser fator de resistência natural a ataque de patógenos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Descrição do Local de Estudo

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Dois Vizinhos sendo utilizados os laboratórios de solos, fitopatologia e tecnologia da madeira.

5.2. Metodologia Empregada

5.2.1. Obtenção dos Corpos de Prova

Os corpos de prova foram adquiridos da Universidade Federal do Paraná, localizada em Curitiba. Os corpos de prova não apresentavam falhas, nós e ou resquício de qualquer dano. O material utilizado foi cortado apenas do alburno da árvore.

Foram utilizados blocos de madeira (figura 2) de 25x25x9mm aproximadamente, sendo os 9mm de dimensão na direção da grã, respeitando as normas da American Society for Testing and Materials ASTM D-2017 (1994). Para avaliação de perda de massa foram utilizados 15 blocos para cada tratamento.

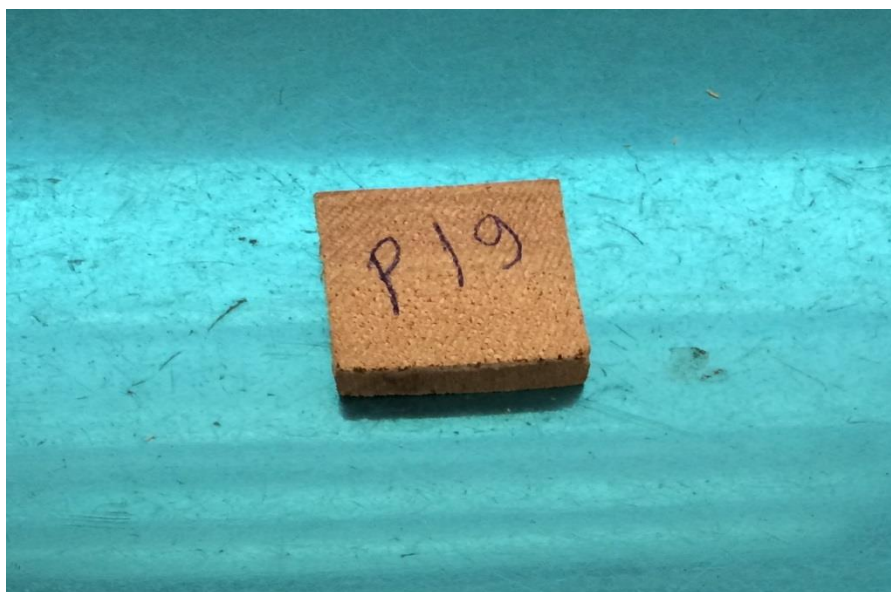


Figura 2: Corpo de prova utilizado (O autor, 2016).

5.2.2. Obtenção do Fungo *Trametes versicolor*

O fungo *Trametes versicolor* foi obtido através de uma cepa disponibilizada pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Parte do experimento ocorreu no laboratório de fitopatologia da UTFPR –DV, sendo usado o laboratório de tecnologia da madeira para condução do ensaio de biodegradação.

A repicagem do fungo foi feita através do material do isolado (figura 3), em meio de cultura a base de dextrose de batata-ágar (BDA), recomendado pelo Manual de Preservação do IPT para diversas espécies de fungos. Os materiais envolvidos e utilizados foram condicionados a 127°C e 1,5 atm por cerca de 30 minutos em autoclave visando a esterilização. O fungo foi armazenado em condições favoráveis e consecutivamente foi inserido nas amostras da madeira de Eucaliptos.



Figura 3: Isolado do fungo que foi utilizado para repicagem do mesmo (O autor, 2016).

5.2.3. Acondicionamento e Pesagem dos Blocos

Inicialmente os corpos de prova foram dispostos em estufa à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem peso constante. A metodologia utilizada neste ensaio seguiu as normas estabelecidas pela ASTM D-2017 (1994).

Ao constatar que não havia mais oscilações nos pesos dos corpos de prova estes foram pesados com auxílio da balança de precisão (0,01g).

Após o período de ensaio de degradação novamente os corpos de prova foram limpos com auxílio de uma escova e levados a estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante, então foram anotados os pesos dos mesmos.

5.2.4. Preparo do Meio de Cultura

Para realização do ensaio de degradação foi feito o preparo do meio de cultura onde foi colocado: solo, placa alimentadora e água.

O solo foi coletado na UTFPR – DV próximo ao viveiro florestal com auxílio de uma peneira para extração do material mais fino.

Foi realizada a análise de Shoemaker, Mac lean e Pratt (SMP) e potencial hidrogênico (pH) do solo no laboratório de solos da universidade, onde constatou-se os valores de SMP igual a 5 e pH igual a 5,7.

Conforme normas o solo utilizado na vidraria deve apresentar pH de aproximadamente 6,5, para tal foi feita a correção do mesmo com adição de calcário dolomítico sendo este peneirado e extraído o filler (material fino), que possui maior rapidez na correção do solo. A relação de solo\calcário foi de 38,5 gramas de calcário para 12,4 kg de solo.

A mistura de solo e calcário foi reservada por um período de 90 dias, onde manteve-se uma umidade alta com a intenção de diminuir o tempo de correção do pH. Posteriormente o solo foi secado em estufa a temperatura de aproximadamente 50°C durante 72 horas e então pesado e colocado dentro das vidrarias. Foram colocadas 180 gramas de solo em cada vidro rosqueável com capacidade de 0,5 kg.

Para a alimentação do fungo em período anterior ao ensaio foi utilizada uma placa alimentadora de madeira da espécie *Pinus spp* com dimensão de 3x3x0.2 cm que foi colocado sobre o solo.

Conforme norma estabelecida pela ASTM D-2017 (1994) foi calculada a quantidade de água destilada que foi colocada nas vidrarias sendo este volume relacionado ao peso de solo utilizado. O volume de água destilada utilizada em cada vidro foi de 73 ml (figura 4).

As vidrarias foram recobertas com papel kraft e presas por um elástico e foram levadas a auto clave por tempo de 30 minutos com pressão a $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ e aproximadamente 127°C com a finalidade de esterilização do material (figura 5).



Figura 4 e 5: A foto a esquerda 4 representa o momento da adição de água destilada, a foto a direita 5 mostra como os vidros foram dispostos na autoclave para a esterilização (O autor, 2017).

5.2.5. Obtenção e Tratamento da Madeira de *Eucalyptus grandis* com o Polímero Tanfloc

Os polímeros foram cedidos pelo laboratório de materiais poliméricos e compósitos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão.

O tratamento dos corpos de prova foi feito no Laboratório da Madeira da UTFPR – DV, por meio de difusão simples (figura 8), com utilização de uma bomba de vácuo para otimizar o processo de impregnação com o polímero. Foi utilizada a concentração de 1% (1grama pra cada 100 ml) (figura 6) do polímero nas amostras de madeira de *Eucalyptus grandis* que após recebeu o fungo da podridão branca *Trametes versicolor*. A concentração de polímero utilizada foi de q grama para 100 ml de água destilada. Os CP ficaram imersos por um tempo de 24 horas na solução (figura 7) preparada.



Figura 6, 7 e 8: A imagem a esquerda 6 mostra a quantidade (gramas) pesada do polímero, a imagem central 7 mostra a solução com o polímero já diluído, e a imagem a direita 8 o processo de difusão simples (O autor, 2017).

5.2.6. Ensaio de Degradação Acelerado

O ensaio de degradação acelerado foi conduzido no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Paraná (UTFPR), em Dois Vizinhos, PR, seguindo a metodologia proposta pela norma American Society for Testing and Materials – D 2017 onde frascos de vidro com capacidade para 500 ml e com tampa rosqueável foram utilizados.

O fungo foi introduzido na placa alimentadora através de um disco de micélio (figura 9). Os vidros com o fungo e a placa permaneceram por um período de 45 dias para favorecer seu desenvolvimento, após foram inseridos os blocos tratados e testemunhas nas vidrarias, estas duas etapas foram realizadas no laboratório de fitopatologia com o auxílio da câmara de fluxo. Em sequência os vidros foram levados até a sala de climatização do laboratório de tecnologia da madeira da universidade.



Figura 9 (esquerda): Imagem mostra placa alimentadora com o disco de micélio com o fungo. Figura 10 (direita): Imagem mostra o bloco em cima da placa alimentadora (O autor, 2017).

As condições do ambiente foram controladas, sendo a temperatura de aproximadamente 25C° feita através de um condicionador de ar e o controle de luminosidade foi feito através de um temporizador que foi programada para ligar de 12 em 12 horas.

5.2.6. Avaliação da Perda de Massa

Ao fim do ensaio de degradação acelerada, os corpos de prova foram novamente acondicionados em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem peso constante e em sequencia foram novamente pesados.

Para avaliar a eficiência do tratamento utilizado, foi determinado a perda de massa individual (Pmi) com base nos valores de massa inicial (Mi) e massa final (Mf) de cada corpo de prova por meio da equação 1.

Equação 1: Cálculo de perda de massa em porcentagem.

$$Pmi(\%) = \frac{Mi - Mf}{Mi} \times 100$$

Em seguida, foi calculada a perda de massa média do tratamento (Pmt). A partir da diferença deste com a perda de massa dos blocos de correção (Pmbc), obteve-se a perda de massa média final (Pm), conforme a Equação 2.

Equação 2: Cálculo de perda de massa média.

$$Pmt = Pmi - Pmbc$$

Baseando-se na Pmt, a madeira tratada e testemunhas foram classificadas quanto à resistência ao ataque do fungo *Trametes versicolor*, segundo os critérios estabelecidos da ASTM D-2017:05, apresentado na Tabela 1.

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

Tabela 1: Classes de resistência ao ataque dos fungos apodrecedores (Fonte: ASTM D-2017:05).

As análises estatísticas foram realizadas em software Statistica 7.0, sendo calculado teste de Tukey com 95% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do experimento observou-se que o ensaio de degradação acelerada propiciou o desenvolvimento do fungo na superfície dos corpos de prova. A perda de massa foi determinada conforme a metodologia descrita.

Os resultados da análise de perda de massa são descritos na tabela 2.

Tabela 2: Demonstra o peso inicial e final médios e a perda de massa média obtida em (%).

Tratamento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Perda de massa (%)
Testemunha	3,19	2,86	10,43a
Tratados	2,96	2,85	3,48b

Letras diferentes na coluna apresentam médias diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey, 95% de probabilidade. Fonte: O autor (2017).

Como visto na tabela acima e comprovado pelo teste de Tukey a 95% para verificação das médias, o tratamento com o polímero Tanfloc resultou em menor perda de massa das amostras. Os blocos testemunhas e tratados apresentaram, 10,43% e 3,48% de perda de massa, respectivamente.

A norma utilizada recomenda um tempo de exposição ao fungo de 12 semanas. O presente trabalho, como análise preliminar manteve os corpos de prova em contato com o agente biodegradador por 8 semanas, o que resultou em perdas de massa abaixo das encontradas na literatura.

Em um estudo realizado por OKINO et.al, 2007 que utilizou painéis OSB de eucalipto, pinus e cipreste com dois tipo de resina contra o fungo da podridão branca, obtiveram-se resultados médios de perda de massa de 10,99%, entretanto deve se ressaltar que neste estudo também foram analisadas as ações da ureia-formaldeído e fenol-formaldeído.

O trabalho em questão trouxe uma média dos valores de perda de massa em relação ao fungo *Trametes versicolor*. Sendo assim é possível verificar uma semelhança nas perdas de massa entre os ensaios.

Em outro experimento semelhante, ALMEIDA et.al 2012, traz outro ensaio de degradação com painéis de cedro, pinus e eucalipto, sendo o foco da comparação a ação do fungo.

Um dos tratamentos foi realizado com painéis fabricados com madeira de eucalipto, ao final do experimento que perdurou 12 semanas o autor obteve uma perda de massa de 37,4% para a madeira de eucalipto. A grande perda de massa pode estar envolvida com o tempo utilizado, em comparação ao presente estudo os valores obtidos por Almeida et al 2011 ficaram acima dos encontrados neste projeto.

Em trabalho realizado por VIVIAN et al 2015, onde houve a comparação da perda de massa de blocos da espécie *Eucalyptus grandis* tratados com CCA e sem tratamento observou-se uma variação de até 50% na perda de massa.

O tratamento com CCA se mostrou eficiente, reduzindo mais que 50% da perda de massa, apesar desta redução, fica evidente que o valor obtido ainda é alto, visto que cerca 20% do peso inicial foi perdido, conseqüentemente influenciando na resistência mecânica da madeira. Este trabalho expôs os blocos por 4 semanas a mais, sendo possível explicar a maior perda de massa por este fator.

O preservante utilizado neste trabalho apresentou melhores resultados em relação ao tratamento CCA, entretanto vale ressaltar o menor tempo do experimento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do experimento foi possível verificar que houve uma ação do polímero Tanfloc no tratamento contra o fungo *Trametes versicolor*, visto a diferença dos valores de perda de massa obtidos.

O ensaio de biodegradação propiciou a perda de massa dos blocos, entretanto ficou abaixo dos valores obtidos em literatura, isto pode ter ocorrido pelo menor tempo a exposição ao fungo, sabendo que o presente estudo seguiu o prazo mínimo de ensaio que são de 8 semanas.

Por fim, o polímero Tanfloc, extraído a partir do tanino da *Acacia mearnsii* (acácia negra) demonstrou possuir poder inibidor ao fungo utilizado no trabalho.

Recomenda-se realizar o ensaio de degradação por tempo superior a 8 semanas.

Recomenda-se utilizar tratamentos com concentrações de polímero maiores a utilizada neste trabalho.

Recomenda-se realizar o ensaio de degradação a campo, verificando a ação do ambiente no preservante.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM, Associação Brasileira de Preservadores de Madeira. Disponível em: www.abpm.com.br/processo. Acessado em 28 de maio de 2015.

ABREU, L. D.; MARIANO, R. H.; MESQUITA, J. B.; RIBEIRO, G. T. **Degradação da Madeira de Eulapytus sp. Por Basidiomicetos de Podridão Branca**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.74, n.4, p.321-328, out./dez, 2007.

ALMEIDA, N. A. et al. **Biodeterioração de Produtos á Base da Madeira de Cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*)**. Cerne, Lavras, v. 18, n. 1, p. 17-26, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://www.sifloresta.ufv.br>>. Acessado em: 16 de maio de 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D2017 and 1413 (ASTM, 1994).: standard method for accelerated laboratory testo f natural decay resistance for Woods. West Conshocken: ASTM International, 2005. 5p.

BERTOLA, Alexandre. **Eucalipto – 100 Anos de Brasil. Setor de Inventário Florestal – V&M Florestal Ltda**. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Eucalipto_100%20anos%20de%20Brasil_Alexandre_Bertola.pdf. Acessado em: 26 de abril de 2015.

CARVALHO, Walter; CANILHA, Larissa; FERRAZ, André; MILAGRES, Adriane Maria Ferreira. **Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira**. Quím. Nova vol.32 no.8 São Paulo 2009.

CASTRO, M. A. et al. **Microorganismos associados ao tratamento de águas de abastecimento com coagulante orgânico vegetal (tanato quaternário de amônio)**. Estudos de Biologia. Curitiba, v.26, n. 54, p. 21- 27, Jan./Mar., 2004.

FACCHI, D. P. et al. **Polyelectrolyte complexes based on alginate/tanfloc: optimization, characterization and medical application**. International Journal of Biological Macromolecules, p.20-21, Dez., 2016.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acessado em: 26 de abril de 2015.

HANADA, Rogério Eiji; CAMPOS, Ceci Sales; ABREU, Raimunda Liége Souza de; PFENNING, Ludwig. **Fungos emboloradores e manchadores de madeira em toras**

estocadas em indústrias madeireiras no município de Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. vol.33 no.3 Manaus 2003.

IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná.** Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=604>. Acesso em: 17 de Novembro de 2014.

IBÁ, INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. Disponível em: <http://www.iba.org/pt/>. Acessado em: 26 de abril de 2015.

IPEF, INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS. **Historia do Eucalyptus no Brasil.** Disponível em: http://www.ipef.br/eventos/2009/eucaliptocultura/03_Euca2009_Historico.pdf. Acessado em: 26 de abril de 2015.

JAIDEV, L.R.; NARASHIMHA G.. **Fungal mediated biosynthesis of silver nanoparticles, characterization and antimicrobial activity.** Applied Microbiology Laboratory, Department of Virology, Sri Venkateswara University, Tirupati 517502, Andhra Pradesh, India. / Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 81 (2010) 430–433.

LAMB, L. H. Manufacturing process for quaternary ammonium tannate, a vegetable coagulating/flocculating agent. Publicado em 28 de fevereiro de 2001. Disponível em: <<https://www.google.com/patents/EP1078884A2?cl=en>>, Acessado em: 05 de abril de 2017.

MENDES, Alfredo de Souza; ALVES, Marcus Vinicius da Silva. **A degradação da madeira e sua preservação.** Brasília, 1988.

MORESCHI, João Carlos. Biodegradação e Preservação da Madeira. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 4ª edição vol. 1 abr. 2013. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/BIODETERIORACAO.pdf>. Acessado em: 28 de maio de 2015.

OKINO, Esmeralda Yoshico Arakaki; ALVES, Marcus Vinicius da Silva; TEIXEIRA, Divino Eterno; SOUZA, Mário Rabelo de; SANTANA, Marcos Antonio Eduardo. **Biodegradação de chapas de partículas orientadas de pinus, eucalipto e cipreste expostas a quatro fungos apodrecedores.** ScientiaForestalis, n. 74, p. 67-74, junho 2007.

PAES, Juarez Benigno; de MELO, Rafael Rodolfo; de LIMA, Carlos Roberto. **Resistência Natural de Sete Madeiras a Fungos e Cupins Xilófagos em Condições de Laboratório.** CERNE, vol. 13, núm. 2, 2007, pp. 160-169. Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/744/74413205.pdf>. Acessado em: 26 de abril de 2015.

POSSENTI, Jean Carlo; GOUVEA, Alfredo de; MARTIN, Thomas Newlton ; CADORE, Douglas. Distribuição da Precipitação Pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. In: **Seminário Sistemas de Produção Agropecuária na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR 2007. p. 140 -142.

RAVASI, Roger.; LILGE, Daniela. **Métodos Industriais de Preservação da Madeira.** Unipampa v.4, n.2 2012. Disponível em: seer.unipampa.edu.br. Acessado em: 28 de maio de 2015.

REMADE, Revista da Madeira. Principais agentes deterioradores da madeira. Edição nº134 março de 2013. Disponível em: www.remade.com.br. Acessado em: 28 de maio de 2015.

SCHEFFER, T.C. **Microbial Degradation, In; Wood deterioration and its prevention by preservative treatments, vl degradation and protection of wood (Nicholas, D.D.ed)** Syracuse University Press, Syracuse, N.Y. 1973, 33- 106p.

SILVA, B. N. S. **Seleção de Fungos Apodrecedores da Madeira e Caracterização de Basidiomicetos Associados a Podridão de Árvores Vivas.** Lavras – Minas Gerais, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br>, Acessado em 25 de junho de 2017.

SILVA, S. S. T. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz , São Paulo, 1999.

SILVA, Ricardo Ribeiro da; COELHO, Glauciane Danuza. **Fungos: principais grupos e aplicações biotecnológicas.** 20 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, 2006.

STATSOFT, INC. Programa computacional Statistica 7.0. E.A.U. 2004.

TANAC. Apresentação dos produtos. Disponível em: www.tanac.com.br. Acessado em: 20 de junho de 2017.

VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; MODES, K. S.; CARVALHO, D. E.; MORAIS, W. W. C. **Resistência Biológica da Madeira Tratada de Duas Espécies de Eucalyptus em Ensaio de Campo.** Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, V. 34, N. 80, P. 425-433, out.\dez. 2014. Disponível em : www.bdpa.cnptia.embrapa.br, Acessado em: maio de 2017.

ZENI, Thiago Luis; AUER, Celso Garcia; MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves. **Isolamento de Fungos Xilófagos Causadores da Podridão Branca na Madeira de**

***Eucalyptus* sp.** Colombo – PR, dezembro de 2004. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/43375/1/com_tec119.pdf. Acessado em: 26 de abril de 2015.