

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VINICIUS CANTAZINI MARTINS

**POTENCIAL DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DO LICOR PIROLENHOSO DE
Hovenia dulcis Thunb. A FUNGOS XILÓFAGOS *in vitro***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2017

VINICIUS CANTAZINI MARTINS

**POTENCIAL DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DO LICOR PIROLENHOSO DE
Hovenia dulcis Thunb. A FUNGOS XILÓFAGOS in vitro**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Msc. Douglas Edson Carvalho

DOIS VIZINHOS

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DO LICOR PIROLENHOSO DE *Hovenia dulcis* Thunb. A FUNGOS XILÓFAGOS in vitro

por

VINÍCIUS CANTAZINI MARTINS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 05 de setembro 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. Msc. Douglas Edson Carvalho
Orientador

Prof^a. Msc. Ana Paula Marques Martins
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Edgar de Souza Vismara
Membro titular (UTFPR)

Mychelli Preuss da Cruz
(UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico esse trabalho a minha
família, aos meus amigos e a mim mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida. A Ele também por todas as bênçãos e forças que me deu e tem me dado até aqui, a Ele toda honra e toda glória.

A minha mãe, Vera Lúcia Cantazini, agradeço por todos os esforços não medidos desde sempre para que eu pudesse completar minha caminhada, por ter permitido que eu partisse de casa para ir em busca do meu futuro, pelo apoio, incentivo e amor incondicional que sempre teve para comigo.

A um cara fora de série, Eduardo Moradore Fernandes, por tudo que tens feito e representado na minha vida, pela ajuda, apoio, conselhos, lições, paciência e por acreditar em mim. O meu mais que muito obrigado! Não menos a sua mãe Maria de Lourdes, agradeço pelos puxões de orelha, ensinamentos e sábios conselhos que deu-me em todos os anos de minha vida.

Agradeço aos meus tios Luiz Carlos e Celina, Ademir e Euzélia, Jesuel e Vera Nice que sempre me apoiaram e me ajudaram nos momentos de dificuldades, dando-me motivos para continuar firme em minha jornada.

Aos meus primos, Telma e Flávio, agradeço imensamente pela ajuda e cooperação que sempre tiveram para comigo desde meus tempos de criança.

A minha namorada Hinayra, que sempre me apoiou e me incentivou a ir em busca dos meus sonhos, sempre esteve do meu lado apesar da distância e não desistiu de mim. Obrigado, meu amor.

A minha segunda família, Sr. Azarias, Dona Marisa, Ivonete, Disonete, Donizete, Cristiano e Maraísa, que sempre me incentivaram e apoiaram-me a buscar meu caminho, obrigado por tudo, não há palavras que expressem meu sentimento para com vocês. Minha gratidão é eterna, e obrigado por terem permitido que eu fizesse parte da vida de vocês.

Em especial ao meu grande amigo/irmão Cristiano de Oliveira Santos, por ter me trazido a cidade de Dois Vizinhos, a 500 km de distância de casa, para fazer minha matrícula e assim dar o passo inicial rumo a minha carreira de engenheiro. Muito obrigado, provavelmente sem você isso não teria nem começado. Também aqui

agradeço ao nosso amigo em comum Rodrigo Alejandro Arellano Otonel (Tonel), pela parceria de viagem, incentivo, dicas, “happy hours” e camaradagem de sempre.

Ao meu amigo, parceiro, companheiro de república e que se tornou um verdadeiro irmão que levarei pra vida toda, Cleiton Fernando Pagnoncelli (Didio), agradeço-lhe por me aguentar, por toda ajuda, conversas e pelos bons momentos e histórias vividas juntas desde o início da graduação. Não menos, agradeço ao André (Chucrute), por todas conversas, parcerias e ajudas de sempre. Obrigado, amigos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, juntamente com todos seus professores e servidores pela educação e formação profissional. A meu orientador Prof. Msc. Douglas Edson Carvalho que desde o primeiro contato se mostrou confiante, me apoiou e me acolheu como seu orientado, meu muitíssimo obrigado!

Por fim, a todos familiares, amigos, parceiros de sala de aula e colegas que me ajudaram e passaram direta ou indiretamente por essa caminhada que chega ao fim, muito obrigado.

“A grandeza vem não quando as coisas sempre vão bem para você, mas a grandeza vem quando você é realmente testado, quando você sofre alguns golpes, algumas decepções, quando a tristeza chega. Porque apenas se você esteve nos mais profundos vales você poderá um dia saber o quão magnífico é se estar no topo da mais alta montanha”.

(RICHARD MILHOUS NIXON)

RESUMO

MARTINS, Vinícius Cantazini. **POTENCIAL DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DO LICOR PIROLENHOSO DE *Hovenia dulcis* Thunb. A FUNGOS XILÓFAGOS in vitro.** 2017. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

O presente trabalho foi realizado no município de Dois Vizinhos, no Laboratório de Tecnologia da Madeira e no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos-PR, com o objetivo de analisar o potencial do licor pirolenhoso de *Hovenia dulcis* como inibidor natural em meios de cultura inoculados com os fungos *Trametes versicolor* (podridão branca) e *Neolentinus lepideus* (podridão parda). Os tratamentos utilizados no experimento foram: 0% (T1 - testemunha), 0,5% (T2), 1% (T3), 2,5% (T4), 5% (T5) e 10% (T6) de concentração de licor pirolenhoso em BDA. Os fungos *Trametes versicolor* e *Neolentinus lepideus* foram inoculados em meios de cultura semi sólidos, por meio de discos de micélio dos fungos já em colônia pura, e então levados a BOD, por 13 dias para crescimento das colônias. Para cada um dos tratamentos, foram utilizadas 8 placas de petri (repetições) inoculadas com os fungos em meio de cultura BDA. Em concentrações $\leq 0,5\%$ o licor pirolenhoso dificultou o desenvolvimento do fungo de podridão branca. Entretanto, em concentrações $> 0,5\%$ o licor apresentou ação inibidora ao crescimento do fungo. Em relação ao fungo de podridão parda, verificou-se que apenas nas placas da testemunha (0% de concentração de licor) o fungo desenvolveu-se. Em nenhum dos outros cinco tratamentos o fungo conseguiu se desenvolver. Isso comprova o efeito inibidor do licor pirolenhoso no controle do fungo. Com base na metodologia empregada in vitro e com os resultados obtidos, conclui-se que o licor pirolenhoso da madeira de *Hovenia dulcis* apresenta grande ação inibidora. O mesmo mostrou-se eficiente quando submetido ao tratamento aos fungos de madeira (podridão branca – *Trametes versicolor* e podridão parda – *Neolentinus lepideus*). Recomenda-se futuros experimentos com concentrações na faixa de 0,1% a 1% para avaliar qual a concentração mínima do produto que inibe o desenvolvimento dos fungos.

Palavras-chave: Tratamentos alternativos. Podridão branca. Podridão parda. *Hovenia dulcis*. Licor pirolenhoso.

ABSTRACT

MARTINS, Vinícius Cantazini. **POTENTIAL FOR THE ANTIFUNGAL ACTION OF THE PYROLIGNOUS LIQUOR OF *Hovenia dulcis* Thunb. IN XYLOPHAGS FUNGI *in vitro***. 2017. 39f. Conclusion of Course Work (Bachelor of Forestry Engineering) – Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

The present work was carried out in the municipality of Dois Vizinhos, in the Wood of Technology Laboratory and in the Phytosanitary Laboratory of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR campus, with the objective of analyzing the potential of the pyroligneous liquor of *Hovenia dulcis* as a natural inhibitor in culture media inoculated with the fungi *Trametes versicolor* (white rot) and *Neolentinus lepideus* (brown rot). The treatments used in the experiment were: 0% (T1 - witness), 0.5% (T2), 1% (T3), 2.5% (T4), 5% (T5) and 10% (T6) concentration of pyroligneous liquor in BDA. The fungi of *Trametes versicolor* and *Neolentinus lepideus* were inoculated in the semi solids culture media, by means of mycelium discs of the fungi already in pure colony, and then taken to BOD, for 13 days to grow the colonies. For each of the treatments, 8 petri dishes (replicates) inoculated with the fungi in BDA culture medium were used. At concentrations $\leq 0.5\%$ the pyroligneous liqueur made the development of the white rot fungus difficult. However, in concentrations $> 0.5\%$ the liquor presented inhibitory action to fungus growth. Regarding brown rot fungus, it was found that only on the witness plates (0% liquor concentration) did the fungus develop. In none of the other five treatments did the fungus develop. This proves the inhibitor effect of pyroligneous liquor on fungus control. Based on the methodology employed *in vitro* and the results obtained, it is concluded that the pyroligneous liquor of the *Hovenia dulcis* wood has a great inhibitory action. The same proved to be efficient when submitted to treatment in wood fungi (white rot - *Trametes versicolor* and brown rot - *Neolentinus lepideus*). Future experiments with concentrations 0,1% to 1% are recommended to assess the minimal concentration of the product that inhibits fungal growth.

Keywords: Alternative treatments. White rot. Brown rot. *Hovenia dulcis*. Pyroligneous liquor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 UVA DO JAPAO (<i>Hovenia dulcis</i> Thunberg)	14
3.2 PRODUTOS PRESERVANTES	15
3.3 LICOR PIROLENHOSO	16
3.4 FUNGOS XILÓFAGOS	17
4 METODOLOGIA	19
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
4.2 ABATE DE ÁRVORES	19
4.3 CONFECÇÃO DE CAVACOS PARA PIRÓLISE	20
4.4 DESTILAÇÃO SECA E EXTRAÇÃO DO LICOR PIROLENHOSO	21
4.5 PREPARAÇÃO DO MEIO DE CULTURA	24
4.6 PREPARO DOS TRATAMENTOS	25
4.7 INOCULAÇÃO DOS FUNGOS.....	26
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 RENDIMENTO DA CARBONIZAÇÃO.....	28
5.2 AÇÃO DO LICOR PIROLENHOSO NOS FUNGOS XILÓFAGOS	29
6 CONCLUSÕES	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

Durante os períodos pré-históricos e históricos, a madeira não foi apenas utilizada como material de construção, mas gradativamente também como importante matéria-prima química para a produção de carvão (usado na fusão de ferro), alcatrão e piche (utilizados para preservação e selamento de cascos de embarcações) e cinzas empregadas na produção de vidros e agentes branqueadores de linho e tecidos de algodão (KLOCK, 2013).

A utilização sobretudo econômica e sustentável das florestas, notadamente aquelas de crescimento rápido, é hoje em dia muito estudada em suas diversas aplicações. Um exemplo típico de aproveitamento de espécies de rápido crescimento é o de *Eucalyptus* spp. Sua madeira desempenha um papel de grande relevância no setor florestal do país. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, existem atualmente 4,51 milhões de hectares florestados com esse gênero (ABRAF, 2010).

Assim como o eucalipto, outra espécie de rápido crescimento é a Uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Thunberg), e um dos possíveis usos de sua madeira é na geração de energia. Isso se dá através da produção do carvão da madeira, onde essa alternativa torna-se viável e gera benefícios múltiplos, e cria uma grande possibilidade de gerar o desenvolvimento econômico da espécie, colaborando com o seu controle. O maior conhecimento dessa tecnologia é vital para o desenvolvimento da indústria do carvão de Uva-do-Japão, madeira essa de rápido desenvolvimento e de grande abundância devido ao seu alto poder invasor, e que pode representar um caminho para a elevação da renda dos produtores e diversificação de seu uso.

Por outro lado, para o uso da madeira, as mesmas precisam ser resistentes aos agentes deterioradores, como por exemplo fungos e cupins, esses que causam perda de sua resistência acarretando em grandes prejuízos. Para que não ocorra danos na madeira e conseqüentemente prejuízos, por ter que haver a substituição da peça, a mesma deve ser submetida a algum tipo de tratamento para que se mantenha suas características preservadas.

Sendo assim os produtos preservativos de madeira, geralmente químicos, são tóxicos aos agentes deterioradores, e devem penetrar efetivamente no material a ser

preservado, sem causar risco de evaporação ou lixiviação, e sem apresentar toxicidade às plantas, animais e ao homem.

Existem diversas técnicas de tratamento preservativo, podendo ser classificados em naturais ou químicos. Apesar de serem considerados mais eficientes na preservação da madeira, os tratamentos químicos possuem preços elevados e utilizam-se de componentes que podem tornar-se contaminantes ao meio ambiente. Assim, se faz necessária a busca por produtos alternativos que sejam eficientes na preservação de madeiras e que causem o mínimo de impacto ambiental, além de apresentarem baixo custo.

O licor pirolenhoso, obtido através da condensação dos gases no momento da carbonização da madeira para produção de carvão, mostra-se um possível produto preservativo que atende a essas necessidades básicas. Trata-se então, de um produto de origem natural que, apesar de possuir diversas utilidades como atividade fungicida, normalmente é descartado no processo de produção do carvão vegetal e acaba sendo liberado no ambiente na forma de fumaça, causando poluição ambiental e desperdício (MATSUOKA; BERALDO, 2014).

Visando a busca por um produto alternativo que reúna as qualidades necessárias para um tratamento eficaz e a reutilização da fumaça, descartada sem tratamentos adequados no meio ambiente, analisou-se o potencial do licor pirolenhoso de Uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) como inibidor natural in vitro inoculado com os fungos *Trametes versicolor* (L. ex. Fr.) Pilát. (podridão branca) e *Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns (podridão parda).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial do licor pirolenhoso resultante da carbonização da madeira de *Hovenia dulcis* Thunberg. como inibidor à fungos de madeira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar a eficiência do licor pirolenhoso em diferentes concentrações na inibição aos fungos *Trametes versicolor* e *Neolentinus lepideus* in vitro;
- b) Quantificar o crescimento micelial total dos fungos de *Trametes versicolor* e *Neolentinus lepideus* em meio de cultura BDA – Batata Dextrose Ágar – tratados com licor pirolenhoso.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 UVA DO JAPAO (*Hovenia dulcis* Thunberg)

Planta pertencente à família Rhamnaceae, que é composta por cerca de aproximadamente 60 gêneros e em torno de 900 espécies, o qual tem como característica uma distribuição cosmopolita. Na América tropical, segundo Heald (2004), é representada por cerca de 25 gêneros e aproximadamente 170 espécies. O gênero *Hovenia* possui três espécies conhecidas, a *Hovenia dulcis*, *Hovenia trichocarpa* e *Hovenia acerba* (XU et al., 2004).

Hovenia dulcis é conhecida popularmente como uva-do-japão, pau-doce, caju-do-japão. Apresenta ocorrência natural na China e no Japão principalmente (RIGATTO et al., 2001) e se encontra presente em algumas áreas de florestas montanhosas da Tailândia e Vietnã (LIM, 2013).

Plantas do gênero *Hovenia* são amplamente cultivadas em países como China, Japão, Índia, na região sul da Europa e Brasil (MAIEVES, 2015).

No Brasil a espécie foi introduzida através de sementes doadas pela Academia Chinesa de Florestas para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para fins ornamentais e de reflorestamento (CARVALHO, 1994). A espécie começou a ser cultivada em países da América do Sul como a Argentina, Uruguai, Paraguai e na região sul do Brasil. Apresentando adaptabilidade a regiões com clima Cfa, Cfb e Cwa segundo a classificação climática de Köppen. Pode ser encontrada de forma isolada ou em pequenos povoados (RIGATTO et al., 2001).

Em relação às características morfológicas, é uma planta heliófila, caducifolia, que pode chegar em média a 15 m em altura, com diâmetro médio de 30 cm. Apresenta, geralmente, o tronco cilíndrico e reto, copa globosa com ramos pubescentes quando jovem, folhas simples, flores pequenas que apresentam coloração branco-esverdeada com aroma elevado, gerando assim alto potencial melífero (CARVALHO, 1994; SELLE et al., 2009). Quanto à sua composição química apresenta teor de extrativos em torno de 7%, lignina 24% e holocelulose 69%. Seu poder calorífico superior em torno de 4534 kcal/kg permite sua recomendação para produção de energia (RIGATTO et al., 2001). A espécie é cultivada em toda a região

sul do Brasil, principalmente para áreas com temperatura média de julho acima de 12 °C, e apresenta demanda de solos como bom nível de fertilidade (KINUPP e LORENZI, 2014). É uma espécie muito explorada na arborização e paisagismo do Sul do Brasil, devido ao seu valor ornamental, por apresentar uma copa ampla e floração intensa (CARVALHO, 1994).

A ocupação de áreas com plantas exóticas afeta o funcionamento natural do ecossistema e diminui o espaço de ocupação das plantas nativas (ZILLER, 2000). A uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) é uma das espécies arbóreas que tem apresentado invasão biológica na região sul do país (LORENZI, 2003). Segundo Ziller (2001), as espécies exóticas apresentam alta capacidade de modificar os sistemas naturais, são consideradas como a segunda maior ameaça à biodiversidade, atrás apenas da destruição de habitats pela exploração humana.

A espécie apresenta como principal utilização o uso da madeira serrada e roliça, geralmente para móveis e laminados. No Rio Grande do Sul os plantios foram executados pela indústria madeireira e moveleira, a qual introduziu pequenas áreas obtendo grande resultado (CARMINATTI, 1992).

3.2 PRODUTOS PRESERVANTES

A obtenção de produtos que apresentem toxicidade baixa principalmente para mamíferos, e que também apresentem baixo impacto ambiental, são fundamentais para o sucesso técnico, econômico e ambiental de preservantes de madeira. A ampliação de pesquisas sobre novos produtos com características preservantes em madeira é importante, sendo indispensável a análise destes com menor potencial de danos ambientais e à saúde de outros organismos (STRATEGIS, 2004 Apud BRAND et al., 2006).

Dentre os produtos existentes, o CCA (arseniato de cobre cromatado), patenteado em 1934, é altamente eficiente protegendo contra podridão por ataque de fungos, cupins, etc. Muitas vezes utilizado juntamente com repelentes de água visando melhorar sua resistência à absorção de umidade pela madeira. Por outro lado, o CCA é considerado por muitos pesquisadores como causador de diversos efeitos ao ambiente e à saúde humana (STRATEGIS, 2004 Apud BRAND et al., 2006).

Mesmo assim, o CCA é utilizado para tratar cerca de 80% dos produtos de madeira nos EUA, sendo o principal preservante utilizado na construção civil (FOREST AND WILDLIFE, 2004 Apud BRAND et al. 2006).

Portanto, existe uma grande necessidade da produção de novos produtos para tratar a madeira, os quais sejam ambientalmente mais seguros e que possibilitem preços competitivos com o CCA (ONUORAH, 2000).

Apesar da eficiência comprovada de algumas alternativas ambientalmente corretas para o tratamento da madeira como os estilbenóides, os compostos fenólicos, éteres, etc, as informações sobre sua viabilidade econômica ainda são difíceis de serem encontradas, ou ainda nem começaram a ser avaliadas (BRAND et al., 2006).

3.3 LICOR PIROLENHOSO

Também é conhecido por extrato pirolenhoso e vinagre de madeira, o licor pirolenhoso é um produto natural. Apresenta várias formas de aplicação, entre elas a utilização agrícola como antifúngico (COSTA et al., 2003; BORTOLETTO et al., 2009). O extrato é obtido a partir da condensação da fumaça na produção do carvão vegetal (ZANETTI et al., 2004).

O extrato pirolenhoso pode ser obtido com a carbonização de diferentes espécies vegetais, como *Eucalyptus spp.*, *Pinus spp.*, etc. (MU et al., 2004). Além do uso agrícola é empregado na remoção do cheiro em aterros sanitários (HUH et al., 1999). Apresenta também aplicação medicinal (LOO et al., 2008) e na alimentação humana e animal (WANG et al., 2010), como apresenta aroma particular, acaba apresentando efeito de inibição do crescimento microbiano (YOUN, 2003; SANGSRICHAN, 2009). Vários pesquisadores atribuem propriedades antifúngicas ao extrato pirolenhoso, geralmente no tratamento de madeira (FREEL & GRAHAM, 2000; MOURANT et al., 2008).

Apesar do licor ser um produto de origem natural, o controle de qualidade durante a sua obtenção é rigoroso, devido a presença de componentes tóxicos, que acabam inviabilizando o seu uso (CAMPOS, 2007).

Durante a carbonização ocorre a diminuição da massa através da evaporação de água nas fases iniciais de aquecimento. Quando a temperatura alcança os 160 °C,

ocorre a remoção da umidade higroscópica. Segundo Nachenius et al. (2013) a partir dos 180 °C os complexos de celulose, hemicelulose e polímeros de lignina começam a ser rompidos, ocorrendo a liberação de vários gases que não são condensáveis e vapores condensáveis.

Em temperaturas acima de 400°C os elementos que apresentam menor volatilização são expelidos gradualmente, gerando um produto que apresenta maior quantidade de carbono fixo e menos carbono volátil.

A fumaça é a mistura dos gases e vapores, que quando atravessa um cano, ocorre o processo de condensação dos vapores. O líquido condensado é coletado, deixado em repouso por aproximadamente 90 dias, período este para que ocorra a decantação dos compostos. Ao final do processo é obtido três frações, na parte superior um óleo, o extrato pirolenhoso na fase intermediária e o alcatrão vegetal na parte inferior (WEI et al., 2010a).

3.4 FUNGOS XILÓFAGOS

A principal causa da degradação da madeira é através do ataque de organismos xilófagos, o que acarreta grandes prejuízos. Como no caso do pinus, os principais microorganismos degradadores são os fungos. De modo geral, os fungos podem ser divididos entre emboloradores, manchadores e apodrecedores. Sendo os dois primeiros grupos formados por microorganismos que não decompõem a parede celular da madeira, pois utilizam geralmente o amido e os açúcares como alimento (MAGALHÃES, 2005).

Por outro lado, os fungos apodrecedores causam perda na resistência da madeira, devido a sua característica de serem decompositores lignocelulolíticos. As manchas, bolores e apodrecimentos são causados por fungos, os quais penetram e se disseminam na madeira. Os emboloradores são responsáveis pela alteração na superfície da madeira, conhecida por bolor, sendo resultante de grande produção de esporos, e a coloração varia de acordo com a espécie de fungo. Normalmente não chega a causar degradação mas prejudica o acabamento (IBACH, 1999).

Em relação a degradação dos constituintes estruturais da madeira, a mesma é causada por fungos apodrecedores, esses são classificados de acordo com a

decomposição que causam: podridão, podridão parda/marrom (causadas principalmente por basidiomicetos) e podridão mole (causada por ascomicetos) (BLANCHETTE et al., 2000).

Atuando na superfície da parede celular vegetal, os fungos de podridão branca, são capazes de degradar seus três componentes (celulose, hemicelulose e lignina). Podem ocorrer de duas formas, a mais comum envolve a remoção simultânea de todos os componentes e a outra, menos frequente, envolve a remoção seletiva de lignina e polioses, mantendo a celulose quase intacta. A madeira atacada geralmente apresenta uma aparência esbranquiçada e rompendo-se facilmente no sentido das fibras (RYVARDEN, 1991). Dentre os grupos enzimático produzidos por fungos de podridão branca estão a lacase e a fenoloxidase extracelular com importante papel na degradação da lignina (SOUZA; OLIVEIRA; ANDRADE, 2008).

Em relação aos fungos de podridão parda, os mesmos degradam a superfície da parede celular, principalmente as frações polissacarídicas (celulose e hemicelulose) por ação enzimática e não-enzimática, causando a coloração pardo-escura, gerando um resíduo enriquecido em lignina, quebrando facilmente em cubos, no sentido transversal ao das fibras vegetais (RYVARDEN, 2007).

Os fungos apodrecedores são mais agressivos à madeira por serem segregadores de enzimas, as quais são capazes de decompor o material lignocelulósico estrutural das paredes celulares da madeira. Essa decomposição gera a alteração de propriedades físicas e químicas com diminuição de resistência mecânica da madeira atacada/deteriorada (MAGALHÃES, 2005).

Já os fungos emboloradores, assim como os manchadores, comprometem a qualidade da madeira, gerando aumento na permeabilidade. No entanto, algumas pessoas apreciam o aspecto produzido na madeira pelo fungo manchador. No mercado internacional de madeiras decorativas, a busca é alta por madeira até mesmo com ataque de fungo da podridão branca, o qual provoca diminuição da resistência, dependendo do grau de infestação (KNAEBE, 2002).

4 METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no município de Dois Vizinhos, no Laboratório de Tecnologia da Madeira e no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos-PR.

4.2 ABATE DE ÁRVORES

As árvores utilizadas neste experimento foram selecionadas por visualização à campo, sendo escolhidas pelos critérios de DAP (Diâmetro a Altura do Peito) médio de 20-25 cm e com boa fitossanidade. Ao total, foram derrubadas 3 árvores de Uva-do-Japão.

As árvores foram abatidas no interior da trilha ecológica em um fragmento de ecótono de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, localizada nos entornos do campus da UTFPR – Campus Dois Vizinhos.

Os indivíduos escolhidos foram abatidos com o auxílio de uma motosserra e traçados em toretes de 1 metro de comprimento médio, para posterior carregamento e transporte. Os toretes foram empilhados em piso de concreto (Figura 1) para secagem natural por aproximadamente 15 dias, em local seco e coberto.

Figura 1 – Pilha de toretes de Uva-do-Japão.



Fonte: O autor (2016).

4.3 CONFECÇÃO DE CAVACOS PARA PIRÓLISE

Após secagem natural, foi retirado 1 disco de cada torete (Figura 2), com auxílio de motosserra, buscando representatividade total das árvores/amostras.

Figura 2 - Corte de disco do torete.



Fonte: O autor (2016).

Os discos foram descascados manualmente, com o auxílio de um facão. Posterior ao descasque, deu-se a confecção dos cavacos.

Os cavacos gerados foram cortados manualmente (Figura 3A), em palitos de medidas irregulares (Figura 3B) com o auxílio de um facão, colocados em sacos de papel kraft e identificados. Em seguida, os materiais foram acondicionados em sala aclimatada por quatro meses, até o início da pirólise (processo no qual a madeira é submetida à ação do calor em temperaturas relativamente elevadas, da ordem de 300 a 700°C, na ausência de oxigênio, com a finalidade de obter o líquido proveniente dos vapores condensáveis).

Figura 3 – Cavacos sendo cortados (A) e exemplo de cavacos gerados para o experimento (B).



Fonte: O autor (2016).

4.4 DESTILAÇÃO SECA E EXTRAÇÃO DO LICOR PIROLENHOSO

Antes de serem submetidos à pirólise ou destilação seca, os cavacos foram pesados e seus pesos devidamente anotados. Posteriormente, foram secos em estufa (Figura 4A e 4B) a $103 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após secagem, foi feita novamente a pesagem dos mesmos para a verificação do TU% (teor de umidade). Seguidamente,

os cavacos foram dispostos dentro de um cápsula metálica (Figura 5), o equipamento então foi fechado e acomodado dentro do forno mufla para iniciação da pirólise.

Figura 4 – Cavacos sendo secos em estufa (A) a $103 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (B).



Fonte: O autor (2017).

Figura 5 – Cápsula metálica utilizado para pirólise.



Fonte: O autor (2017).

A marcha de carbonização utilizada está disposta na Tabela 1.

Tabela 1: Marcha de carbonização da madeira utilizado no experimento de extração do licor pirolenhoso de *Hovenia dulcis*.

Marcha	Temperatura (°C)					Tempo de aquecimento (°C/min)	Tempo total
	150	200	250	350	450		
1	1 hora	1 hora	1 h 30	1h 30	1 hora	1,25	6 horas

A fumaça produzida durante a carbonização foi captada através de uma mangueira adaptada na saída da cápsula e então condensada dentro de um kitasato (Figura 6 e 7). Após a coleta, o líquido precipitado foi mantido tampado e acondicionado em frasco âmbar por aproximadamente 15 dias para posterior uso.

Figura 6 – Conexão do bico da cápsula na porta da mufla e mangueira captadora de fumaça.



Fonte: O autor (2017).

Figura 7 – Sistema montado para condensação.



Fonte: O autor (2017).

O rendimento em licor pirolenhoso (RLP) é obtido pela divisão do peso do licor (PLicorPirolenhoso) produzido pelo peso da madeira seca (Pmadeira), tudo isso multiplicado por 100, para que o resultado seja expresso em porcentagem. A fórmula utilizada encontra-se a seguir:

$$RLP (\%) = \left(\frac{PLicorPirolenhoso (g)}{Pmadeira (g)} \right) \times 100$$

4.5 PREPARAÇÃO DO MEIO DE CULTURA

O meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) foi preparado em laboratório com a seguinte receita: 200 g de batatas; 20 g de dextrose; 20 g de ágar e 1 L de água (500 ml para cozinhar as batatas e 500 ml para misturar os ingredientes).

Inicialmente, 200 gramas de batatas foram lavadas, descascadas e cortadas manualmente em pequenos pedaços e reservadas para posterior uso. Posteriormente, pesou-se 20 gramas de dextrose e 20 gramas de ágar em balança analítica para a elaboração do meio de cultura.

As batatas foram cozidas em forno micro-ondas em um recipiente de vidro, contendo aproximadamente 500 ml de água até ficarem macias. Posterior ao cozimento, o líquido foi filtrado e reservado, e as batatas descartadas.

Após o cozimento, misturou-se o restante dos ingredientes com o filtrado em um recipiente de vidro, juntando-se mais 500 ml de água destilada e mexendo com uma haste de vidro para completa dissolução e homogeneidade do meio.

Após o preparo, o meio de cultura foi disposto em erlenmeyers, auto clavado, e guardado em refrigerador até o momento do seu uso.

4.6 PREPARO DOS TRATAMENTOS

Dentro da câmara de fluxo laminar, o meio de cultura preparado foi posto em erlenmeyers de 100 ml, identificados com as respectivas concentrações a serem preparadas.

Para o primeiro tratamento (testemunha), foi vertido em um erlenmeyer 100ml do meio de cultura puro; Para o segundo tratamento com o licor de Uva-do-Japão (0,5%) foi vertido em um erlenmeyer 99,5 ml do meio de cultura e 0,5 ml de licor pirolenhoso; Para o restante dos tratamentos segue-se as concentrações referentes ao licor pirolenhoso + meio de cultura - BDA.

Após a formulação das concentrações do respectivo licor com o meio de cultura (Figura 8), os erlenmeyers foram agitados manualmente para a mistura por completa dos compostos.

Salienta-se que o licor pirolenhoso utilizado para os tratamentos estava em sua composição completa, ou seja, sem distinção/separação de fases.

Figura 8 – Erlenmeyers preparados com BDA + licor pirolenhoso.



Fonte: O autor (2017).

4.7 INOCULAÇÃO DOS FUNGOS

Após o preparo das concentrações, o meio de cultura tratado foi vertido em placas de petri esterilizadas dentro de uma câmara de fluxo laminar. Posteriormente, esperou o meio solidificar-se nas placas e então iniciou-se a inoculação dos fungos.

Os fungos *Trametes versicolor* e *Neolentinus lepideus* foram inoculados separadamente nos meios de cultura solidificados, por meio de discos de micélio de 5 mm dos fungos encontrados já em colônia pura, e então levados a BOD (Biochemical Oxygen Demand – Demanda Bioquímica de Oxigênio) em temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, por 13 dias sem acompanhamento diário, para crescimento das colônias (Figura 9).

Figura 9 – Placas de petri já inoculadas com os fungos.



Fonte: O autor (2017).

Para cada um dos tratamentos, foram utilizadas 8 placas de petri (repetições) inoculadas com os respectivos fungos em meio de cultura BDA.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 8 repetições em 6 tratamentos (concentrações do licor) totalizando 48 amostras por fungo analisado. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e posteriormente ao teste de comparação múltipla de médias a 95% de probabilidade utilizando o software estatístico Statgraphics Centurion XVII.II.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO DA CARBONIZAÇÃO

Dentre as carbonizações efetuadas, o rendimento médio obtido de licor pirolenhoso de Uva-do-Japão foi de 46,7%, valor esse similar ao encontrado por Rancatti (2012), quando em estudo semelhante, carbonizando a mesma espécie, obteve 43,4% de rendimento médio.

Paes et al. (2012) ao carbonizar cavacos de Jurema-preta (*Mimosa hostilis*), encontrou um rendimento de licor pirolenhoso de 32,7%, com taxa de aquecimento de 1,36° C/min e utilizando uma marcha de carbonização próxima da utilizada neste trabalho.

Em outro estudo, Oliveira et al. (2006) na carbonização de Jurema-preta obteve um rendimento de licor pirolenhoso de 32,6%, valor esse próximo ao de Paes (2012), entretanto, ambos os resultados encontrados pelos autores estão abaixo do valor obtido no presente estudo, o que pode ser compreendido de maneira positiva para a obtenção de licor da madeira de Uva-do-Japão, ampliando o leque de utilização desta espécie.

Rancatti (2012) avaliando o potencial energético de Bracatinga (*Mimosa scrabella*), utilizou três temperaturas finais de carbonização (300, 400 e 500°C - sem variação de marcha) e duas velocidades de aquecimento (3 e 5°C/min), encontrando um rendimento médio de 43,35% em licor pirolenhoso. O resultado obtido pelos autores encontra-se próximo do resultado encontrado neste experimento, e aceita-se como um bom rendimento, considerando que a Bracatinga é uma espécie de rápido desenvolvimento assim como a Uva-do-Japão. O resultado de Rancatti ainda está próximo ao valor encontrado por Lima et al. (2007) onde caracterizando *Eucalyptus benthamii* obtiveram o valor médio de 39,6% em rendimento de licor pirolenhoso.

Em sua pesquisa, Oliveira et al. (2010) utilizando a mesma marcha de carbonização do presente trabalho em *Eucalyptus pellita* com cinco anos, teve o rendimento em licor pirolenhoso de 58,9%, ou seja, 12,2% a mais do que o obtido neste experimento. Isso mostra a superioridade da espécie, em que com apenas cinco anos já propiciou resultados consideráveis em rendimento, sendo assim, é uma

espécie recomendada para a produção de carvão vegetal e posterior aproveitamento do licor pirolenhoso para diversos fins.

Souza et al. (2016) citam que a marcha de 6h de duração é a que apresenta os melhores resultados no rendimento de licor pirolenhoso, o que é útil para sistemas que realizam o aproveitamento deste material, como no caso deste experimento. A marcha de carbonização com taxa de aquecimento de 1,25° C/min, tempo de carbonização total de 6 horas e temperatura final de 450°C apresenta-se como a melhor marcha a ser utilizada, devido aos seus ganhos de rendimento gravimétrico em carvão e porcentagem de carbono na constituição do mesmo, além de elevado poder calorífico superior e teor de carbono fixo (OLIVEIRA, 2010).

5.2 AÇÃO DO LICOR PIROLENHOSO NOS FUNGOS XILÓFAGOS

Após o período de 13 dias, as amostras foram retiradas da BOD e realizou-se uma inspeção visual (Figura 10 e 11) para a verificação de possíveis contaminações e descarte das mesmas se ocorrido.

Figura 10 – Placas de *Neolentinus lepideus* retiradas da BOD após 13 dias.



Fonte: O autor (2017).

Figura 11 – Placas de *Trametes versicolor* retiradas da BOD após 13 dias



Fonte: O autor (2017).

Enfatiza-se que o tratamento T1 a 0% (testemunha) estava com suas placas completamente tomadas por ambos os fungos (*Trametes versicolor* e *Neolentinus lepideus*), o que se considera conveniente os dias em que o experimento ficou instalado até ser findado. A seguir, foi quantificado o crescimento micelial em diâmetro (cm), com o auxílio de uma régua milimétrica dos respectivos fungos.

Os resultados de crescimento micelial do fungo *Trametes versicolor* após 13 dias de experimento podem ser observados na Tabela 2:

Tabela 2: Crescimento micelial de *Trametes versicolor* (podridão branca) após 13 dias em BOD.

Tratamentos	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Placa 4	Placa 5	Placa 6	Placa 7	Placa 8	Média
T1 (0,0%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
T2 (0,5%)	1,8	1,5	0,8	2,7	0	0	0	0	0,85
T3 (1,0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4 (2,5%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5 (5,0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6 (10%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores expressos em centímetros (cm); Diâmetro da placa de petri = 10 cm.

De antemão, evidencia-se que devido a disparidade dos dados, e estes não seguirem uma distribuição normal, conseqüentemente não pode ser aplicado um teste de média se os dados não estiverem normalizados. Como muitos valores são iguais

a 0 (zero) qualquer tipo de transformação destes dados não modifica o valor. E nenhum teste não paramétrico mostrou-se eficiente para os dados do experimento.

Analisando os dados da Tabela 2, constata-se que no tratamento T1 (0,0%) o fungo desenvolveu-se por completo, tomando as placas, o que de fato já era esperado, e é explicado por se tratar da testemunha, a qual não contém licor pirolenhoso.

No tratamento a 0,5% de concentração do licor pirolenhoso o fungo conseguiu se desenvolver em quatro placas, entretanto o crescimento foi relativamente baixo.

Isso demonstra que em concentrações $\leq 0,5\%$ o licor de Uva-do-Japão reduziu o desenvolvimento do fungo, porém não impediu que o mesmo apresentasse crescimento micelial em 50% das repetições, o que indica que concentrações abaixo desse valor não inibem por completo o crescimento do fungo.

A maior agressividade desse fungo em relação ao fungo de podridão parda, segundo Magalhães (2005), é devido à capacidade de degradação de lignina que o mesmo possui, além da degradação da celulose e hemicelulose (carboidratos), tornando o seu ataque em madeiras mais severo e característico por deixar a superfície da madeira com uma coloração clara, tornando-a esbranquiçada. O mesmo autor relata que os fungos de podridão branca além de atacar madeiras de folhosas, podem também decompor as coníferas, peculiaridade dessa classe de fungos.

É importante ressaltar que a maioria dos estudos nesta linha de pesquisa estão voltados a biodegradação de madeira in vitro, por fungos de podridão branca e/ou parda e realizado em diversas espécies de madeira (ALVES et al., 2006; FERNANDES et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005 a,b; SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2004). No entanto, não foram encontrados relatos sobre pesquisas com fungos xilófagos inoculados em BDA tratados com licor pirolenhoso in vitro.

Em concentrações $> 0,5\%$ do licor pirolenhoso de Uva-do-Japão apresentaram-se inibidoras ao mesmo fungo, ou seja, suprimindo sua ação. Isso deve-se, provavelmente, a sua composição de mais 200 compostos orgânicos, oriundos da degradação térmica da madeira, como ácido acético, acetonas, furanos, etc. Cita-se também a presença de guaicol, fenol, siringol, etc. resultantes da degradação da lignina (ADRIANSZ et al., 2000, WEI et al., 2010).

Em sua pesquisa, testando produtos alternativos para a preservação de madeira e utilizando a mesma espécie de fungo (*Trametes versicolor*) do presente trabalho, Bossardi (2014) realizou ensaios de hidrofobicidade e de exposição ao fungo de podridão branca. Os resultados obtidos no estudo de Bossardi mostraram que o

Tall Oil e seus subprodutos Óleo Ejetor (OE) e Light Oil (LO), possuem potencial para proteger a madeira contra o ataque do fungo de podridão branca, sendo o Óleo Ejetor (OE) o que obteve os resultados mais satisfatórios nas espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. Assim como no estudo do autor citado, evidencia-se que licores, extratos e óleos oriundos de espécies florestais possuem potencial para inibir a ação de organismos xilófagos.

A Tabela 3 demonstra os resultados de crescimento micelial encontrados nas oito repetições dos seis tratamentos submetidos ao fungo *Neolentinus lepideus*.

Tabela 3: Crescimento micelial de *Neolentinus lepideus* (podridão parda) após 13 dias em BOD.

Tratamentos	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Placa 4	Placa 5	Placa 6	Placa 7	Placa 8	Média
T1 (0,0%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
T2 (0,5%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 (1,0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4 (2,5%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5 (5,0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6 (10%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valores expressos em centímetros (cm); Diâmetro da placa de petri = 10 cm.

Verifica-se que apenas nas placas da testemunha (T1 – 0,0%) o fungo desenvolveu-se. Isso comprova o efeito inibidor do licor pirolenhoso no controle e/ou inibição de fungos de podridão parda/marrom em meio de cultura.

Na mesma linha de pesquisa, em laboratório, Stumpp (2001) testou o extrato a base de tanino de *Acácia mimosa* (*Acacia podalyriifolia*), em que o produto mostrou bom desempenho no controle do cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*), tendo em alguns ensaios uma taxa de mortalidade de 100% em corpos de prova de madeiras da espécie *Pinus spp.*. Stumpp et al. (2006) ainda relata que em outro estudo, o óleo de mamona obteve resultados similares no controle de *Cryptotermes brevis*, alcançando em alguns ensaios uma taxa de mortalidade de 100% em corpos de prova de madeiras de *Pinus spp.*

Em estudo semelhante, Jung (2007) cita que o crescimento do fungo fitopatogênico *Alternaria mali* foi completamente inibido com licor pirolenhoso (de origem desconhecido) na diluição de 1:32, e também não ocorreu crescimento de *Botrytis cinerea* em uma diluição de 1:4, resultado esse similar ao encontrado neste experimento. Estas propriedades são diretamente relacionadas aos ácidos orgânicos, os quais são os componentes principais do licor (WEI et al, 2008a, 2008b, 2009, 2010).

Os resultados da literatura descritos, assim como os obtidos no presente estudo, enfatizam que os produtos biocidas apresentam elevada capacidade de inibir e mitigar a ação de organismos xilófagos, como cupins e fungos xilófagos, ampliando a gama de utilizações destes produtos de origem vegetal.

6 CONCLUSÕES

Com base no ensaio in vitro, conclui-se que o licor pirolenhoso da madeira de *Hovenia dulcis* (Uva-do-Japão) apresenta grande ação inibidora para os fungos estudados. O mesmo mostrou-se eficiente quando submetido ao tratamento em fungos de madeira (podridão branca – *Trametes versicolor* e podridão parda – *Neolentinus lepideus*).

O crescimento médio do fungo *Trametes versicolor* foi de 0,85 cm em 0,5% de licor pirolenhoso, crescimento esse relativamente baixo, demonstrando que o licor reduziu o desenvolvimento do fungo, porém não impediu que o mesmo apresentasse crescimento micelial, o que constata-se que concentrações abaixo desse valor não inibem por completo o crescimento do fungo in vitro.

Não houve crescimento micelial nas placas de *Neolentinus lepideus* tratadas com licor pirolenhoso, e assim conclui-se que para esse fungo o licor possui ação inibidora ao seu desenvolvimento in vitro.

Além da contribuição dos resultados obtidos este trabalho abre caminho para outros na mesma linha de pesquisa, deste modo recomenda-se: experimentos com concentrações na faixa de 0,5% a 1% para o fungo *Trametes versicolor*, e com concentrações abaixo de 0,5% para o fungo *Neolentinus lepideus*, com o intuito de avaliar qual a concentração mínima do produto que inibe o desenvolvimento de ambos os fungos; Testes com impregnação do licor em amostras de madeira e inoculação de fungos xilófagos na mesma; Inoculação dos fungos em BDA puro pós experimento com BDA tratado com licor pirolenhoso. Deste modo, haverá uma comprovação efetiva se o produto possui efeito fungicida ou fungistático.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANSZ, T.D.; RUMMEY, J.M.; BENNETT, I.J. Solid phase extraction and subsequent identification by gás-chromatography-mass spectrometry of a germination cue present in smoke water. **Analytical Letters**, Philadelphia, v. 33, n. 13, 2000. p. 2793- 2804.

ALVES, M.V.S.; COSTA, A.F.; ESPIG, D.S.; VALE, A.T. Resistência natural de seis espécies de madeiras da região Amazônica a fungos apodrecedores, em ensaios de laboratório. **Revista Ciência Florestal**, v.16, n.1, p.17-26, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário Estatístico**: ano base 2009. Brasília, 2010. 140 p.

BLANCHETTE, R. A. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Birmingham, v. 46, n. 3, p. 189-204, Oct. 2000.

BORTOLETTO, M; CORBANI, R. Z.; MAZZONETTO, F.; SOSSAI, V. L. M. Efeito do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus* spp. no desenvolvimento de *Arthobotrys musiforme* in vitro. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 17, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2009. Disponível < <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4001&numeroEdicao=17>> Acesso em 27 jul. 2017.

BOSSARDI, K. Tall oil e seus subprodutos: alternativas como preservantes para madeira. **Tese de doutorado** – UNESP Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira. “perspectivas da pesquisa e utilização”. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p: 129-138. 2006.

CAMPOS, Â. D. **Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola**. Embrapa Clima Temperado - Circular Técnica. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas, n. 65, p.1-8, 2007. Disponível em< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/carvao3_000g7z70fgl02wx5ok00c38ulvwctax5.pdf > Acesso em 27 jul. 2017.

CARMINATTI, A.F. Contribuição ao estudo da germinação da espécie *Hovenia dulcis* Thun. (uva-do-japão). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1992, Nova Prata. **Anais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v.2, p.861- 881, 1992.

CARVALHO, P.E.R. Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). **Circular Técnica**, Colombo: EMBRAPA Florestas, p. 24-65, 1994.

COSTA, A.F.; SILVA, G.F.; ESCUDERO, M.C. Estudo Comparativo entre produtos químicos preservantes e licores pirolenhosos na inibição de fungos emboloradores. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, n. 75, p. 23-30, jan. 2003.

FERNANDES, L.; LEITE, C.L.; ESPOSITO, E.; REIS, M.M. In vitro wood decay of *Eucalyptus grandis* by the basidiomycete fungus *Phellinus flavomarginatus*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.55, p.187-193, 2005.

FREEL B.; GRAHAM R.G. **Bio-oil preservatives**. PCT Patent WO 00/25996, 2000.

HEALD, S.V. Rhamnaceae. In: N. Smith; S.A. Mori; A. Henderson; D.W. Stevenson; S.V. Heald (eds.). **Flowering Plants of the Neotropics**. New Jersey, Princeton University Press, p.323-324, 2004

HUH, K. S.; JEONG E.D.; PAEK U.H. A study on odor removal of landfill site leachate by pyrolygneous liquid. **J. Korean Env. Sci. Soc.** v. 8, p. 607-610, 1999.

IBACH, R. E. **Wood preservation. Forest Products Laboratory. Wood handbook – Wood as an engineering material**. Gen. Tech. Rp.FPL-GTR- 113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463p. 1999.

JUNG K.H. **Growth inhibition effect of pyrolygneous acid on pathogenic fungus, Alternaria mali, the agent of Alternaria blotch of apple**. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*,v. 12, n. 3,p. 318-322, 2007.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não-convencionais no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014. 768p.

KLOCK, U. **QUÍMICA DA MADEIRA**. Curitiba: Universidade Federal Do Paraná, 4 ed. 85p, 2013.

KNAEBE, M. **Decay processes and bioprocessing**. TechLine.U.S.Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory. 2002.

LIM, T. K. **Hovenia dulcis. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants**. p.568-577, 2013.

LIMA, E. A., SILVA, H. D., MAGALHÃES, W. L. E., LAVORANTI, O. J. Caracterização individual de árvores de *Eucalyptus benthamii* para uso energético. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 35**. Embrapa Florestas. Colombo – Paraná. 2007.

LOO A. Y.; JAIN, K. A., DARAH, I. B. Antioxidant activity of compounds isolated from the pyrolygneous acid *Rhizophora apiculata*. **Food Chemistry**, Whiteknights, n. 107, p. 1151–1160, 2008

LORENZI, H. **Árvores Exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003, 368p.

MAGALHÃES, W. L. E. **Controle de manchadores e apodrecedores da madeira de pinus**. In: II Seminário de Atualidades em Proteção Florestal. Blumenau. 2005.

Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104839/1/MAGALHAES-W.pdf> > acesso em 25 de Abril de 2017.

MAIEVES, H. A. Propriedades físicas, químicas e bioatividade de pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. **Tese de Doutorado** em Engenharia de Alimentos - UFPR. 110p, 2015.

MATSUOKA, J. H.; BERALDO, A. L. Avaliação do tratamento preservativo de taliscas de bambu com ácido pirolenhoso. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 11 - 20, jan. / mar. 2014.

MOURANT, D.; YANG, D.Q.; RIEDL B.; ROY C. Mechanical properties of wood treated with PF-pyrolytic oil resins. **Holz Roh Werkst**, v. 66, p. 163-171, 2008.

MU, J.; UEHARA, T.; FURUNO, T. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants II: composition of moso bamboo vinegar at different collection temperature and its effects. **Journal of Wood Science**, Tokyo, n. 5, v. 50, p. 470-476, 2004.

NACHENIUS R.W.; RONSSE F.; VENDERBOSCH R.H.; PRINS W. Chapter Two – Biomass Pyrolysis. **Advances in Chemical Engineering**. v. 42, p. 75-139, 2013.

OLIVEIRA, J.T.S.; SOUZA, L.C.; DELLA, R.M.L. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.819- 826, 2005a.

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

OLIVEIRA, E. et al. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.311-318, 2006.

OLIVEIRA, et al. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 431-439, set. 2010.

ONUORAH, E. O. The wood preservative potentials of heartwood extracts of *Milicia excelsa* and *Erythrophleum suaveolens*. **Bioresource Technology**. v.75, p. 171-173. 2000.

PAES, J. B.; LIMA, C. R. de; OLIVEIRA, Elisabeth de; SANTOS, H. C. M. **Rendimento e caracterização do carvão vegetal de três espécies de ocorrência no semiárido brasileiro**. Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 03, n. 01, p. 01-10, 2012.

RANCATTI, H. Potencialidade energética da madeira de duas espécies florestais via uso direto e através da pirólise. **Dissertação de mestrado** – UNICENTRO Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, 2012.

RIGATTO, P.A.; PEREIRA, J.C.D.; MATTOS, P.P.; SCHAITZA, E.G. Características Físicas, Químicas e Anatômicas da Madeira de *Hovenia dulcis*. **Comunicado Técnico** – Embrapa Florestas - Colombo - PR, novembro - 2001.

RYVARDEN, L. Where are all the polypores gone? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICOLOGIA, 5., 2007, Recife. **Anais...** Recife: SBM, 2007. p. 236-241.

RYVARDEN, L. **Genera of Polypores nomenclature and taxonomy**. Oslo: Gronlands Grafiske, 1991. 373 p.

SANGSRICHAN, R.M.S. Evaluation of antioxidation and radical scavenging Activities in pyroigneous acid samples. **Pure and Applied Chemistry International Conference**. PACCON. Phitsanulok, p.51-53, 2009.

SELLE, G.L.; FLEIG, F.D.; VUADEN, E.; ALBERNARD, L.A.J; BRAZ, E.M. Índices de Sítios para *Hovenia dulcis* Thunberg na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 407-423, 2009.

SILVA, J.C.; CABALLEIRA-LOPES, A.G.; OLIVEIRA, J.T.S. Influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.583-587, 2004.

SILVA, J.C.; MATOS, J.L.M.; OLIVEIRA, J.T.S. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.455-460, 2005.

STUMPP, E. Tratamento preservantes naturais de madeiras de floresta no Rio Grande do Sul para o controle do cupim-de-madeira seca – *Cryptotermes brevis*. **Tese de Doutorado** - UFRGS. Porto Alegre, 2001.

STUMPP, E.; et al. **Avaliação de sustentabilidade e eficácia de tratamentos preservantes naturais de madeiras de florestas plantadas no RS para o controle do cupim**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2. P. 21-31, 2006.

SOUZA, et al. Influência da marcha de carbonização nos rendimentos gravimétricos do carvão, licor pirolenhoso e gases não condensáveis, da madeira de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir.). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO. 1, 2016, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016, p. 1-5.

SOUZA, H. Q.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S. Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 116- 124, dez. 2008. Suplemento.

WANG, Z.; LIN, W.; SONG, W.; YAO, J. Preliminary investigation on concentrating of acetol from wood vinegar. **Energy Conversion and Management**, Belton, v. 51, n. 2, p. 346–349, 2010.

WEI Q.; MA X.; ZHENG T. **Preparation, chemical constituent analysis and antimicrobial activities of pyroligneous acid of walnut shell.** Trans. CSAE, v. 24, p. 276-279, 2008a.

WEI Q.; MA X.; XU M. **Bacteriostasis and chemical components of pyroligneous acid from poplar wood.** Sci. Silvae Sin., v. 44, p. 98-102, 2008b.

WEI Q.; MA X.; ZHU W.; ZHANG S.; LI X. **Comparison of chemical compositions, antimicrobial and antioxidant activities of pyroligneous acids of apple branches.** Sci. Silvae Sin., v. 45, p. 16-21, 2009.

WEI, Q.; MA X.; DONG J. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyroligneous acids from walnut tree branches. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 87, n.1, p. 24-28, 2010.

WEI, Q.; MA, X.; ZHAO, Z.; ZHANG, S.; LIU, S. Antioxidant activities and chemical profiles of pyroligneous acids from walnut Shell. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 88, p. 149-154, 2010a.

XU, B.J.; DENG, Y.Q.; SUNG, C.K. Advances in Studies on Bioactivity of *Hovenia dulcis*. **Agric. Chem. Biotechnol.** v. 47, n. 1, p. 1-5. 2004.

YOUN, S.K.; LEE S.J; YOON S.O.; PARK S.Y.; KIM, H.K. Effect of quality improvement and the preservation on soybean sauce and paste by adding pyroligneous liquor treated with supercritical carbon dioxide. **Kor. J. Biotechnol. Bioeng.** v. 18, p. 117- 121, 2003.

ZANETTI, CAZETTA, M. J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em limoeiro 'cravo'. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 529-533, dez. 2004.

ZILLER, S. R. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no Segundo Planalto do Paraná: Diagnóstico Ambiental com Enfoque à Contaminação Biológica. UFPR, Curitiba, PR, 2000, **Tese de Doutorado**, 285p.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, v. 1, n. 178, p. 77 – 79, 2001.