

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

ANA MARIA DE ASSIS E JÚNIA MARIA DE AMORIM

**TRATAMENTO DE MADEIRA COM EXTRATO PIROLENHOSO EM *EUCALYPTUS
CLOEZIANA***

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

DEZEMBRO DE 2010

ANA MARIA DE ASSIS E JÚNIA MARIA DE AMORIM

TRATAMENTO DE MADEIRA COM EXTRATO PIROLENHOSO EM *EUCALYPTUS CLOEZIANA*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura do IFMG - SJE, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva.

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

DEZEMBRO DE 2010

A848t ASSIS, Ana Maria de

Tratamento da madeira de eucalipto com extrato pirolenhoso em *Eucalyptus cloeziana*./ Ana Maria de Assis; Júnia Maria de Amorim. São João Evangelista, MG:IFMG-Campus São João Evangelista, 2010.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação) apresentado ao Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista – IFMG, Curso de Tecnologia em Silvicultura, 2010.

Orientador: Dr. Aderlan Gomes da Silva

1. Tratamento da madeira de eucalipto. 2. Eucalipto. 3. Ácido pirolenhoso. I. Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso de Tecnologia em Silvicultura. II. Título.

CDD 634.981

TRATAMENTO DE MADEIRA COM EXTRATO PIROLENHO EM EUCALYPTUS CLOEZIANA

ANA MARIA DE ASSIS E JÚNIA MARIA DE AMORIM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura do IFMG – SJE, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Aprovado em: ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva (Orientador) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista.

Prof. Msc. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista.

Prof. Dr. Glauco Santos França - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista.

A Deus, pelo dom da vida.

Aos nossos pais pelo apoio, carinho, dedicação, incentivo, amor incomparável e todo sacrifício para realização dos nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades que nos foram dadas na vida, principalmente por termos conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por termos vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado.

Aos nossos pais, pelo carinho, amor, compreensão, apoio e por todo sacrifício para realização dos nossos sonhos.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista pela oportunidade de realização desta graduação.

A todos os docentes desta unidade que contribuíram decisivamente para nossa formação profissional, em especial o professor Aderlan Gomes da Silva, pela orientação, compreensão e por todos os ensinamentos.

A turma 081 de Silvicultura, pela diversão, pelo aprendizado, pela convivência e pela amizade.

A todos os que contribuíram com suas reflexões para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora pelas críticas e sugestões.

A nós mesmos, pela iniciativa e dedicação.

Foram tantas as dificuldades enfrentadas que só puderam ser vencidas com ajuda de todos aqueles que têm por nós algum carinho.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma, para realização deste trabalho o nosso Muito Obrigado.

ASSIS, ANA MARIA; AMORIM, JÚNIA MARIA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, dezembro de 2010. **Tratamento de madeira com extrato pirolenhoso em *Eucalyptus cloeziana***. 34p. Orientador: Aderlan Gomes da Silva.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência do extrato pirolenhoso (EP) como preservante em tratamentos de madeira, visando um melhor aproveitamento da mesma. O experimento foi conduzido no laboratório de energia do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista. O extrato pirolenhoso foi obtido de carvoarias na região de Peçanha-MG com o uso de um condensador. Utilizaram-se corpos de prova, com dimensões 1,1 x 2,4 x 4,4cm, provenientes da espécie *Eucalyptus cloeziana*, com aproximadamente 2 anos de idade. A espécie de fungo utilizado foi o *Ganoderma sp.* O experimento foi conduzido com quatro (4) tratamentos de imersão: T1- 0h sendo a testemunha, T2 - 24h, T3 - 48h e T4 - 72h; com dezoito (18) repetições cada. Analisou-se a perda de massa, após 120 dias da ação do fitopatógeno sobre a madeira. Pode-se concluir que o EP teve efeito inibitivo sobre a ação do fungo *Ganoderma sp.*, em madeiras de *E. cloeziana*. O mesmo alterou a coloração da madeira, desqualificando-a como um bom produto preservante, para uso mobiliário e marcenaria, mas não para construções rurais.

Palavras-chave: Extrato pirolenhoso, Tratamento de madeira, Eucalipto.

ASSISI, ANA MARIA; AMORIM, MARIA JÚNIA. Federal Office for Education, Science and Technology of Minas Gerais - Campus St. John the Evangelist, December 2010. **Wood treatment with extract pirolenhoso of *Eucalyptus cloeziana***. 34p. Advisor: Aderlan Gomes da Silva

ABSTRACT

This study aimed to examine the efficiency of PA (EP) as a preservative in wood treatments, aiming at a better use of it. The experiment was conducted in the laboratorio of the Energia the Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista. The extract was obtained from charcoal pirolenhoso in Peçanha-MG with the use of a condenser. We used specimens, with dimensions 1,1 x 2,4 x 4,4cm, from *Eucalyptus cloeziana*, with about 2 years old. The fungus was used Ganoderma sp. The experiment was conducted with four (4) Immersion: T1-0h control, T2 – 24, T3 - T4 and 48h - 72h, with eighteen (18) replicates. We analyzed the mass loss after 120 days of the action of the pathogen on the wood. It can be concluded that the EP had no effect on the inhibitory action of the fungus Ganoderma sp. In Woods *E. cloeziana*. This also affected the color of the wood, disqualifying it as a good preservative product.

Key words: Pyroligneous extract, Wood Treatment, *Eucalyptus*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 EXTRATO PIROLENOSO.....	10
2.2 DEGRADAÇÃO DA MADEIRA POR FUNGOS.....	13
2.3 PRESERVAÇÃO DA MADEIRA.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1 PRODUTO PRESERVANTE.....	17
3.2 ESPÉCIE MADEIREIRA E PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	17
3.3 ORGANISMO XILÓFAGO E MEIO DE CULTURA	19
3.4 APODEJECIMENTO ACELERADO EM LABORATÓRIO	19
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um dos únicos materiais renováveis utilizados na construção civil. É um material universal, econômico, histórico e sustentável. Boa parte das madeiras é naturalmente resistente à ação dos agentes xilófagos, mas existem certas espécies que apresentam durabilidade baixa.

A utilização de madeiras provenientes de florestas plantadas em substituição a madeiras provenientes de florestas nativas vem crescendo cada vez mais, principalmente no setor de construção civil.

Entretanto, algumas madeiras de florestas plantadas, não são resistentes e necessitam de tratamentos preservantes.

São tratamentos simples que quando bem aplicados, proporcionam-lhes maior proteção e durabilidade; protegendo, assim, os recursos florestais, o que é de fundamental importância ecológica e econômica, pois o alívio da pressão sobre as florestas remanescentes permite a formação de madeiras com maior dimensão, que podem ser utilizadas para fins mais nobres (FARIAS SOBRINHO, 2003).

Até meados dos anos 30 do século XX, o creosoto era o único produto utilizado para o tratamento de madeiras. Em 1931 surgiu o primeiro dos seus grandes concorrentes, o pentaclorofenol e, 2 anos mais tarde, o primeiro produto contendo sais de cobre, cromo e arsênio, vulgarmente conhecido por CCA. Por volta dos anos 50 foi introduzido o boro em tratamentos por imersão-difusão e produtos em solvente orgânico leve (Nunes¹, 2001 apud Silva, 2008).

Muitos dos produtos em solvente orgânico leve continuaram a usar pentaclorofenol como principal matéria ativa contra fungos, e aldrina, dialdrina ou lindano, contra insetos. Em alternativa surgiram compostos orgânicos de estanho, designados por TBTO, como fungicidas e, nos últimos anos, permetrininas como inseticida (SILVA, 2008).

Segundo o mesmo autor, nas últimas décadas levantaram-se questões ambientais, sobre a utilização dessas substâncias como matéria ativa para produtos preservantes, uma vez que as mesmas podem ser tóxicas para o meio ambiente e para o homem.

¹ NUNES, L., **Preservação de madeiras para a construção - Situação actual e perspectivas futuras**. LNEC, Lisboa, 2001.

Destaca ainda que, atualmente, alguns produtos, bastante utilizados no passado, estão proibidos em muitos países europeus, como por exemplo, o arsênio e o pentaclorofenol, e outros têm o seu uso bastante condicionado, como é o caso do cromo e do TBTO, por serem todos de elevado risco para a saúde dos animais e do próprio homem.

No Brasil, alguns produtos preservantes, também tiveram o uso restringido. Dentre eles, o pentaclorofenol (PCP), proibido em 1985, através da portaria de nº 329 do Ministério da Agricultura; o creosoto, em 1998, pelo Decreto – lei nº264 do Ministério da Economia (COSTA, 2010).

A preservação de madeiras num futuro próximo, necessariamente terá que mudar. Dentro deste contexto, surgem os produtos de origem natural, como preservantes de madeiras, considerados de menor impacto ambiental e menos prejudicial ao homem, sendo assim, mais seguros que os sintéticos.

Segundo Lyle (1994), a seleção de produtos alternativos de baixa ou nenhuma toxicidade e com ação mais específica sobre a praga, visa através de tratamentos sustentáveis, o prolongamento da vida útil de uma estrutura de madeira, mediante a aplicação de substâncias naturais, com efeitos colaterais mínimos para outros seres vivos e para o meio ambiente.

Dentre os produtos de origem natural promissores na substituição dos preservantes sintéticos, merece destaque o extrato pirolenhoso (EP), que já vem sendo utilizado no controle de pragas agrícolas.

A maior parte das pesquisas sobre a utilização desse extrato foram realizadas no Japão. No Brasil, as informações encontradas sobre esses produtos, são quase exclusivamente provenientes de apostilas fornecidas pela APAN (Associação dos Produtores de Agricultura Natural).

Apesar dos efeitos preconizados para o extrato pirolenhoso, existe escassez de informações científicas que possam dar suporte à utilização deste produto e à compreensão dos mecanismos pelos quais funciona.

Assim, este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência do extrato pirolenhoso como preservante em tratamentos de madeira, visando aumentar sua durabilidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EXTRATO PIROLENHOSO

O extrato pirolenhoso (EP), também conhecido como ácido pirolenhoso, líquido pirolenhoso ou vinagre de madeira, é obtido através da condensação da fumaça formada na queima da madeira durante a produção de carvão vegetal. O EP pode ser obtido a partir da queima de diferentes espécies vegetais, como bambu, eucalipto e pinus (MAEKAWA, 2002).

No Brasil, a produção de carvão vegetal destina-se apenas à obtenção do carvão comercial, sem a preocupação em aproveitar subprodutos. Segundo Brito (2000), poucas carvoarias ativas do Estado de São Paulo, produzem o extrato pirolenhoso.

Geralmente, esse produto é desprezado no processo e liberado no ambiente, causando poluição e desperdício. Porém, estudos demonstram que ele apresenta propriedades específicas, podendo servir para diversos fins.

Trata-se de um líquido de cor amarela a marrom avermelhada, composto por 80 a 90% de água e 10 a 20% de compostos orgânicos, dentre eles: ácido acético, ácido fórmico, alcoóis, acetonas, fenóis e alguns derivados de lignina.

Segundo ZANETTI (2004), o extrato pirolenhoso destilado e comercializado no Brasil pela empresa Biocarbo Ind. Com. Ltda., com sede em Itabirito-MG, contém 85% de água, além de fenol (0,2%), guaiacol (0,1%), cresol (0,1%), o-cresol (1,1%), siringol (1,0%), 4-metilsiringol (1,1%), 4-etilsiringol (0,6%), 4-alilsiringol (0,2%), ácido acético (5,1%), ácido propiônico (0,7%), ácido butírico (0,2%), ácido crotonico (0,1%), acetona (0,2%), acetado de metila (0,6%), 2-ciclopentadiona (0,1%), 3-propionato de etila (0,2%), furfural (0,1%), metanol (0,1%), acetoinpropilenoglicol (0,1%), álcool furfurílico (0,1%), cicloteno (0,4%), maltol (0,1%) e 5-hidroximetil-2-furfural (1,2%).

Pesquisas desenvolvidas no Japão e observações realizadas na prática revelam que o extrato pirolenhoso repele determinados tipos de pragas e previne algumas doenças, permitindo, inclusive, a diminuição na dosagem de defensivos (MIYASAKA et al.; 2001).

A utilização do EP, na agricultura brasileira teve início com a vinda do pesquisador Guinji Suguiura, do Wood Carbonization Laboratory do Forestry and Forest Product Research Institute do Japão, em 1998, a convite da Associação dos Produtores de Agricultura Natural-APAN.

Segundo Miyasaka et al. (2001), o extrato pirolenhoso bruto não deve ser utilizado na agricultura sem ser purificado para eliminar o alcatrão, que é solúvel logo após a obtenção do produto. A purificação pode ser realizada industrialmente por destilação sob vácuo ou artesanalmente via decantação, mantendo-se o produto em repouso por tempo superior a 100 dias. Tal repouso promove a separação em três fases: a fase superior, que contém óleos leves, a inferior composta pelo alcatrão, que se precipita durante o período de repouso, e a fase central que é o extrato pirolenhoso apropriado para ser usado na agricultura, após as diluições indicadas para cada caso.

O EP pode ser utilizado para diversos fins na agricultura. Diluída em água, a solução funciona como um bio-estimulante em culturas como soja, café e na fruticultura (laranja, caqui, maracujá, etc).

Como fertilizante orgânico já foi avaliado para culturas de arroz, sorgo e batata doce (ALVES, 2006 citando TSUZUKI² et al 2000.; ESECHIE³ et al.;1998; SHIBAYAMA⁴ et al.;1998). O EP pode também ser usado como desinfestante de solo, nematicida e fungicida (ALVES, 2006 citando DORAN⁵ 1932; CUADRA⁶ et al., 2000; NUMATA⁷ et al.,1994).

Segundo Miyasaka et al. (2001), o EP diluído em água, em concentrações variando de 5 a 20 mL L⁻¹, quando aplicado ao solo, melhora seus atributos físicos e

² TSUZUKI, E.; MORIMITSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.66, n.4, p.15-16, 2000.

³ ESECHIE, H.A.; DHALIWAL, G.S.; ARORA, R.; RANDHAWA, N.S.; DHAWAN, A.K. Assessment of pyroligneous liquid as a potential organic fertilizer. In: Ecological agriculture and sustainable development, 1997, Chandigarh, India. **Proceedings...** Chandigarh: Center of Research in rural and Industrial Development, 1998, v.1, p. 591-595.

⁴ SHIBAYAMA, H.; MASHIMA, K.; MITSUMORI, M.; ARIMA, S. Effects of application of pyroligneous acid solution produced in Karatsu city on growth and free sugar contents of storage roots of sweet potatoes. **Marine and Highland Bioscience Center Report**, Phukel, v.7, p.15-23. 1998.

⁵ DORAN, W.L. Acetic acid and pyroligneous acid in comparison with formaldehyde as soil disinfectants. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.44, n.7, p.571-578, 1932.

⁶ CUADRA, R.; CRUZ, X.; PEREIRA, E.; MARTIN, E.; DIAZ, A. Algunos compuestos naturales con efecto nematicida. **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, v.24, n.15, p.31-37, 2000.

⁷ NUMATA, K.; OGAWA, T.; TANAKA, K. Effects of pyroligneous acid (wood vinegar) on the several soilborne diseases. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, Omagary, v.5, n.41, p.107-110, 1994.

químicos, proporciona aumento da população de microrganismos benéficos, como actinomicetes e micorrizas e, portanto, favorece a disponibilização de nutrientes para as plantas.

De acordo com estudos realizados por Maekawa (2002), o EP, quando aplicado na diluição 1-10 vezes, controla as ervas daninhas e melhora o crescimento da cultura subsequente. Na diluição de 20 a 30 vezes, esteriliza o solo e nas diluições de 50 a 200 vezes é indicado para problemas sanitários de raízes. O autor descreve ainda que, quando usado nas diluições de 300 a 400 vezes, o EP mostra-se eficiente no controle de pragas e patógenos, devendo, preferencialmente, ser misturado a outros extratos de plantas.

O extrato pirolenhoso tem sido comercializado para o controle de pragas na produção orgânica (ENCARNAÇÃO, 2001) e, em hipótese, apresenta propriedades inseticidas (MIYASAKA et al., 1999).

O EP é uma ferramenta eficaz para a sanidade e a boa produtividade das culturas orgânicas, sem a aplicação de agrotóxicos. Na cultura do feijão irrigado, o produto elimina a presença do fungo *Fusarium*, e na do café, controla a larva do "bicho mineiro", nesse caso sendo 40% mais barato que os métodos convencionais (FAPEMIG, 2002).

Segundo Saigusa (2002), o efeito ativador ou inibidor do EP sobre os organismos vivos depende de sua concentração. O autor descreve que, a fim de controlar os danos causados por ataque de insetos, deve-se aplicar a solução de extrato pirolenhoso 2 ou 3 vezes ao mês por meio de pulverizações e, no caso de microrganismos, a solução tem efeito instantâneo e pouco duradouro. O EP é eficiente para recuperar a vitalidade e ao mesmo tempo fortalecer o sistema de defesa que existe na planta, reduzindo assim, o grau de danos causados por microrganismos.

Furtado et al. (2002) constataram, "in vitro", que o extrato pirolenhoso, na dose de 1 mL L⁻¹ inibiu totalmente o crescimento micelial de *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*, isolados de mudas de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), e também inibiu a germinação dos conídios de *B. cinerea* quando utilizado na proporção de 2,2; 3,1 e 4,3%, e nas doses de 1, 4 e 6 mL L⁻¹, respectivamente.

No entanto, para assegurar a eficácia do produto, é preciso garantir sua qualidade, que depende do método de obtenção e da madeira utilizada para queima, além de depender ainda do modo de preparo das soluções.

2.2 DEGRADAÇÃO DA MADEIRA POR FUNGOS

A madeira é um material composto por celulose, hemicelulose e lignina, portanto, trata-se de um alimento para um importante grupo de organismos extremamente ativos, os fungos. Dependendo da espécie florestal, fatores ambientais e tratamentos químicos ou físicos, os fungos podem ocupar toda a superfície de uma tora em menos de 48h (LEPAGE⁸, 1986 apud ZIGLIO, 2010).

Os fungos são os principais e mais importantes organismos xilófagos existentes em todo o mundo. São microrganismos que vivem de forma saprofítica – alimentando-se de elementos mortos, ou de forma parasítica - alimentando-se e crescendo a partir de substâncias de outros animais ou vegetais com quem vivem. São organismos eucariotos, heterotróficos constituídos por um corpo vegetativo, com diversas formas, que se propagam por meio de esporos que ao germinarem em condições favoráveis formam o micélio (SILVA, 2008).

Para o desenvolvimento e sua ação sobre a madeira, os fungos xilófagos necessitam de determinadas condições de temperatura e, principalmente, de umidade, caso contrário os esporos permanecem inativos na madeira.

De acordo com Silva (2008), a umidade considerada ótima para desenvolvimento dos fungos encontra-se entre 35 a 50%, tendo como limite inferior, cerca de 20% e superior de 175%. Ainda que a umidade seja considerada o fator mais importante, a temperatura também influencia o desenvolvimento dos fungos xilófagos, sendo o valor ótimo para o seu desenvolvimento situado entre 23 a 30°C, com mínimo sendo cerca de 4°C e máximo aproximadamente 41°C, morrendo a maioria dos fungos quando expostos a temperaturas superiores à 50°C.

Segundo Ziglio (2010), o ataque por fungos, na madeira, ocorre quando a umidade encontra-se acima de 20%, sendo considerada uma condição ótima para o desenvolvimento dos mesmos, que é o ponto de saturação das fibras. Tal ponto é

⁸ LEPAGE, E.S. Química da Madeira. In: LEPAGE, E.S. (Ed) **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1986.v.1.

atingido quando as paredes celulares se encontram completamente saturadas e o lúmen está isento de água livre. Citando Mendes; Alves⁹ (1958), indica como pH ótimo para o desenvolvimento dos fungos encontra-se ente 4,5 a 5, que é o pH da madeira da maioria das espécies madeireiras. O valor mínimo e máximo do pH para o desenvolvimento de fungos é, respectivamente, 2,0 e um pouco acima de 7,0.

Outros fatores com menor influência são: a acidez do substrato, a composição do mesmo, o seu potencial reprodutor e a área de distribuição.

O processo de degradação da madeira ocorre em etapas graduais e contínuas, dependendo do tipo de microrganismo. O primeiro estágio, denominado incipiente, ocorre quando o microrganismo penetra superficialmente na madeira, dando início a colonização liberando enzimas. No estágio intermediário, já se observa mudanças evidentes na coloração e textura da madeira, mas sua estrutura permanece intacta. No estágio avançado, o último, a madeira já está completamente desestruturada (ZIGLIO, 2010).

2.3 PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

Nenhuma espécie madeireira, nem mesmo aquelas de reconhecida durabilidade natural são capazes de resistir, indefinidamente, às intempéries, variações das condições ambientais, ataque de microrganismos e ação do próprio homem (OLIVEIRA; TOMAZELLO; SILVA, 2005).

Segundo os mesmos autores, por ser um material de natureza orgânica e no estado em que é normalmente utilizada, a madeira já não apresenta vida, portanto, é a parte morta de um vegetal. Assim, está sujeita à próxima etapa da seqüência natural de qualquer ser vivo: a deterioração. Esse processo pode ser acelerado pelos agentes físicos, químicos e biológicos, atuando em conjunto ou separadamente na madeira.

A preservação de madeira, ou tratamento da madeira é a aplicação de produtos químicos, processo e métodos adequados a cada espécie de madeira, que tem como finalidade, garantir a preservação de suas características físicas e

⁹ MENDES, A.S.; ALVES, M.V.S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília, IBDF. 1988. 57p.

mecânicas, contra os agentes provocadores da decomposição sejam eles físicos, químicos ou biológicos; ampliando assim seu tempo de vida útil. O eucalipto após o tratamento preservativo pode ter a vida útil superior a 20 anos, porém, em alguns casos supera a 40 anos de vida (FAQ, 2010).

Segundo Silva (2008), a aplicação de produtos preservativos na madeira pode ser feita por processos não industriais ou por meio de processos industriais.

Os processos industriais baseiam-se em métodos artificiais (fundamentalmente técnicas de vácuo-pressão), permitindo um maior controle da quantidade de produto absorvido pela madeira. Este tipo de sistema inclui todos os métodos que utilizam a autoclave.

Os processos não industriais baseiam-se na propriedade da madeira de absorver o produto, sendo a quantidade de produto absorvido irregular e não controlável. Como exemplo, temos os processos de imersão simples, pincelamento, pulverização, substituição de seiva, banho quente-frio.

No método de imersão as madeiras são mergulhadas em recipientes de tratamento contendo o produto preservador adequado, à temperatura ambiente, durante o tempo considerado necessário para se conseguir a penetração e as absorções desejadas. O tratamento termina com a secagem da madeira para evaporação do solvente. O método de imersão para peças de madeira pode ser realizado de forma rápida ou prolongada. A imersão rápida é geralmente recomendada nos casos em que a probabilidade de ataque por fungos seja muito pequena ou se houver a certeza de que a madeira não se encontrar ainda infestada por insetos. A imersão prolongada consegue obter uma penetração maior, sem que esta seja, todavia, diretamente proporcional aos tempos de tratamento (SILVA, 2008).

O autor ressalta que o método de imersão rápida é relativamente vantajoso aos processos de pulverização e pincelagem, uma vez que se consegue maior contato entre as superfícies da peça a proteger e o produto protetor.

A escolha do produto preservante e do método, dependerá do tipo de madeira e do uso final da mesma (ABPM, 2010).

O tratamento comumente utilizado é o químico, no qual ocorre a fixação de elementos preservativos na madeira, tornando-a mais resistente à ação de fungos e insetos (brocas e cupins), principalmente se a madeira ficar em contato direto com a água ou com o solo.

De acordo com Silva (2008), os produtos preservadores de madeiras diferenciam-se em função da sua natureza química, de suas propriedades físicas e de seu grau de toxicidade em relação aos agentes xilófagos. De um modo geral o preservante deve obedecer a um certo número de condições fundamentais:

- Exercer uma ação tóxica, inibitiva ou repulsiva, em relação aos agentes biológicos destruidores da madeira;
- Possuir uma boa eficácia protetora ao longo do tempo, de acordo com as condições de exposição da madeira tratada;
- Possuir uma grande facilidade de impregnação na madeira por procedimento adequado;
- Não alterar as propriedades da madeira tendo em vista o futuro uso da mesma.

Além disso outras propriedades importantes devem ser consideradas, sendo muitas vezes determinantes na escolha do tipo de produto a utilizar, tais como:

- Odor e coloração residual da madeira tratada;
- Ação corrosiva para os metais;
- Degradação eventual de plásticos;
- Ser compatível com colas e produtos de acabamento;
- Toxicidade para o homem, animais ou plantas;
- Não aumentar a inflamabilidade da madeira.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Energia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - Campus São João Evangelista.

A cidade de São João Evangelista está localizada na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub bacia do Suaçuí Grande), região Leste do Estado de Minas Gerais.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é Aw – Clima Tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão (SOUZA et al., 2003). A temperatura média é 20,1°C com mínima de 15°C e máxima de 26,1°C, o índice pluviométrico anual é de 1081 mm (PROCÓPIO, 2008).

3.1 PRODUTO PRESERVANTE

O EP foi obtido de carvoarias na região de Peçanha-MG, a partir da carbonização da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. com o uso de um condensador (GONÇALVES, et al.; 2010), através de um Trabalho de Conclusão de Curso, por alunos do Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura, doado para o IFMG - Campus São João Evangelista.

O EP permaneceu em decantação por tempo superior a 100 dias, dentro de recipiente de plástico de 50L, mantido tampado. Para o processo de tratamento foi usada as fases do líquido: superior (óleos leves) e intermediária (EP), estando este em estado bruto.

3.2 ESPÉCIE MADEIREIRA E PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA

A espécie madeireira utilizada foi o *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., com aproximadamente 2 anos, apresentando maior concentração de alburno, sendo o corte realizado no campus do IFMG-SJE. Foram abatidas duas plantas, tendo sido utilizado da base até 3 metros de altura para confecção dos corpos de base.

A madeira foi seccionada em toras de 1m de comprimento (Figura 1a), postas para secar ao ambiente. Após um período de quinze (15) dias, foram confeccionados, na marcenaria do campus, os corpos-de-prova, nas dimensões – 1,1 x 2,4 x 4,4cm, em espessura, largura e comprimento, respectivamente (aproximado).

Foi obtido o peso úmido dos corpos-de-prova, e em seguida realizada a secagem do mesmo ao ambiente, por 24h, e posteriormente em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 100°C, durante 26h30min.

Os corpos de prova foram retirados da estufa, e acondicionados em dessecador por 19h, sendo então, realizada a pesagem para obtenção da massa seca (madeira seca), possibilitando assim calcular o teor de umidade. Foi calculada a umidade em base seca a partir da EQUAÇÃO 1:

(Equação 1)

$$U\% = \left(\frac{M_i - M_s}{M_s} \right) \times 100$$

Onde: U% = teor de umidade em base seca;

M_i = massa inicial (antes da secagem);

M_s = massa seca (obtida após secagem em estufa).

Em seguida foram submetidas ao tratamento (Quadro 1) pelo produto preservante (Figura 1b).

Tratamento	Método
T1	Testemunha (sem tratamento)
T2	Imersão por 24h
T3	Imersão por 48h
T4	Imersão por 72h

Quadro 1- Tratamentos utilizados

Fonte: Os autores



Figura 1 – Madeira de *E. cloeziana* a) em toras; b) Corpos-de-prova em tratamento com Extrato Pirolenhoso.

3.3 ORGANISMO XILÓFAGO E MEIO DE CULTURA

A espécie de fungo utilizado foi o *Ganoderma applanatum* P. Karst, obtido por isolamento direto a partir de basidiocarpos presentes em cerne de plantas vivas de *Delonix regia* Bojer ex Hook.

Para o preparo de um litro de meio de cultura BS (batata-sacarose) para isolamento do fungo utilizou-se caldo do cozimento de 200 g de batata e 10 g de sacarose, sendo o volume completado para um litro. A esterilização do meio de cultura foi realizada em autoclave à 127°C, por 20min, no Laboratório de Água, do Campus.

A inoculação do fungo no meio de cultura foi feita, em condição de assepsia, transferindo fragmentos de basidiocarpos para meio de cultura em recipientes do tipo Erlen-Meyer (Figura 2a). A incubação do fungo teve duração de 40 dias.

3.4 APODRECIMENTO ACELERADO EM LABORATÓRIO

Para manter a umidade durante o teste foi utilizado solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico peneirado e seco em estufa a 90°C durante 24h. O solo foi obtido no campus do IFMG.

Os frascos utilizados para acondicionamento dos corpos de prova durante a condução do experimento eram de polipropileno (PP) atóxico, com altura de 5,5cm, circunferência 30 cm (aproximadamente) e capacidade de 250ML. Os frascos foram esterilizados com solução de álcool etílico a 70%.

Após a secagem, em cada frasco, foi adicionado 100 cm³ de substrato, correspondente a $\frac{3}{4}$ (três-quartos) da altura do recipiente, sendo este umedecido com 80mL de água. Utilizaram-se pedaços de madeira de *Cecropia hololeuca* Miq (Embaúba), como alimento para o fungo, devido ao fato dessa madeira ser de fácil degradação (Figura 2b).

Com o término do período incubação (40 dias), a cultura fúngica foi fragmentada com o auxílio de uma espátula de aço, possibilitando a retirada de partes da cultura de fungo (inóculo), para ser inoculada na madeira de embaúba (alimentador). Logo após a inoculação do alimentador foi colocado um corpo de prova sobre o mesmo e em seguida adicionado 0,2 mL de meio de cultura BS sobre o corpo de prova. Posteriormente os frascos foram tampados, identificados e acondicionados na câmara de incubação, no Laboratório de Sementes, a uma temperatura de 25°C, por um período de 120 dias no escuro (Figura 2c).

Transcorridos os 120 dias, foi realizada a remoção do micélio, com auxílio de escovas de cerdas macias, para não ocorrer perdas de massa. Os corpos-de-prova foram então, levados à estufa para a secagem a 105°C por 24h. E então retirados e resfriados no dessecador, por 20min, e assim realizada a pesagem para obtenção da massa seca.



Figura 2 – a) Cultivo de incubação do fungo durante o experimento; b) Frascos contendo o substrato e fragmentos de *Cecropia hololeuca* (Embaúba); c) Incubadora

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido com quatro (4) tratamentos e dezoito (18) repetições. Os tratamentos utilizados encontram-se no Quadro 1. O delineamento utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Foram obtidos os valores de massa seca antes e após o tratamento, podendo assim obter a porcentagem de perda de massa, através da Equação 2:

$$PM (\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100 \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde: PM (%) = Perda de massa em percentagem;

m_1 = Massa seca (g), antes do tratamento e antes da biodeterioração;

m_2 = Massa seca (g), após tratamento e após a biodeterioração.

Para classificar a resistência da madeira do *Eucalyptus cloeziana*, ao apodrecimento em ensaio acelerado de laboratório utilizou-se a norma ASTM¹⁰ D 2017/ 81 (1984, apud Oliveira et al., 2005), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da resistência ao apodrecimento em ensaio acelerado

Perda de massa média (%)	Classe de Resistência Natural de Espécies Madeireiras
0-10	Altamente resistente
11-24	Resistente
25-44	Moderadamente resistente
≥45	Ligeiramente resistente ou não resistente

Fonte: ASTM D 2017/81 (1998, apud Oliveira et al.;2005)

Os resultados de porcentagem de perda de massa obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Fisher, a 5% de significância; utilizando o programa Microsoft Excel (2000) e o pacote estatístico Saeg (1993). Foi realizada análise de regressão linear para verificar a influência do tempo de imersão em extrato pirolenhoso na porcentagem de perda de massa.

¹⁰ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Annual book of A.S.T.M. Standards. Philadelphia: 1984. v.4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os valores médios em porcentagem da perda de massa da madeira de *E. cloeziana*, submetidas à ação do fungo *Ganoderma applanatum* no período de 120 dias.

Tabela 2. Valores de Perda de massa em (%) para o *E. cloeziana*

Tratamento	Perda de massa (%)
T1 - Testemunha	5,5184
T2	5,2164
T3	3,2594
T4	2,6059

Fonte: Os autores

Considerando a perda de massa da testemunha, não tratada, a madeira de *E. cloeziana* pode ser classificada como altamente resistente de acordo com a norma ASTM D2017/81, por apresentar perda de massa inferior a 10%.

Esse resultado é verificado na literatura, onde vários estudos apontam desempenho semelhante da madeira de *E. cloeziana*, inclusive para outras espécies de fungos apodrecedores.

Oliveira; Tomazello; Silva (2005) ao avaliar a resistência de sete espécies de eucalipto, dentre eles o *E. cloeziana*, à ação do fungo *Gloeophyllum trabeum* encontraram valores semelhantes para esta espécie, com perdas de massa média de 2,8% (inferiores a 10%). No entanto a espécie foi uma daquelas com menor resistência ao apodrecimento.

Oliveira; Hellmeister (1998), apontam que em alguns casos a madeira de árvores jovem, pode apresentar resistência baixa por ser desprovida de grandes teores de extrativos tóxicos aos organismos xilófagos.

No presente estudo, porém esta relação não foi observada, já que a madeira testada era proveniente de alburno e provavelmente apresentou reduzida perda de massa devido a sua densidade elevada. De acordo com Oliveira; Hellmeister (1998), a densidade do *E. cloeziana* é bastante uniforme, com um valor inicial de densidade,

em média de 700 a 750 g/dm³, até próximo de 30mm da medula, elevando-se para 900 g /dm³ em média, no restante do raio, também não apresentando grande diferença para o alburno.

Alonso, et al. (2007) ao avaliar a perda de matéria seca pela ação do fungo *Ganoderma* sp., em cavacos de *E. saligna*, em processo de degradação acelerada *in vitro*, aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a incubação, encontraram perda superior a 21%, mas os cavacos haviam sido imersos em solução nutriente por 24h antes de serem colocados em contato com o fungo apodrecedor.

Morais; Costa (2007) avaliaram o ataque do fungo *Ganoderma applanatum* Pers. P. Karst, causador da podridão-branca, em diferentes posições na árvore - topo, meio, base, sobre o *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus pilularis* Smith, e constataram que ambas são resistentes.

No Gráfico 1, encontram-se os valores médios de perda de massa, para cada tratamento. Pode-se observar que os corpos-de-prova que apresentaram maior biodeterioração pelo fungo *Ganoderma* sp. foram aqueles do T1 – Testemunha, porém não foi verificada diferença estatística para as porcentagem de perda de massa do T2. A perda de seis repetições do T1 pode ter interferido nesse resultado, colaborando para a ocorrência de menor perda de massa média, e conseqüentemente a não diferenciação do T2.

Os tratamentos T1 e T2 diferiram do T3 e T4, que não diferiram entre si.

A menor porcentagem de perda de massa da madeira ocorreu no tratamento de imersão mais prolongado (T4 - Imersão por 72h), porém este não diferiu do tratamento T3 (Imersão por 36h), o que indica uma estagnação da penetrabilidade do produto preservante, após um certo período.

A porcentagem de perda de massa em função do tempo de imersão em EP foi explicada por um modelo do tipo:

$$Y = \beta_0 - \beta_1 X$$

Onde: Y= Perda de peso (%);

X= Tempo de imersão (h).

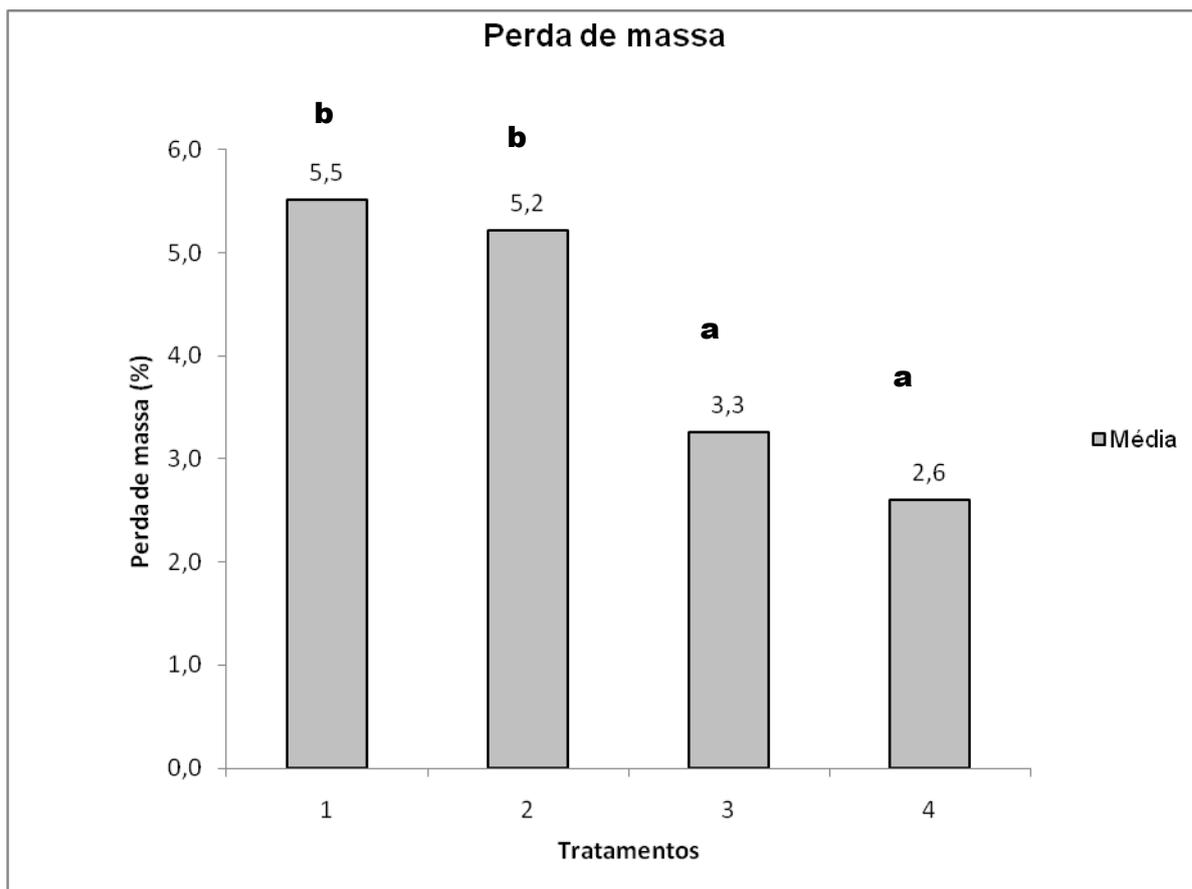


Gráfico 1. Análise de perda de massa de *E. cloeziana* submetidas a inoculação do fungo *Ganoderma applanatum*: Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste Fisher, a 5% de significância.

Fonte: Os autores

A equação, $Y=5,7542 - 0,0446X$, apresentou um coeficiente de determinação (R^2) elevado, sendo o valor de R^2 igual a 0,9243, o que significa que 92,43% da variação de Y (porcentagem de perda de massa) é explicada pela variação de X (Tempo de imersão), indicando assim um ajuste adequado da equação (Figura 3).

O Coeficiente de Correlação de Pearson ($r = - 0,9614$), indica uma correlação forte e inversamente proporcional, ou seja, à medida que se aumenta o tempo de imersão, diminui a porcentagem de perda de massa.

Assim a equação explica o fenômeno em estudo, uma vez que ao se aumentar o tempo de tratamento (imersão), ocorre redução nas perdas de massa da madeira de *E. cloeziana*.

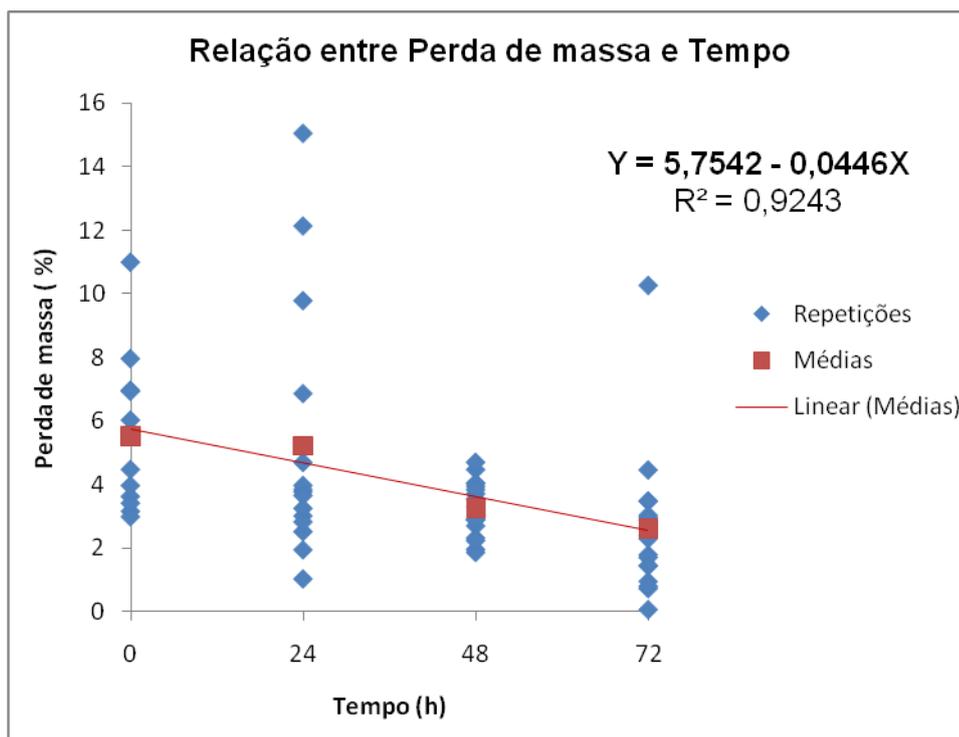


Figura 3 – Regressão linear para a perda de massa (%) em função do tempo de tratamento (h).

O desenvolvimento micelial do fungo nos corpos-de-prova variou de acordo com o tratamento aplicado. Também ocorreu variação de desenvolvimento micelial nos corpos-de-prova dentro de um mesmo tratamento, o que está relacionado à variação de porcentagem de perda de massa entre as repetições de um tratamento.

Observando as Figura 4 e 5, nota-se o desenvolvimento do fungo, nos corpos-de-prova nos tratamentos avaliados. Na figura 4, tem-se as repetições que apresentaram maior desenvolvimento do fungo; observa-se que o tratamento T1-Testemunha foi onde ocorreu o maior desenvolvimento micelial entre todos os tratamentos considerados. A ausência de produto preservante, extrato pirolenhoso, favoreceu o crescimento micelial e conseqüentemente a degradação da madeira.

Quando, se compara o T3 e o T4, não se observa diferença do desenvolvimento do fungo. Inferindo, que apesar de permanecer por um período de tempo menor, o T3 inibiu de forma semelhante ao T4, o desenvolvimento do fungo em estudo. Tal fato corresponde à análise estatística, onde não houve diferença significativa entre as médias de perda de massa, para o T3 e o T4. Isso indica que a quantidade de preservante absorvida no T3, durante as 48h de imersão dos corpos-de-prova, conferiu proteção similar à madeira quando comparado com o T4, onde o tempo de imersão foi de 72h.



Figura 4 – Maior desenvolvimento do fungo *Gonoderma applanatum*. nos corpos-de-prova em cada tratamentos testados.

Na Figura 5, foram observadas as repetições, que apresentaram menor desenvolvimento do fungo. Aparentemente, não houve grande desenvolvimento do mesmo. Esse fato pode estar relacionado com a capacidade de sobrevivência do fungo, sua preferência para a madeira de embaúba, ou outro fator como variação da própria madeira.

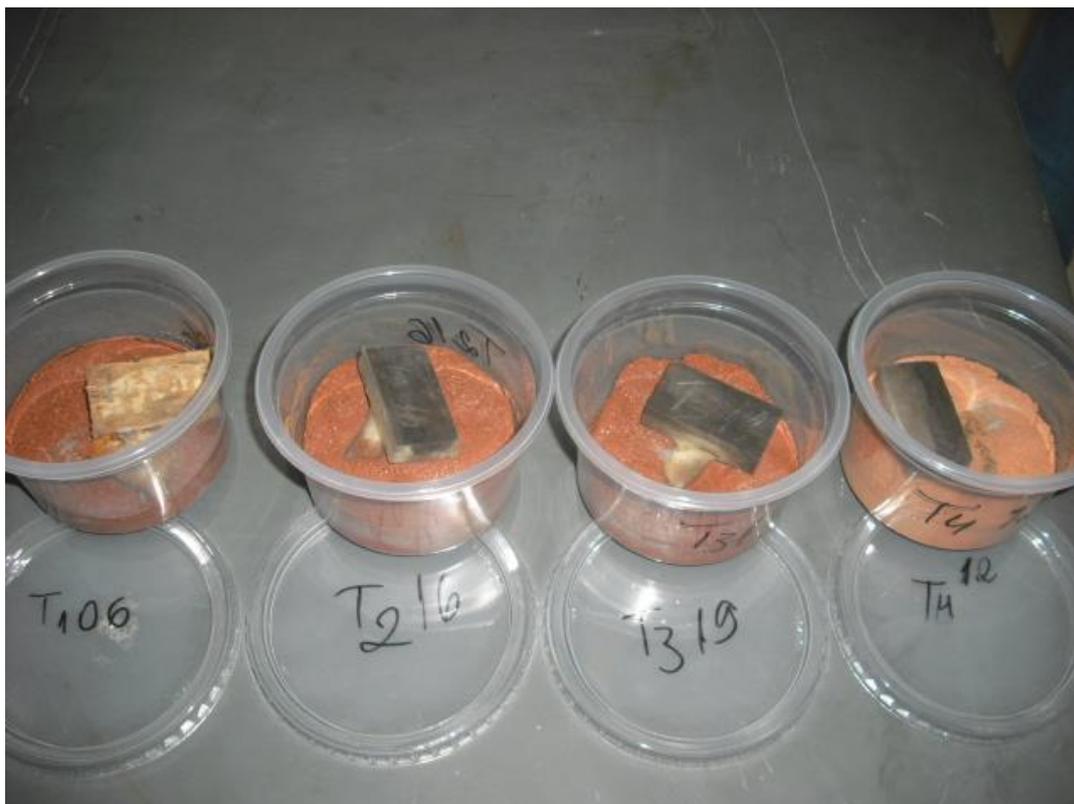


Figura 5 – Menor desenvolvimento do fungo *Gonoderma applanatum*, nos corpos-de-prova em cada tratamentos testados.

Observou-se que o EP é efetivo em promover a redução da degradação biológica da madeira pelo fungo em estudo, apresentando potencial para utilização como preservante de madeira.

Segundo Ferraz¹¹ (2004, apud Silva, et al; 2010), a perda de massa por espécies de eucalipto, quando inoculados com os fungos causadores de podridão branca, ocorre pela utilização da celulose, hemicelulose e lignina como fonte de energia para estes microrganismos.

Estudos realizados por Kartal¹², et al. (2004 apud BRAND, et al; 2006), usando como preservantes de madeira, compostos fenólicos resultantes da obtenção de um biocombustível, constataram que esse agente protetor em madeira de *Pinus* sp., demonstra ser efetivo na prevenção de ataque de fungos de podridão

¹¹ Ferraz, A.L. Fungos decompositores de materiais lignocelulolíticos. In: Espósito, E.; Azevedo, J.L. (Eds.). **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EducS, 2004. p.213-242.

¹² KARTAL, S. N.; IMAMURA, Y.; TSUCHIYA, F.; OHSATO, K. Preliminary evaluation of fungicidal and termiticidal activities of filtrates from biomass slurry fuel production. **Bioresource Technology** (Article in press), 2004.

parda. Porém, infelizmente o teor de vanilina, ácido láctico e acético promoveu o ataque de cupins.

Apesar disso, os autores concluíram que com uma boa separação desses compostos, este preservante de compostos fenólicos resultantes da obtenção de um biocombustível, ou outros produtos similares podem ter futuro como preservantes de madeiras.

Voda¹³; et al. (2003 apud BRAND, et al; 2006) observaram que compostos fenólicos, feniléteres e aldeídos aromáticos atuam como inibidores do desenvolvimento de fungos manchadores e de podridão parda.

O Extrato Pirolenhoso no presente trabalho alterou a coloração da madeira, deixando-a preta; o que pode ser devido à presença de alcatrão na solução. O que indica que o método de separação (decantação) não tenha sido eficiente.

Mesmo assim, dependendo da finalidade de uso da madeira, este fator não é suficiente para desqualificá-lo como preservante para tratamentos de madeira, como por exemplo, para mourões e postes.

Mesmo com esses resultados, necessita-se de mais estudos para comprovar a eficiência do EP, além de identificar qual o método mais apropriado a ser utilizado, para avaliar melhor as características deste produto como preservante de madeira, uma vez que não se deve avaliar somente a ação inibitiva aos agentes xilófagos.

¹³ VODA KARMEN, BOJANA BOH, MARGARETA VRTACNIK, FRANC POHLEVEN. Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oil compounds on the white-rot *Trametes versicolor* and the brown-rot *Coniophora puteana*. **International Biodeterioration and biodegradation**, v. 51, p. 51-59.2003

5 CONCLUSÕES

Com a realização do presente trabalho, pode-se concluir que:

- O Extrato Pirolenhoso teve efeito inibitório sobre a ação do fungo *Ganoderma applanatu.* em madeiras de *E. cloeziana*;
- O EP alterou a coloração da madeira, desqualificando-o como um bom produto preservante para uso em madeira para interiores;
- Há a necessidade da realização de mais estudos referentes à ação do produto, além do método mais apropriado, que expressem as qualidades essenciais de um preservante para madeira.

REFERÊNCIAS

ABPM. Associação Brasileira de Preservadores de Madeira. **O que é preservação de madeira**. Disponível em: < <http://www.abpm.com.br/>>. Acesso em: novembro de 2010.

ALONSO, S. K.; SILVA, A. G.; KASUYA, M. C. M.; BARROS, N. F.; CAVALLAZZI, J. R.P.; BETTUCCI, L.; LUPO, S; ALFENAS, A. C.; Isolamento e seleção de fungos causadores da podridão branca da madeira em florestas de *Eucalyptus* spp. com potencial de degradação de cepas e raízes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.145-155, 2007.

ALVES, M. Considerações Gerais: Fino de Carvão e Extrato Pirolenhoso. In: **Impactos da utilização de Fino de Carvão e Extrato Pirolenhoso na Agricultura**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. São Paulo. 2006. cap.1. p 1-7.

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

BRITO, J. O. **Pró-carvão**: relatório sobre a cadeia produtiva de carvão vegetal e lenha do Estado de São Paulo. SINCAL/FCESP/SEBRAE, 2000.

COSTA, T. C. **Atividade mutagênica em bacia hidrográfica influenciada por sítio de contaminação de solos**. Dissertação (Mestre em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Rio Grande do Sul. 2010.

ENCARNAÇÃO, F. Redução do impacto ambiental na produção de carvão vegetal e obtenção do ácido pirolenhoso como alternativa para proteção de plantas. Relato de experiência. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.2, n.4, p.20-23, 2001.

FAQ. TM **Tratamento de Madeira**. Disponível em: <<http://www.tmtratamento.com.br/?acao=faq>>. Acesso em: novembro de 2010.

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

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

FAPEMIG. Tecnologia mineira transforma fumaça em fertilizantes e alimentos. **Revista Minas Faz Ciência.** n.11. 2002. Disponível em: <<http://revidta.fapemig.br/materia.php?id=182>>. Acesso em: novembro de 2010.

FURTADO, G. R.; PEREIRA, R. T. G.; ZANETTI, R.; SOUZA-SILVA, A. Efeito do ácido pirolenhoso *in vitro* sobre isolados de *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, suplemento, v.27, p.112, 2002.

GONÇALVES, F. G.; SILVA, A. G.; FERRARO, A. C.; COSTA, N. M. N.; SOUZA, R.; TOSATO, A.. Captação de líquido pirolenhoso da carbonização da madeira de *Eucalyptus cloeziana* em forno rabo quente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.2,p.232-237, 2010.

LYLE, J. T. **Regenerative design for sustainable development.** Tradução de M. A. Sattler em formade apostila. New York: John Wiley & Sons, 1994.

MAEKAWA, K. **Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural).** 2002. Apostila.

MICROSOFT EXCEL. Microsoft Corporation. Versão 7. 2000.

MIYASAKA, S; OHKAWARA, T.; UTSUMI, B. Controle alternativo de pragas: fumaça e carvão como valiosas armas para a agricultura orgânica. **Boletim Agro-Ecológico**, Botucatu, v.3, n.14, p.17, 1999.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M. N. Técnicas de produção e uso de fino de carvão e licor pirolenhoso In: **I ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS:** Controle ecológico de pragas e doenças. Resumos...Botucatu, SP, p.161-176, 2001.

MORAIS, F.; COSTA, A.. Alteração da cor aparente de madeiras submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v.2, n.1, p.44-50, 2007.

OLIVEIRA, J. T.; TOMASELLHO, M., SILVA, J. C. Resistência natural de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.9, p. 993-998, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELIMEISTER, J. C. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/194—São Paulo: EPUSP, 1998. 45p.

PROCÓPIO, A. L. F. **Portalsjevangelista**: Site criado para São João Evangelista-MG, como fonte de informação, lazer e cultura. Disponível em: <http://www.portalsjevangelista.com/dados_gerais.asp>. Acesso em: novembro, 2010.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**. Viçosa: UFV. Fundação Arthur Bernardes. Versão 5.0. 1993

SAIGUSA, T. **Aplicação de extrato pirolenhoso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural)**. 2002. Apostila.

SILVA, G. A.; MARINO, R. H. LOPES, M. E. G; ALMEIDA, T.A., COSTA, A. C. F; MARTINS, M. V. G. Avaliação do potencial de degradação de fungos causadores de podridão branca. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.2, p.225-231, 2010.

SILVA, J. P. A. G. **Especificações de tratamentos de preservação para elementos de madeira**. Dissertação (*Mestrado Integrado em Engenharia Civil*) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. Balanço hídrico e caracterização climática de Guanhães, Nova Era e Rio Doce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, SBA, UFSM, 2003. v 2. p.131-132.

ZANETTI, M. **Uso de sub-produtos da fabricação de carvão vegetal na formação do porta-enxerto de limoeiro cravo em ambiente protegido**. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ZIGLIO, A. C. **Uso da capsaicina como preservante de madeiras ao ataque de fungos apodrecedor**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais. Área de concentração: Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, São Paulo, 2010.80p.