



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa
Brasil

da Silva Oliveira, José Tarcísio; Chagas de Souza, Leonardo; Della Lucia, Ricardo Marius; de Souza
Júnior, Wagner Patrício

Influência dos estrativos na resistências ao apodrecimento de seis espécies de madeira

Revista Árvore, vol. 29, núm. 5, setembro-outubro, 2005, pp. 819-826

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829517>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

INFLUÊNCIA DOS EXTRATIVOS NA RESISTÊNCIA AO APODRECIMENTO DE SEIS ESPÉCIES DE MADEIRA¹

José Tarcísio da Silva Oliveira², Leonardo Chagas de Souza³, Ricardo Marius Della Lucia⁴ e Wagner Patrício de Souza Júnior⁵

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da extração da madeira de seis espécies, quatro nativas (candeia, cedro, cerejeira e jacarandá-caviúna) e duas exóticas (*E. citriodora* e *E. gummifera*), em diferentes solventes, na resistência ao apodrecimento causado pelo fungo da podridão-parda *Gloeophyllum trabeum*. O material foi ensaiado na forma de serragem, em face da maior facilidade para os procedimentos de extração. Dentre os resultados, pode-se destacar a baixa perda de massa ocorrida na madeira de cedro (*Cedrela fissilis*), evidenciando sua elevada resistência natural ao fungo testado e, ainda, à incapacidade dos solventes utilizados na retirada de compostos que conferem resistência ao apodrecimento. As madeiras de candeia (*Vanillosmopsis erythropappa*), cerejeira (*Amburana cearensis*), jacarandá-caviúna (*Machaerium scleroxylon*) e de eucaliptos (*Corymbia citriodora* e *Eucalyptus gummifera*) também apresentaram elevada resistência natural, em função da baixa perda de massa ocorrida, quando expostas ao fungo *G. trabeum*. Essas madeiras, quando totalmente extraídas, apresentaram elevados valores de perda de massa. No que diz respeito ao material extraído por diferentes solventes de forma isolada, observou-se, na candeia, que o solvente mais eficiente na retirada de substâncias que conferem resistência ao apodrecimento foi o diclorometano. Com relação ao cedro, o mais eficiente foi o metanol. Na cerejeira, por meio da mistura de etanol/tolueno retiraram-se mais substâncias, ao passo que no jacarandá-caviúna foi o metanol. Nas madeiras de eucaliptos, o metanol foi mais eficiente na retirada de componentes tóxicos ao fungo utilizado neste estudo, devendo destacar ainda, no *E. gummifera*, a eficiência da água quente na retirada de tais compostos. No *C. citriodora*, os valores de perda de massa, em razão das extrações em água fria, em água quente, em diclorometano e ao natural (não-extraída), foram muito baixos.

Palavras-chave: Extrativos, durabilidade natural, *Gloeophyllum trabeum* e madeiras.

INFLUENCE OF EXTRACTS IN DECAY RESISTANCE OF SIX WOOD SPECIES

ABSTRACT – In this work, the wood of six indigenous and two exotic species, previously extracted with different solvents, was exposed to the fungus *Gloeophyllum trabeum*, with the objective of determining which solvent was most efficient in removing the substances responsible for their resistance to decay. The samples were reduced to sawdust and extracted with cold and hot water, with a mixture of ethanol/toluene, dichloromethane, and methanol, and also totally extracted with hot water with ethanol-toluene and ethanol. After extraction, the samples were inoculated with the fungus, inside a plastic container. The results showed the remarkable

¹ Recebido em 13.02.2004 e aceito para publicação em 10.08.2005.

² Departamento de Engenharia Rural da UFES, Caixa Postal 16, 29500 Alegre-ES.

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, Viçosa-MG.

⁴ Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

⁵ Engenheiro Florestal - Tubominas - Elói Mendes-MG.

resistance of *Cedrela fissilis* wood, even after total extraction, as evidenced by its low mass loss; the solvents were unable to remove the substance or substances that confer that durability. Non-extracted *Amburana cearensis*, *Vanillosmopsis erythropappa*, *Machaerium scleroxylon* and eucalypts (*Corymbia citriodora* and *Eucalyptus gummifera*) showed their typical resistance; when totally extracted, however, their mass loss was very high. As regarding individual solvents, in *V. erythropappa* and eucalypts, dichloromethane was the most efficient in removing the substance responsible for resistance. *C. citriodora* wood showed a low mass loss when it was extracted with cold and hot water, dichloromethane and natural (not extracted). Wood of *A. cearensis* extracted with the mixture ethanol/toluene had the most severe weight loss, while in *M. scleroxylon* the most efficient solvent was methanol.

Key words: Extractives, natural durability, *Gloeophyllum trabeum* and woods.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais propriedades das madeiras é a sua maior ou menor suscetibilidade em ser atacada por organismos xilófagos. Dentre estes, destacam-se os fungos apodrecedores. Madeiras que apresentam elevada durabilidade natural a esses organismos podem ser destacadas por um alto grau de nobreza, conferindo-lhes um amplo espectro de utilização e, conseqüentemente, tornando-as mais valorizadas no mercado. Sabe-se que o grau de resistência aos agentes biológicos é muito variável entre as madeiras, sendo um grande número destas caracterizadas por apresentarem elevada resistência ao ataque de insetos e de fungos apodrecedores.

Com relação ao apodrecimento causado pela atuação de enzimas produzidas pelos fungos, Seabright (1995) afirmou que estas são produzidas a partir de vários biocatalizadores, em que cada uma dessas substâncias desenvolve funções específicas, como a aceleração ou controle das reações bioquímicas. Esses biocatalizadores são macromoléculas de proteínas com estrutura supermolecular definida, contendo um centro ativo. A hifa secreta enzimas destruidoras de celulose, quebrando a estrutura cristalina por expansão intermolecular, resultando na clivagem de algumas ligações de hidrogênio e co-valentes. Várias outras enzimas agem também sinergisticamente, quebrando e degradando a celulose não cristalizada em cadeias oligoméricas mais curtas e em unidades de celobiose (duas unidades de anidro-glicose), chegando, finalmente, a simples monômeros de glicose, que podem ser digeridos pelas hifas. Pode-se afirmar que a quebra enzimática consiste basicamente na transformação dos componentes insolúveis da madeira, em produtos solúveis, e em seguida em compostos químicos simples, capazes de

serem metabolizados. Segundo Oliveira et al. (1986), esse processo pode ser relativamente rápido, demonstrando, assim, a eficiência dos fungos xilófagos em degradar substratos lignocelulósicos.

Entre os fungos responsáveis pelo apodrecimento da madeira, destaca-se a classe dos basidiomicetos, na qual se encontram os fungos responsáveis pela podridão-parda e pela podridão-branca, que possuem características enzimáticas próprias, quanto à decomposição dos constituintes primários da madeira. Os primeiros decompõem os polissacarídeos da parede celular, e a madeira atacada apresenta uma coloração residual pardacenta. Os últimos atacam, indistintamente, tanto os polissacarídeos quanto a lignina. Nesse caso, a madeira atacada adquire um aspecto mais claro. Segundo Santos (1992), a madeira sob ataque de fungos apresenta alterações na composição química, redução da resistência mecânica, diminuição de massa, modificação da cor natural, aumento da permeabilidade, redução da capacidade acústica, aumento da inflamabilidade, diminuição do poder calorífico e maior propensão ao ataque de insetos, comprometendo, dessa forma, a sua qualidade e inviabilizando a sua utilização para fins tecnológicos.

A durabilidade natural das madeiras é conferida pelos seus componentes secundários, que na maioria das vezes se apresentam em pequenas proporções, mas podem, em algumas espécies, atingir valores bastante elevados como os encontrados por Oliveira e Della Lucia (1994), ao determinarem os teores de extrativos de 27 espécies de madeiras. Esses componentes, denominados extrativos, podem ser retirados da madeira por água e solventes orgânicos, como etanol, acetona, diclorometano, metanol e etanol/tolueno, entre outros, ou mesmo por volatilização. Os extrativos que conferem

durabilidade à madeira são normalmente formados durante a transformação do alburno em cerne, sendo de caráter fenólico e polifenólico, que se acumulam nos lumens e paredes das células, resultando, na maioria das vezes, numa coloração escura do cerne.

A quantidade e a qualidade dos extrativos são bastante variáveis de espécie para espécie. As variações nos teores dessas substâncias são evidentes entre indivíduos dentro de uma mesma espécie, variando do cerne mais interno para o recém-formado, sendo mais efetivo neste último. Também, quanto aos tipos de solventes, os quais solubilizam os extrativos de caráter fungicida e inseticida nas madeiras de elevada durabilidade natural, são amplamente variáveis e dependentes das espécies.

Schultz et al. (1995), ao estudarem a importância dos extrativos na durabilidade da madeira, procuraram identificar os componentes responsáveis pela resistência ao apodrecimento do cerne de *Maclura pomifera*, uma folhosa dos Estados Unidos. Nesse estudo, os referidos autores concluíram que a elevada durabilidade dessa madeira é conferida por elevadas quantidades de compostos, como oxireveratrol e dihidromorim. Anteriormente, Wang et al. (1984), estudando os efeitos dos extrativos na resistência ao apodrecimento dessa espécie, comprovaram a perda de massa e a redução da resistência da madeira a quatro espécies de fungos apodrecedores, após a extração com álcool benzeno, metanol e água, indicando, ainda, que certos extrativos inibem o crescimento desses fungos, que são mais solúveis em metanol.

A influência dos extrativos sobre a resistência ao apodrecimento da madeira foi investigada de forma bastante intensiva pelos pesquisadores Deon et al. (1980). Nesse estudo, os extrativos de seis espécies tropicais foram testados, verificando-se a influência destes para duas espécies de fungos causadores da podridão-parda e outras duas de podridão-branca. O estudo indicou que a durabilidade natural da maioria das madeiras pode ser atribuída aos extrativos.

Kamdern (1994) estudou o apodrecimento em blocos de *Populus tremuloides* ("aspen"), uma folhosa americana de baixa durabilidade natural, impregnados com extrativos solúveis em metanol retirados do cerne de *Robinia pseudoacacia* ("black locust"), *M. pomifera* ("osage orange"), *Sequoia sempervirens* ("red wood") e *Instsia bijuga*. O referido autor concluiu que os extratos

em metanol de algumas madeiras duráveis são tóxicos a alguns organismos xilófagos, e o fungo da podridão-parda (*Gloeophyllum trabeum*) foi mais tolerante que o da podridão-branca (*Pleurofus astreatus*). Esse mesmo autor citou que, numa retenção inferior a 2%, os blocos de madeira de *P. tremuloides* tratados com extrato de madeira durável exibiram uma perda de massa de 25 e a 10% de retenção, sendo a perda de massa da madeira de 5% para o fungo da podridão-parda e insignificante para o da podridão-branca. Verificou-se que os extratos em metanol do cerne de *I. bijuga*, seguidos por *M. pomifera* e *R. pseudoacacia*, foram os mais efetivos.

Em face da importância dos extrativos na durabilidade natural da madeira, este estudo teve como objetivo verificar o efeito da extração, por diferentes solventes das madeiras de candeia (*Vanillosmopsis erythropappa*), cedro (*Cedrela fissilis*), cerejeira (*Amburana cearensis*), jacarandá-caviúna (*Machaerium scleroxylon*), eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora*) e *Eucalyptus gummifera*, sobre a resistência ao apodrecimento causado pelo fungo *Gloeophyllum trabeum* em ensaio acelerado de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécies Estudadas

Neste estudo foram utilizadas seis espécies de madeira, sendo quatro nativas e duas exóticas, como apresentado no Quadro 1.

As madeiras nativas foram obtidas no comércio de Viçosa, MG, e as de eucaliptos, provenientes de árvores adultas implantadas na Silvicultura, Campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Quadro 1 – Relação das espécies estudadas
Table 1 – List of studied species

Nome Vulgar	Nome Científico
Candeia	<i>Vanillosmopsis erythropappa</i> Schult. Bip.
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.
Cerejeira	<i>Amburana cearensis</i> (Allem.) A. C. Sm.
Jacarandá-caviúna	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.
Eucalipto citriodora	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson
Eucalipto gumifera	<i>Eucalyptus gummifera</i> Hochr.

2.2. Extração da Madeira

As extrações em água fria e em água quente foram conduzidas de acordo com os procedimentos da norma “American Society for Testing and Materials” – ASTM D-1110-94 (1994). A extração em diclorometano seguiu a ASTM D-1108-94 e a extração em etanol/tolueno 1:2, a ASTM D-1107-94, substituindo, nesse caso, o benzeno pelo tolueno. A extração em metanol não prescrita em normas, foi conduzida como descrito pela ASTM D-1107-94. A extração total seguiu os procedimentos da ASTM D-1105-94.

2.3. Ensaio de Apodrecimento Acelerado

As madeiras de candeia, cedro, cerejeira, jacarandá-caviúna, eucalipto citriodora e eucalipto gumífera constituíram sete tratamentos, ou seja: (i) madeira extraída em água fria; (ii) madeira extraída em água quente; (iii) madeira extraída na mistura etanol/tolueno 1:2; (iv) madeira extraída em metanol; (v) madeira extraída em diclorometano; (vi) madeira livre de extrativos; e (vii) madeira não extraída ou natural, todas submetidas ao apodrecimento acelerado em laboratório ao fungo *Gloeophyllum trabeum*. Neste estudo foram seguidas as orientações da Norma D-2017 (ASTM, 1994), porém com a madeira sendo ensaiada na forma de serragem produzida em moinho do tipo Wiley, a qual passou por uma peneira de 40 “mesh” e ficou retida em uma de 60 “mesh”, com o tempo de duração do ensaio de 16 semanas. Com a utilização de quatro repetições por tratamento e por espécie, o ensaio de apodrecimento acelerado de laboratório foi conduzido de acordo com a metodologia testada e descrita por Oliveira et al. (1994) e classificada como o descrito pela ASTM D – 2017(1994) (Quadro 2).

Quadro 2 – Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (ASTM D – 2017)

Table 2 – *Classes of wood resistance to wood-destroying fungi (ASTM D – 2017)*

Classes de Resistência	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Muito resistente	0 - 10	90 - 100
Resistente	11 - 24	76 - 89
Resistência moderada	25 - 44	56 - 75
Não-resistente	>45	<55

Fonte: ASTM (1994).

2.4. Avaliação dos Resultados

Para comparar o efeito de cada solvente na extração de substâncias que conferem resistência natural ao apodrecimento pelo fungo *Gloeophyllum trabeum*, as madeiras das seis espécies foram submetidas a seis diferentes extrações (Quadro 3), além de serem testadas ao natural, constituindo, assim, sete tratamentos para cada espécie, com quatro repetições por tratamento.

Para a realização das análises estatísticas, os resultados da perda de massa, obtidos em porcentagem, foram transformados em arco-seno [raiz quadrada (perda de massa/100)], uma vez que estes não seguiram um padrão de distribuição normal. Na análise e avaliação dos resultados foi empregado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solubilidade total e em outros cinco diferentes solventes para as espécies de madeira deste estudo está representada no Quadro 3.

No Quadro 3, evidenciam-se os diferentes graus de solubilidade total e dos diferentes solventes nas seis madeiras deste estudo. Torna-se importante destacar os diferentes valores de solubilidade encontrados nas duas espécies de eucalipto e também os valores relativamente baixos obtidos na madeira de cedro. Deve-se enfatizar que, provavelmente, mais importante que a quantidade dessas substâncias secundárias é a sua qualidade, ou seja, o seu poder de atuação como agente biocida na madeira.

Quanto aos componentes extraídos pelos solventes utilizados no Quadro 3, sabe-se que a água fria extrai substâncias como gomas, taninos, açúcares e corantes, enquanto água quente, além de extrair as substâncias anteriores, extrai os amidos; já a mistura etanol/tolueno na proporção 1:2 solubiliza ceras, gorduras, resinas e óleos, além de outros componentes; ao passo que os éteres, como o diclorometano, também medem o teor de graxas, resinas e óleos.

Os valores médios da perda de massa ou do apodrecimento provocado pelo fungo *Gloeophyllum trabeum* nas seis espécies de madeira, nos diferentes tratamentos, são apresentados na Figura 1.

Quadro 3 – Solubilidade de seis espécies de madeiras**Table 3** – Solubility of six wood species

Espécies	Solubilidade* (%)					
	H ₂ O _F	H ₂ O _Q	Et/t	ME	DICL	TOT
Candeia (<i>Vanillosmopsis erythropappa</i>)	3.2	5.8	8.5	9.4	5.1	10.9
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	2.4	3.6	3.0	4.6	1.8	5.6
Cerejeira (<i>Amburana cearensis</i>)	10.8	17.4	17.8	20.6	9.1	26.8
Jacarandá-caviúna (<i>Machaerium scleroxylon</i>)	4.2	8.9	15.4	16.3	11.6	17.6
Eucalipto (<i>Corymbia citriodora</i>)	8.0	11.3	12.1	13.9	2.9	16.0
Eucalipto (<i>Eucalyptus gumifera</i>)	3.1	5.1	4.0	5.3	1.1	6.9

* Respectivamente em água fria, em água quente, em etanol/tolueno, em metanol, em diclorometano e totalmente livre de extrativos.

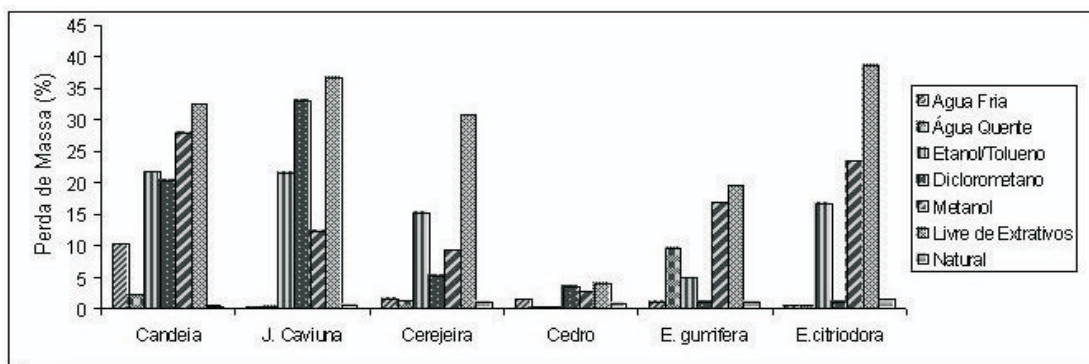


Figura 1 – Valores médios da perda de massa provocada pelo fungo *Gloeophyllum trabeum* nas seis espécies de madeira, nos diferentes tratamentos.

Figure 1 – Mean values of mass loss caused by *Gloeophyllum trabeum* fungus in six wood species on different treatments.

Como apresentado na Figura 1, as espécies tiveram uma grande variação no seu comportamento perante a exposição ao fungo *Gloeophyllum trabeum*. Dentre as madeiras analisadas, deve ser destacada a perda de massa relativamente baixa do cedro, mesmo quando submetida à extração aos solventes utilizados, os quais não conseguiram extrair compostos químicos relacionados à sua resistência ao apodrecimento. A baixa perda de massa obtida para a madeira de cedro, submetida à extração total, pode estar relacionada à metodologia empregada, que constituiu de uma combinação de sequência de extração em água quente, etanol/tolueno e, finalmente, em etanol.

Assim como no cedro, as demais madeiras, quando não foram extraídas com algum tipo de solvente, ou seja, ao natural (não-extraída), apresentaram perda de massa relativamente baixa, quando submetidas ao fungo *G. trabeum*. Após as extrações parcial e total, as madeiras

de candeia, jacarandá-caviúna, cerejeira e das duas espécies de eucalipto apresentaram substancial queda na resistência ao apodrecimento quando submetidas ao fungo empregado. Nessas madeiras, observou-se que a extração total foi a responsável pela maior perda de massa, como era esperado, uma vez que os solventes constituintes deste tratamento, na forma isolada, também foram responsáveis pelas consideráveis perdas de massa para essas madeiras. A efetividade dos demais tratamentos ou solventes em retirar compostos químicos responsáveis pela resistência ao apodrecimento causado pelo fungo *G. trabeum* foi variável nas diferentes espécies de madeira.

Uma melhor visualização das diferenças ocorridas entre os tratamentos das seis madeiras, quanto à perda de massa provocada pelo fungo *G. trabeum*, encontra-se no Quadro 4.

Quadro 4 – Valores médios da perda de massa, em porcentagem, de seis espécies de madeira ao natural e submetidas à extração por diferentes solventes

Table 4 – Mean values of mass loss (%) for six wood species in natural condition and extracted by different solvents

ESPÉCIES	Tratamentos*						
	H ₂ O _F	H ₂ O _Q	Et/t	MET	DICL	TOTAL	NATURAL
Candeia	10,15 B ¹ (1,62) ²	2,03 C (0,54)	21,82 AB (9,39)	20,39 AB (8,50)	27,91 A (11,78)	32,50 A (2,26)	0,33 C (0,23)
Cedro	1,32 BC (0,76)	0,11 D (0,09)	0,14 D (0,10)	3,55 AB (2,34)	2,67 AB (0,23)	4,06 A (1,01)	0,82 CD (0,59)
Cerejeira	1,64 D (0,34)	1,14 D (0,39)	15,36 B (7,84)	5,32 CD (0,90)	9,26 BC (5,04)	30,74 A (9,10)	1,11 D (0,63)
J.-caviúna	0,18 C (0,19)	0,42 C (0,09)	21,71 AB (10,50)	33,01 A (12,22)	12,26 B (3,06)	36,68 A (10,87)	0,58 C (0,37)
<i>C. citriodora</i>	0,63 C (0,22)	0,64 C (0,47)	16,67 B (4,95)	23,40 B (1,52)	1,12 C (0,22)	38,70 A (13,77)	1,34 C (0,56)
<i>E. gummifera</i>	0,98 C (0,30)	9,70 AB (3,09)	5,00 B (2,29)	16,88 A (4,11)	1,01 C (0,70)	19,50 A (6,21)	1,10 C (0,41)

*- Respectivamente em água fria, água quente, etanol/tolueno, metanol, diclorometano, totalmente livre de extrativos e não-extraída.

¹- Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²- Valores entre parênteses são desvios-padrão.

No Quadro 4, observam-se diferenças significativas na perda de massa quando as madeiras foram extraídas com os diferentes solventes. Na madeira de candeia não houve diferença significativa entre os tratamentos relativos à extração em água quente e a madeira não-extraída, indicando que a água quente não foi capaz de retirar algum tipo de substância que pudesse conferir resistência ao fungo *G. trabeum*. Apesar de a mistura etanol/tolueno retirar maior proporção de substâncias responsáveis pela resistência ao apodrecimento que a água fria e o metanol, os resultados da perda de massa não diferiram entre si. Observou-se, ainda, que nos tratamentos em que a madeira foi extraída com diclorometano e metanol, na mistura de etanol/tolueno, e a madeira livre de extrativos apresentaram perdas de massa iguais, evidenciando a eficiência destes solventes na retirada de substâncias responsáveis pela resistência ao apodrecimento pelo fungo utilizado.

Apesar da baixa perda de massa ocorrida na madeira de cedro (ASTM, 1994), em todos os tratamentos houve diferenças significativas entre estes. Os tratamentos em que as madeiras foram submetidas ao apodrecimento ao natural, extraídas em água quente e em etanol/tolueno, não apresentaram diferenças significativas quanto à perda de massa. Os tratamentos em que a madeira foi extraída totalmente, em diclorometano e em metanol, tiveram as maiores perdas de massa, as quais não diferiram entre si.

Com relação à madeira de cerejeira, os tratamentos em que a madeira foi extraída em água fria, em água quente e em metanol apresentaram resultados estatisticamente iguais aos da madeira ao natural, indicando que esses solventes não foram eficientes para extrair as substâncias que conferem resistência ao apodrecimento. Os solventes mais eficazes na extração de compostos que conferem resistência ao apodrecimento foram o diclorometano e a mistura etanol/tolueno, que não diferiram entre si, mas sim do tratamento em que a madeira sofreu extração total.

Na madeira de jacarandá-caviúna, as perdas de massa da madeira submetida à extração em água fria, em água quente e da madeira ao natural, não apresentaram diferença significativa, e esses valores de perda de massa foram baixos, conforme ASTM D-2017 (1994). A madeira totalmente extraída e a extraída em etanol/tolueno e em metanol não apresentaram diferenças de perda de massa, destacando-se nesses casos uma eficiente remoção de substâncias que conferem resistência pelo apodrecimento ao fungo *G. trabeum*.

Quanto ao eucalipto citriodora, as perdas de massa sofrida pela madeira submetida às extrações em água fria, água quente, diclorometano e ao natural (não-extraída) foram muito baixas (ASTM D-2017) e não diferiram entre si. Já a perda de massa sofrida pela madeira totalmente extraída foi elevada, com diferença significativa em relação aos valores da perda de massa

obtidos da madeira extraída pela mistura etanol/tolueno e em metanol. Nesses casos, observou-se uma considerável retirada de compostos responsáveis pela resistência dessa madeira ao fungo apodrecedor utilizado.

Em relação aos efeitos dos extrativos solúveis em metanol, no apodrecimento da madeira de eucalipto citriodora, proveniente de árvores de 17 anos, implantadas na região de Viçosa, MG, Reis (1973) encontrou de 11,1% de extrativos em metanol, na madeira proveniente da base das árvores. Esse valor está próximo aos 13,9% encontrados na madeira em estudo.

Ao introduzir o extrato retirado da madeira de eucalipto citriodora no alburno de Jacarandá-do-Campo (*Platypodium elegans*) utilizada em seu estudo e submeter as amostras ao apodrecimento acelerado em laboratório, Reis (1973) encontrou valores de perda de massa de 5,2% provocado pelo fungo *Polyporus versicolor* e de 3,9% para o *Poria monticola*. Esses valores de perda de massa indicam o efeito inibitório dos extrativos solúveis em metanol de eucalipto citriodora e podem explicar o valor de perda de massa, quando tais extrativos foram retirados da utilizada no presente trabalho.

Quanto ao *E. gummifera*, observaram-se três grupos distintos de comportamento relativos à perda de massa da madeira. Madeira extraída em água fria, diclorometano e a não-extraída apresentaram valores de perda de massa baixos (ASTM D-2117) e não diferiram entre si. Comportamento estatístico semelhante foi observado na madeira tratada em água quente e na mistura etanol/tolueno, que apresentou valores intermediários de perda de massa. A madeira totalmente extraída, apesar de ter apresentado a maior perda de massa, foi estatisticamente igual aos valores encontrados na madeira extraída em água quente e metanol.

4. CONCLUSÕES

- Todas as madeiras estudadas podem ser consideradas naturalmente resistentes, quando submetidas a uma cultura pura do fungo *Gloeophyllum trabeum*.

- Na madeira de cedro, os solventes utilizados não foram capazes de retirar os componentes químicos responsáveis pela resistência ao apodrecimento causado pelo fungo testado.

- Das espécies estudadas, cada uma possui componente específico relacionado à sua resistência

natural ao apodrecimento, sendo esse componente solúvel em solventes distintos.

- A eficiência de cada solvente utilizado na remoção de extrativos responsáveis pela resistência natural ao apodrecimento causado pelo fungo *G. trabeum* foi dependente da espécie de madeira utilizada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1105). Standard test method for preparation of extractive-free wood. **Annual Book of ASTM standards: wood**. Philadelphia: 1994. v.0410, p. 185-186.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1107). Standard test method for alcohol-benzene solubility of wood. **Annual Book of ASTM standards: wood**. Philadelphia: 1994. v.0410, p. 189-190.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1108). Standard test method for dicloromethane solubles in wood. **Annual Book of ASTM standards: wood**. Philadelphia: 1994. v.0410, p. 191-192.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1110). Standard test method for water solubility of wood. **Annual Book of ASTM standards: wood**. Philadelphia: 1994. v.0410, p. 195-196.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1105). Standard method of accelerated laboratory test of natural resistance of woods. **Annual Book of ASTM standards: wood**. Philadelphia: 1994. v.0410, p. 324-328.
- DEON, G. et al. Influence des extraits naturels du bois sur la résistance à la pourriture. **Revue Bois et Forêts des Tropiques**, n.191, p.75-90, 1980.

- KAMDEM, D. P. Fungal decay resistance of aspen blocks treated with heartwood extracts. **Forest Products Journal**, v.44, n.1, p.30-32, 1994.
- OLIVEIRA, A M. F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.1. p.99-256.
- OLIVEIRA, J. T. S.; DELLA LÚCIA, R. M. **Teores de extrativos de 27 espécies de madeiras nativas do Brasil ou aqui introduzidas**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1994. 5p. (Boletim Técnico, 9).
- OLIVEIRA, J. T. S.; DELLA LUCIA, R. M.; LIMA, L. A. P. **Ensaio de apodrecimento acelerado de madeira na forma de serragem**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1994. 6p. (Boletim Técnico, 5).
- REIS, M. S. Variation in decay resistance of four wood species from Southeastern Brazil. **Holzforshung**, v.27, n.3, p.103-11, 1973.
- SANTOS, Z. M. **Avaliação da durabilidade natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill: Maiden em ensaios de laboratório**. 1992. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- SHULTZ, T. P. et al. Durability of angiosperm heartwood: the importance of extractives. **Holzforshung**, v.49, n.1, p.29-34, 1995.
- SEABRIGHT, D. Eating away at the woodwork. **Asian Timber**, v.14, n.3, p.46-47, 1995.
- WANG, S. et al. Variation in density and moisture content of wood and bark among twenty *Eucalyptus grandis*. **Wood Science and Technology**, v.18, p.97-112, 1984.