

**ENSAIO ACELERADO DE LABORATÓRIO DE CHAPAS OSB DE SERINGUEIRA
SUBMETIDAS AO ATAQUE DE FUNGOS APODRECEDORES**

**ACCELERATED LABORATORY TEST OF RUBBERWOOD ORIENTED STRANDBOARD EXPOSED
TO WOOD DECAY FUNGI**

Esmeralda Yoshico Arakaki Okino¹ Marcus Vinícius da Silva Alves² Divino Eterno Teixeira³
Mário Rabelo de Souza⁴ Marcos Antonio Eduardo Santana⁵ Cláudio Henrique Soares Del Menezzi⁶

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência natural de chapas de partículas orientadas (OSB) confeccionadas com partículas de *Hevea brasiliensis* Müll.Arg. aderidas com as resinas sintéticas uréia-formaldeído (UF) e fenol-formaldeído (FF), a 5% e 8%, expostas a fungos xilófagos em condições de laboratório. No ensaio acelerado de laboratório as amostras foram submetidas ao ataque dos fungos de podridão-parda *Gloeophyllum trabeum* (Pers. : Fr.) Murril, *Coniophora puteana* (Schumach. : Fr.) P. Karst., *Meruliporia incrassata* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill e também aos fungos de podridão-branca, *Fomes annosus* (Fr. : Fr.) Cooke, *Trametes versicolor* (L. : Fr.) Pilát, *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Bjerkandera fumosa* (Pers. : Fr.) P. Karst. e *Phanerochaete chrysosporium* Burds. Dentre os fungos de podridão-parda, o *Gloeophyllum trabeum* causou a maior perda de massa nos corpos-de-prova testados. Dentre os fungos de podridão-branca, *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium* e *Ganoderma applanatum* causaram as maiores perdas de massa, sem diferença significativa para o *Gloeophyllum trabeum*. A resina FF proporcionou maior resistência à ação dos fungos nas chapas OSB, o mesmo fato ocorrendo com o maior teor de resina. O fungo *Coniophora puteana* foi altamente sensível ao tipo de resina aplicado, enquanto o *Bjerkandera fumosa* demonstrou reduzida ação nas concentrações mais altas de ambas as resinas. O fungo *Fomes annosus* apresentou degradação insignificante para todos os tratamentos de chapas OSB.

Palavras-chave: durabilidade natural; fungos xilófagos; *Hevea brasiliensis*; OSB.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the natural durability of oriented strandboards (OSB) manufactured with strands of *Hevea brasiliensis* Müll.Arg. bonded with 5% and 8% of urea-formaldehyde (UF) and phenol-formaldehyde (FF) resins, exposed to xilophagous fungi under laboratory conditions. In accelerated laboratory test decay, samples of OSB were exposed to the following fungi: the brown-rot fungi *Gloeophyllum trabeum* (Pers. ex Fries) Murr., *Coniophora puteana* (Schumach. : Fr.)P. Karst., *Meruliporia incrassata* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill as well as the white-rot fungi *Fomes annosus* (Fr. : Fr.) Cooke, *Trametes versicolor* (L. : Fr.) Pilát, *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Bjerkandera fumosa* (Pers. : Fr.) P. Karst. and *Phanerochaete chrysosporium* Burds. Among the brown-rot fungi, the *Gloeophyllum trabeum* was the most aggressive, showing the highest loss of mass. *Trametes versicolor* and *Ganoderma applanatum* confirmed the preference for broadleaf species. All oriented strandboards at lower UF resin contents were more degraded by *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor*, *Ganoderma applanatum*, *Meruliporia incrassata*, *Coniophora puteana* and *Gloeophyllum trabeum*, with high rate of loss of mass. *Coniophora puteana* showed small loss of mass when FF resin was applied. *Bjerkandera fumosa* showed low loss of mass only at higher resin content. Oriented strandboards exposed to *Coniophora puteana* showed

1. Engenheira Química, MSc., Analista Ambiental do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, Av. L-4 Norte – SCEN, trecho 2, lote 4, bloco D, CEP 70818-900, Brasília (DF). esmeralda.okino@florestal.gov.br
2. Engenheiro Florestal, Ph.D., Gerente Executivo de Planejamento do Serviço Florestal Brasileiro – LPF, Av. L-4 Norte – SCEN, trecho 2, lote 4, bloco H, CEP 70818-900, Brasília (DF). marcus.alves@florestal.gov.br
3. Engenheiro Florestal, Ph.D., Analista ambiental do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, Av. L-4 Norte – SCEN, trecho 2, lote 4, bloco A, CEP 70818-900, Brasília (DF). divino.teixeira@florestal.gov.br
4. Físico, Ph.D., Analista ambiental do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, Av. L-4 Norte – SCEN, trecho 2, lote 4, bloco da engenharia, CEP 70818-900, Brasília (DF). mario.souza@florestal.gov.br
5. Químico, Ph.D., Analista ambiental do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, Av. L-4 Norte - SCEN, trecho 2, lote 4, bloco D, CEP 70818-900, Brasília (DF). marcos.santana@florestal.gov.br
6. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70919-970, Brasília (DF). cmenezzi@unb.br

Recebido para publicação em 6/02/2008 e aceito em 14/08/2009.

insignificant OSB degradation.

Keywords: natural durability; xilophagous fungi; *Hevea brasiliensis*; OSB.

INTRODUÇÃO

Em vista do crescente consumo de madeira reflorestada para painéis e produtos “engenheirados” em geral, faz-se necessária a melhoria da qualidade desses materiais, e o conseqüente aumento da vida útil.

Eaton e Hale (1993) afirmaram que a durabilidade da madeira depende das vias de acesso para os organismos se fixarem e de sua composição química. O acesso à penetração de fungo depende da natureza, distribuição e tamanho dos elementos celulares ou anatômicos da madeira, sendo os elementos axiais o principal meio, seguido pelos elementos radiais e tangenciais. Além desses elementos, há as barreiras naturais à penetração dos fungos, como as tiloses, pontuações, gomas e resinas. Os principais fatores químicos que influenciam a durabilidade natural da madeira são os próprios polímeros da parede celular e os extrativos presentes na forma de terpenos, e polifenóis condensados como quinonas, lignanas, taninos e estilbenos.

A madeira de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.), mesmo sendo altamente susceptível ao ataque de organismos xilófagos, tem sido estudada por vários pesquisadores. Jusoh e Kamdem (2001), ao testarem a madeira de seringueira com 30 anos de idade, obtiveram 61,8% de perda de massa para o fungo *Trametes versicolor* (sinôn. *Coriolus versicolor*) e 61,4% para o fungo *Gloeophyllum trabeum*, tendo classificado a madeira como não resistente. Hong *et al.* (1994) afirmaram que o alto teor de carboidratos (açúcares e amido) armazenados nas células de parênquima determina a alta susceptibilidade ao apodrecimento da madeira de seringueira, fato esse corroborado por Azizol e Rahim (1989). Yamamoto e Hong (1994) apresentaram dados para quatro fungos apodrecedores, dentre eles o *Coriolus versicolor*, que resultou em uma perda de massa de 42,5% e a conseqüente classificação da madeira como não resistente. Já Sujan *et al.* (1980) apresentaram os seguintes valores de perdas de massa para os fungos *Lenzites palisotii* (25,9%), *Ganoderma applanatum* (21,0%), *Trametes corrugata* (11,2%), *Polyporus zonalis* (9,7%), *Lentinus blepharodes* (7,7%), *Schizophyllum commune* (5,3%) e *Fomes senex* (3,3%).

Ainda são escassos os artigos que abordam a resistência a fungos apodrecedores de chapas OSB. Os dados de biodeterioração são mais restritos à madeira sólida e aos painéis convencionais do tipo chapas aglomeradas e compensadas. Okino *et al.* (2002) apresentaram os resultados de ensaio acelerado de laboratório para os fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor* em madeira sólida de seis clones de seringueira, chapas aglomerada e chapas de cimento-madeira confeccionadas com a madeira de seringueira. Tanto a madeira quanto as chapas aglomeradas foram classificadas como moderadamente resistentes enquanto as chapas de cimento-madeira não sofreram ataque. Okino *et al.* (2003) também testaram painéis “flakeboards” usando quatro clones de seringueira, os quais foram classificados como moderadamente resistentes quando expostos aos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*, resistentes ao *Ganoderma applanatum* e altamente resistentes ao *Neolentinus lepideus* (sinon *Lentinus lepideus*).

O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência natural de chapas de partículas orientadas (OSB) confeccionadas com partículas de *Hevea brasiliensis* Müll Arg. (H) aderidas com resinas sintéticas uréia-formaldeído (UF) e fenol-formaldeído (FF), a 5 e 8%, expostas a fungos xilófagos em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODO

Fungos empregados

Utilizaram-se os fungos de podridão-branca e os de podridão-parda relacionados na Tabela 1, todos pertencentes à coleção do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (LPF/SFB). A codificação dos tratamentos e dos fungos será abordada conforme descritos.

TABELA 1: Codificações e fungos usados no ensaio de apodrecimento em chapas OSB de seringueira.
 TABLE 1: Code used and fungi tested in laboratory bioassay for OSB rubberwood.

Descrição das chapas OSB de seringueira (H) e repetições	Resina (%)	Tipo resina
H5UF – 04 chapas	5	UF
H8UF – 04 chapas	8	UF
H5FF – 04 chapas	5	FF
H8FF – 04 chapas	8	FF
Códigos – Fungos de podridões ensaiados	Parda	Branca
GT – <i>Gloeophyllum trabeum</i> (Pers. : Fr.) Murril		√
CP – <i>Coniophora puteana</i> (Schumach. : Fr.) P. Karst.		√
MI – <i>Meruliporia incrassata</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill		√
FA – <i>Fomes annosus</i> (Fr. : Fr.) Cooke [sinôn. <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr. : Fr.) Bref.]	√	
TV – <i>Trametes versicolor</i> (L. : Fr.) Pilát	√	
GA – <i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	√	
BF – <i>Bjerkandera fumosa</i> (Pers. : Fr.) P. Karst.	√	
PC – <i>Phanerochaete chrysosporium</i> Burds.	√	

Ensaio acelerado de laboratório e obtenção de dados

A metodologia de ensaio acelerado de laboratório foi baseada na norma ASTM D 2017-05 (2005) e Okino *et al.* (2007) com pequenas modificações (ENCINAS; DANIEL, 1997; OKINO *et al.* 2009). A preparação do meio de cultura líquido consistiu na adição de cinco inóculos de 5 mm de diâmetro em erlenmeyer contendo 200 mL de meio malte líquido. O erlenmeyer foi mantido sob aeração por 24 h e depois transferidos para a incubadora por 30 dias à temperatura de $(26,7 \pm 1)^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $(70 \pm 4)\%$. Ao final desse período, a massa micelial com os esporos foi homogeneizada e 3 mL dessa suspensão foi adicionada em cada frasco de vidro de 150 mL, que continha a terra corrigida e a placa suporte, previamente esterilizada. Após essa operação, os frascos retornaram à incubadora, à temperatura de $(26,7 \pm 1)^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $(70 \pm 4)\%$, até que a placa suporte estivesse totalmente encoberta por micélio.

Corpos-de-prova condicionados a $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$, até massa constante, foram pesados, esterilizados e introduzidos assepticamente nos frascos de vidro preparados e inoculados. Após as 12 semanas de exposição aos fungos xilófagos, removeu-se o excesso de massa micelial da superfície dos corpos-de-prova, que foram estabilizados nas condições iniciais de $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$. A resistência das chapas OSB foi avaliada por meio da porcentagem da perda de massa, conforme norma ASTM D 2017-05 (2005), dada pela Tabela 2 abaixo.

TABELA 2: Classificação da resistência natural, segundo a norma ASTM D 2017-05.

TABLE 2: Decay resistance expressed as either weight loss or residual weight according to ASTM D 2017-05.

Perda de peso (%)	Peso residual (%)	Classe de resistência indicada para um fungo específico
0 a 10	90 a 100	Altamente resistente – AR
11 a 24	76 a 89	Resistente – R
25 a 44	56 a 75	Moderadamente resistente – MR
45 ou mais	Menos de 56	Pouco ou não resistente – NR

Delineamento experimental

Utilizaram-se as chapas confeccionadas por Okino *et al.* (2006) com “strands” médio de 0,70 x 20 x 70 mm de dimensão e uma mistura proporcional de dois clones, Tjir 16 e RRIM 600, de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.) para o ensaio acelerado de laboratório. Chapas de três camadas, na proporção de face/miolo de 50:50 e densidade nominal de 0,75 g/cm³, coladas com 5% e com 8% de resinas ureia-formaldeído (UF) e fenol-formaldeído (FF), perfazendo quatro tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 16 chapas. O clone Tjir 16 com 30 anos de idade estava em fase de abate e o clone RRIM 600 com 17 anos estava no auge da exploração de látex. Ambos os clones eram cultivados no estado de São Paulo.

O delineamento experimental quanto ao ensaio acelerado de laboratório constou da combinação de

duas porcentagens de resina (5% e 8%), dois tipos de resinas (UF e FF) e oito fungos (GT, CP, MI, FA, TV, GA, BJ e PC) totalizando 32 tratamentos. Foram utilizados três corpos-de-prova de cada uma das quatro chapas de repetições, perfazendo 12 corpos-de-prova por tratamento. Utilizaram-se placas suportes de alburno de *Cecropia* sp. para os fungos de podridão-branca e de *Pinus* sp. para os de podridão-parda.

Os resultados foram submetidos a uma análise de variância e os fatores que foram significativos pelo teste de F tiveram suas médias submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$). O software utilizado para a análise dos dados foi o “Statistical Program for Social Science (SPSS), versão 13.0 para “Windows”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise separada por teor e tipo de resina e espécie de fungo, os resultados foram os descritos nas Figuras 1, 2, e 3, em que as barras são as médias e as hastes em “T” a média $\pm 1,0$ desvio-padrão. A letra inserida em cada barra representa a separação de média em grupos pelo teste de Tukey.

Efeito da porcentagem de resina das chapas OSB no ataque de fungos

Os valores da Figura 1 mostram que os teores de resinas foram fatores significativos ao nível de 1% de significância, em que a maior proporção apresentou uma menor perda de massa, ou seja, a proporção de 5% apresentou perda de massa média de 19,26% e a de 8% de 13,37%.

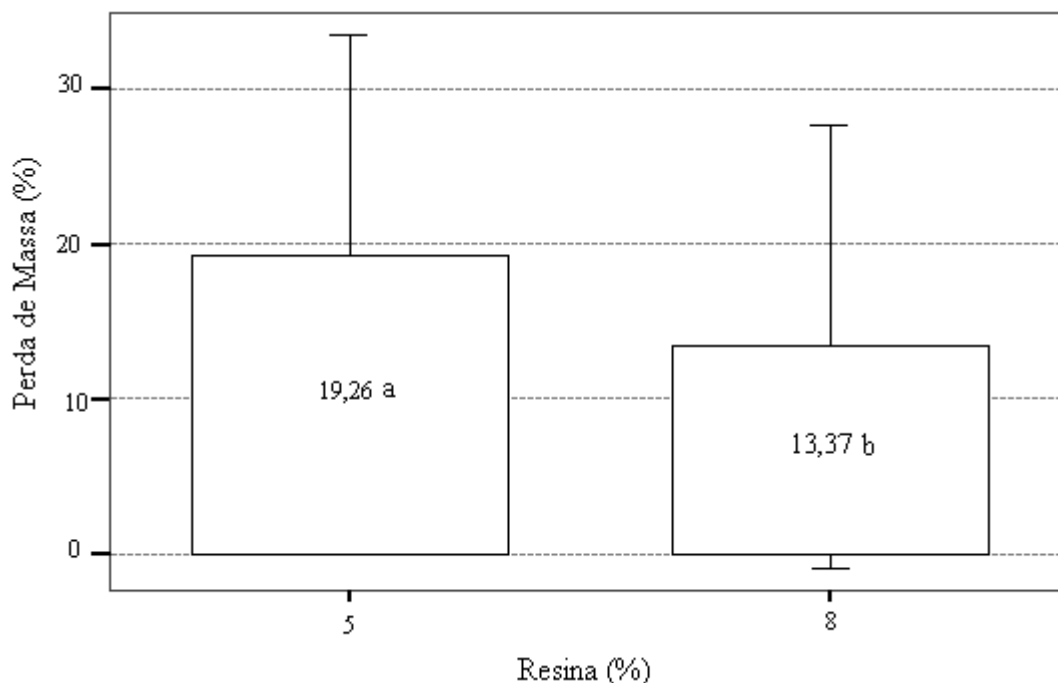


FIGURA 1: Efeito da porcentagem de resina nas chapas OSB de seringueira expostas aos fungos apodrecedores.

FIGURE 1: Effect of the resin content in rubberwood OSB exposed to decay fungi.

Efeito do tipo de resina nas chapas OSB no ataque de fungos

Pelos dados da Figura 2, percebe-se que o tipo de resina foi estatisticamente significativo ao nível de 1% de significância, em que a resina FF apresentou o menor valor de perda de massa médio (8,95%). Na verdade, as resinas FF interagem menos com a água ou umidade do ar, tornando-as mais resistentes à absorção e ao inchamento do que as ureicas, impedindo que as amostras atinjam o teor de umidade ideal ao crescimento e atuação dos fungos xilófagos. Por outro lado, Kartal e Green III (2003), afirmaram que as resinas ureicas não são resistentes à água, em que o inchamento das amostras proporciona maior acesso aos fungos às fibras da madeira. No entanto, Walther *et al.* (2007) relataram que a degradação por fungos de chapas coladas com resina fenólicas é tão severa quanto aquelas coladas com resina ureica.

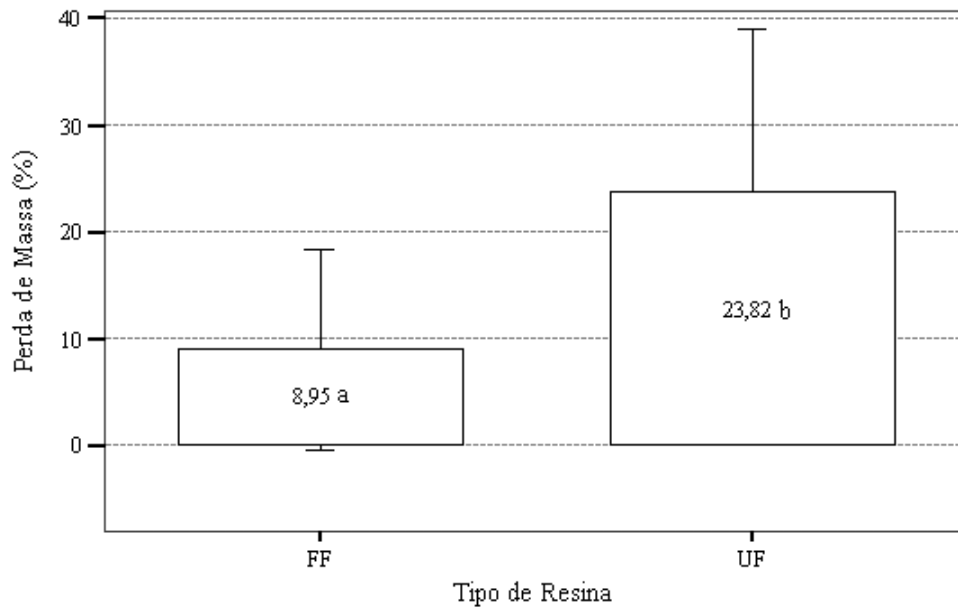


FIGURA 2: Efeito do tipo de resina em chapas OSB de seringueira quando exposto a diferentes tipos de fungos apodrecedores.

FIGURE 2: Effect of the type of resin in rubberwood OSB exposed to different types of decay fungi.

Efeito dos fungos nas chapas OSB

Os fungos exibiram comportamentos diferenciados ao nível de 1% de significância, apresentando três grupos homogêneos (Figura 3). O grupo de fungos que ocasionou a maior perda de massa média foi o *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Ganoderma applanatum* e *Gloeophyllum trabeum*, sem diferença significativa entre eles. O que ocasionou a menor perda foi o fungo *Fomes annosus*. Vale ressaltar que, apesar da maioria desses fungos serem de podridão-branca, o mais agressivo continua sendo o de podridão-parda.

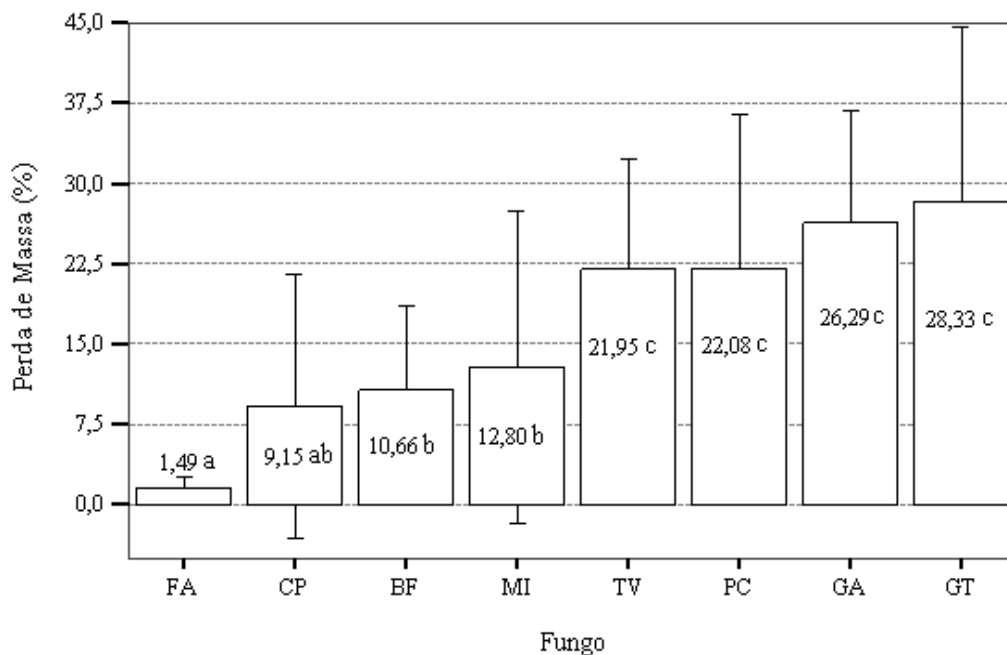


FIGURA 3: Efeito do comportamento de diferentes espécies de fungos testados em chapas OSB de seringueira submetidas ao ensaio acelerado de laboratório.

FIGURE 3: Effect of several fungi species in OSB exposed to accelerated laboratory assay.

Efeito das interações

A análise de variância das interações entre as porcentagens e tipos de resinas e os tipos de fungos, além desses fatores isolados estão apresentados na Tabela 3 e foram estatisticamente significativos a 1% de significância. Isso quer dizer que a perda de massa só é explicada por esse conjunto de fatores inter-relacionados.

TABELA 3: Análise de variância das interações entre porcentagens de resinas, tipos de resinas e fungos testados em chapas OSB de seringueira no ensaio acelerado de laboratório.

TABLE 3: Analysis of variance between-subjects effects in rubberwood OSB exposed to accelerated laboratory test.

Variável dependente: Perda de Massa (%)				
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado
Modelo corrigido	55230,954(a)	31	1781,644	60,642**
Intersecção	83783,438	1	83783,438	2851,767**
%Resinas	3151,536	1	3151,536	107,270**
Tipos Resinas	14231,752	1	14231,752	484,411**
Fungos	21440,796	7	3062,971	104,255**
%Resinas * Tipos Resinas	694,652	1	694,652	23,644**
%Resinas * Fungos	3492,092	7	498,870	16,980**
Tipos Resinas * Fungos	6711,666	7	958,809	32,635**
%Resinas * Tipos Resinas * Fungos	1614,553	7	230,650	7,851**

Em que: (a) $R^2 = 0,875$ (R^2 ajustado = 0,860). ** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Os resultados da porcentagem da perda de massa de amostras de OSB de seringueira, expostas aos fungos de podridão-parda e de podridão-branca no ensaio acelerado de laboratório estão expressos na Tabela 4.

As chapas OSB com 5% de resina UF, quando expostas ao ataque de fungos, apresentaram resistências variadas, sendo moderadamente resistentes (MR) aos fungos *Merulia incrassata*, *Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum*, resistentes (R) ao fungo *Bjerkandera fumosa* e altamente resistentes (AR) ao fungo *Fomes annosus*. Por sua vez, aquelas com 8% de resina UF foram classificadas como MR com relação aos fungos *Gloeophyllum trabeum*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum*, R ao fungo *Coniophora puteana* e AR aos fungos *Merulia incrassata*, *Fomes annosus* e *Bjerkandera fumosa*. Esses resultados indicam que o incremento de 3% no teor de resina UF proporcionou uma menor perda de massa, ou seja, as chapas se tornaram menos susceptíveis ao apodrecimento.

Analisando as chapas OSB com 5% de resina FF expostas ao ataque de fungos apodrecedores, obtiveram-se as seguintes classes de resistência: MR ao fungo *Phanerochaete chrysosporium*, R aos fungos *Merulia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Bjerkandera fumosa*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum* e AR aos fungos *Coniophora puteana* e *Fomes annosus*, por outro lado, com 8% de resina FF, a nova sequência foi R ao fungo *Ganoderma applanatum*, AR aos fungos *Merulia incrassata*, *Coniophora puteana*, *Fomes annosus*, *Gloeophyllum trabeum*, *Bjerkandera fumosa*, *Phanerochaete chrysosporium* e *Trametes versicolor*. Nota-se que as chapas OSB com 8% de resina FF apresentaram um comportamento homogêneo diante da maioria dos fungos testados, ressaltando o efeito inibidor do tipo de resina.

Os resultados da Tabela 4 mostram que as chapas OSB com 5 e 8% de resina UF foram classificadas como moderadamente resistentes, quando expostas aos fungos *Trametes versicolor* e *Gloeophyllum trabeum*. Essa mesma classe de resistência foi encontrada por Okino et al. (2002) cujo valor é a média de perda de peso dos clones RRIM 600 e Tjir 16 para a madeira de seringueira. Comparativamente à madeira sólida, o fungo *Trametes versicolor* apresentou certa inibição diante da resina UF das chapas OSB confeccionadas.

O teor de resina FF nas chapas OSB teve uma ação inibitória contra os fungos *Merulia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Bjerkandera fumosa*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum* sobretudo na concentração de resina mais elevada. Esse resultado era previsível, em

função do potencial biocida de compostos fenólicos.

TABELA 4: Perda de massa (%) de chapas OSB de seringueira expostas aos fungos testados.

TABLE 4: Loss of mass (%) of rubberwood OSB exposed to tested fungi.

Tratamentos	Perda de massa (%) e classe de resistência			
	<i>Merulia incrassata</i> Podridão-parda	Classe de resistência ASTM – D 2017-05	<i>Coniophora puteana</i> Podridão-parda	Classe de resistência ASTM – D 2017-05
H5UF	34,64 ± 13,50 hij	MR	29,74 ± 12,15 fghi	MR
H5FF	22,96 ± 12,77 defg	R	1,25 ± 0,95 a	AR
H8UF	7,86 ± 4,28 ab	AR	23,49 ± 7,47 defg	R
H8FF	2,63 ± 0,52 a	AR	2,44 ± 0,35 a	AR
Tratamentos	<i>Gloeophyllum trabeum</i> Podridão-parda	Classe de resistência ASTM – D 2017-05	<i>Fomes annosus</i> Podridão-branca	Classe de resistência ASTM – D 2017-05
H5UF	39,42 ± 9,45 ij	MR	0,86 ± 0,57 a	AR
H5FF	15,54 ± 5,81 bcd	R	1,01 ± 0,37 a	AR
H8UF	40,35 ± 6,66 ij	MR	1,96 ± 1,56 a	AR
H8FF	4,88 ± 2,80 a	AR	2,14 ± 0,17 a	AR
Madeira ¹	30,58 ± 1,85	MR	-	-
Tratamentos	Perda de massa (%) e classe de resistência			
	<i>Bjerkandera fumosa</i> Podridão-branca	Classe de resistência ASTM – D 2017-05	<i>Phanerochaete chrysosporium</i> Podridão-branca	Classe de resistência ASTM – D 2017-05
H5UF	15,70 ± 6,30 bcd	R	31,87 ± 9,24 ghij	MR
H5FF	15,77 ± 7,95 bcd	R	27,42 ± 9,03 efgh	MR
H8UF	9,61 ± 6,10 abc	AR	32,50 ± 4,74 ghij	MR
H8FF	2,39 ± 0,32 a	AR	3,22 ± 1,13 a	AR
Tratamentos	<i>Trametes versicolor</i> Podridão-branca	Classe de resistência ASTM – D 2017-05	<i>Ganoderma applanatum</i> Podridão-branca	Classe de resistência ASTM – D 2017-05
H5UF	30,72 ± 2,13 ghij	MR	31,02 ± 4,44 ghij	MR
H5FF	18,73 ± 3,51 cde	R	20,60 ± 1,83 def	R
H8UF	29,78 ± 2,29 fghi	MR	39,35 ± 11,36 ij	MR
H8FF	7,97 ± 3,19 ab	AR	17,10 ± 5,89 bcd	R
Madeira ¹	37,70 ± 6,68	MR	-	-

Em que: Médias seguidas por uma mesma letra, em uma coluna específica, não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de significância.¹ Extraído de Okino *et al.*(2002).

Os fungos *Merulia incrassata*, *Gloeophyllum striatum* e *Bjerkandera fumosa* responderam negativamente ao incremento da concentração das resinas UF e FF, os fungos *Phanerochaete chrysosporium* e *Trametes versicolor* ao incremento da resina fenólica, e o fungo *Coniophora puteana* ao incremento da resina ureica. O aumento no teor de resina causou a redução da perda de massa por meio da inibição da atividade fúngica.

No geral, foi constatado o efeito inibidor do teor e do tipo de resina na ação dos fungos e, conseqüentemente, nas classes de resistências apresentadas pelas chapas OSB. No entanto, o efeito do tipo de resina prevaleceu sobre o teor de resina.

As chapas OSB com 5% de resina UF e FF, expostas ao fungo *Merulia incrassata*, apresentaram três e quatro grupos homogêneos respectivamente, inferindo-se que, nessa concentração, o tipo de resina foi estatisticamente significativo.

As chapas OSB com 5% de resina UF e FF, expostas ao fungo *Bjerkandera fumosa*, apresentaram três grupos homogêneos, em que o tipo e o teor de resina não foram fatores significativos. No entanto, a 8% de resina UF e FF apresentaram três e um grupo homogêneo respectivamente, muito embora ambas tenham sido classificadas como altamente resistentes, o teste de Tukey demonstrou haver diferença significativa entre os tipos e os teores de resinas.

As chapas OSB com 5 e com 8% de resina FF, expostas ao fungo *Coniophora puteana*, foram classificadas como altamente resistentes, apresentando um único grupo homogêneo onde o teor de resina não foi estatisticamente significativo. Por outro lado, as chapas OSB com 5 e com 8% de resina UF foram

classificadas como moderadamente resistentes e resistentes, respectivamente, apresentando quatro grupos homogêneos.

As chapas OSB com 5 e 8% de resina UF submetidas aos fungos apodrecedores *Gloeophyllum trabeum*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum* apresentaram a mesma classe de durabilidade, implicando que o incremento de 3% no teor de resina UF não melhorou a classe de resistência biológica. Isto pode significar uma redução expressiva no custo operacional, caso as demais propriedades tecnológicas estejam em conformidade com o uso. Fazendo a mesma analogia com a resina FF, as classes de durabilidade das chapas OSB melhoraram quando ensaiadas com os fungos *Meruliporia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Bjerkandera fumosa*, *Phanerochaete chrysosporium* e *Trametes versicolor*.

As chapas orientadas de seringueira foram bastante atacadas pelos fungos *Meruliporia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum*, no ensaio acelerado, oscilando entre três classes de resistências. Esse comportamento era previsível, pois a madeira de seringueira possui um caráter próprio, apresenta alto teor de carboidratos presentes no alburno da madeira, de aproximadamente 8%, na forma de grãos de amido distribuídos no interior de células parenquimáticas, comparativamente a outras espécies, que oscila entre 1 a 3% (SANTANA; EIRAS, 1999).

Se, por um lado, o tratamento preservativo é facilitado pela estrutura anatômica porosa e pelos elementos celulares com finas paredes facilitando a movimentação da umidade e do ar, por outro, cria canais de acesso, aumenta a permeabilidade e a aeração, que associadas a essa fonte primária de nutrientes torna a madeira de seringueira altamente susceptível ao ataque de organismos xilófagos como os fungos, coleópteros e térmitas.

Dentre todos os tratamentos estudados, nenhuma chapa OSB foi classificada como não resistente diante dos oito fungos testados. Esses resultados são bastante promissores em se tratando da madeira de seringueira, que foi cientificamente retratada como susceptível aos fungos xilófagos.

O fungo *Fomes annosus* foi o único que apresentou um único grupo homogêneo para os quatro tratamentos testados, o que pode estar relacionado ao ataque específico, que é a doença da raiz em árvores (CRAIG et al., 2000). Dentre os oito fungos testados, cinco demonstraram relativa perda de massa, mas em conformidade aos valores descritos na literatura para painéis reconstituídos.

CONCLUSÕES

As chapas orientadas de madeira de seringueira foram susceptíveis a *Meruliporia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum*. O *Gloeophyllum trabeum* apresentou a maior perda de massa média nas chapas OSB.

Os fungos de podridão-branca *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum* apresentaram perda de massa média similar ao fungo de podridão-parda *Gloeophyllum trabeum*.

O incremento de 3% no teor de resina FF apresentou um efeito positivo na classe de resistência das chapas OSB, contrariamente à resina UF, que não apresentou diferença significativa.

Os fungos *Meruliporia incrassata*, *Gloeophyllum trabeum*, *Bjerkandera fumosa*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum* apresentaram elevado potencial de degradação, especialmente nas chapas ureicas com baixa concentração.

Nenhum dos tratamentos testados, nas chapas OSB, foi classificado como não resistente, quando expostos aos oito fungos apodrecedores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dos Técnicos Ambientalistas Ricardo P. de O. Santos; Getúlio F. de Almeida, Luiz D. Santana e Francisco L. de Araújo e o suporte administrativo de Eudes A. Pereira, J. C. Mendes, Maria A. Maranhão, Maria H. M. G. de Figueiredo e Hugulino de A. Dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS- ASTM D 2017. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. **Annual Book of ASTM Standard**. Philadelphia, v. 0410. 2005.
AZIZOL, A. K.; RAHIM, S. Carbohydrates in rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) **Holzforschung**, Berlin,

v. 43, n. 3, p. 173-178, Jan 1989.

CRAIG, L. S. *et al.* **Annosus root disease of Western Conifers**. Forest Service. U.S. Department of Agriculture, 2000, 9 p. (Forest Insect & Diseases Leaflet, 172)

EATON, R. A.; HALE, M. D. C. **Wood: decay, pests and protection**. Cambridge: Chapman & Hall, 1993. 541 p.

ENCINAS, O., DANIEL, G. Degradation of the gelatinous layer in aspen and rubberwood by the blue stain fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **IAWA Journal**, Leiden, v.18, p.107-115, 1997.

HONG, L. T. *et al.* Durability of rubberwood. In: Hong, L. T.; Lim, S. C. (Eds.). **Rubberwood processing and utilization**. Kuala Lumpur: Forest research Institute of Malaysia, p.37-50, 1994.

JUSOH, I.; KAMDEM, D. P. Laboratory evaluation of natural decay resistance and efficacy of CCA-treated rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Holzforschung**, Berlin, v. 55, n. 3, p. 250-254, Apr. 2001.

KARTAL, S. N.; GREEN III, F. Decay and termite resistance of medium density fiberboard (MDF) made from different wood species. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Birmingham, v. 51, p. 29-35, 2003.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Color variation of rubberwood clones and cypress infected by *Gloeophyllum striatum* and *Phanerochaete chrysosporium*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Birmingham, v. 63, p. 41-45, 2009.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Biodegradação de chapas de partículas orientadas de pinus, eucalipto e cipreste expostas a quatro fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 67-74, 2007.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Propriedades de chapas OSB com espécies de madeira de florestas plantadas no Brasil: strands de 80 mm de *Hevea brasiliensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA MADEIRA - PRODUTOS DE BASE FLORESTAL, 2., 2006, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 2006, 10 p.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Propriedades físicas, mecânicas e durabilidade natural de chapas aglomeradas de *Hevea brasiliensis* Müell Arg. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 2003, Pôster n. 324.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Durabilidade natural de madeira sólida, de chapas aglomeradas e de chapas de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis*. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 73, p. 39-46, 2002.

SANTANA, M. A. E.; EIRAS, K. M. M. **Madeira de *Hevea brasiliensis*: adequação tecnológica para sua utilização**. Brasília: IBAMA/DIGET, 1999. 90 p. (Relatório Interno).

SUJAN, A. *et al.* **Some studies on fungal deterioration of rubberwood (*Hevea brasiliensis*)**. International Research Group on Wood Preservation, 1980, 9 p. (Document N. IRG/WP/2140).

WALTHER, T. *et al.* Strength, decay and termite resistance of oriented kenaf fiberboards. **J. Wood Sci**, Japan, v. 53, p. 481-486, 2007.

YAMAMOTO, K.; HONG, L. T. A laboratory method for predicting the durability of tropical hardwoods. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Japan, v. 28, p. 268-275, 1994.