

BIOENSAIOS EM PAINÉIS CONFECCIONADOS COM EUCALIPTO E BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

Ugo Leandro Belini², Marta Karina Leite³, Mario Tomazello Filho⁴, Gilles Chaix⁵, Christine Baudasse⁵, Nicolas Lemenager⁵ e Marie-France Thevenon⁵

RESUMO – No desenvolvimento de painéis, deve-se dar destaque a ensaios que remetam à aplicabilidade final do produto, como os ensaios de durabilidade ao ataque de fungos e cupins. Nesse contexto, painéis confeccionados com diferentes percentuais de partículas de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e fibras de eucalipto (*Eucalyptus grandis*), aglutinados com duas dosagens de resina ureia formol (13% e 16%), foram submetidos à avaliação de resistência biológica (bioensaios) ao ataque de cupins e fungos, ensaio fundamental na definição de uso e aplicação do produto final. Foram utilizados cupins da espécie *Reticulitermes santonensis*, rhinotermitidae, e fungos da espécie *Pleurotus ostreatus*, basidiomiceto de podridão-branca, de acordo com procedimentos da normatização AFNOR. De modo geral, os novos painéis confeccionados apresentaram-se não resistentes aos bioensaios realizados e houve similaridade na dinâmica de ataque e perda de massa entre as diferentes dosagens de resina praticadas, remetendo à necessidade da aplicação de revestimento protetor na superfície dos painéis ou adição de produtos fungicidas e cupinidas.

Palavras-chave: Resistência biológica; Painéis reconstituídos; Usos e aplicações

BIOASSAYS ON PANELS MADE WITH EUCALYPTUS AND SUGARCANE BAGASSE

ABSTRACT – Trials referring applicability of the final product, such as durability tests to fungi and termites are crucial in developing panels. Therefore, panels made with different percentages of sugarcane bagasse particles (*Saccharum* sp.) and eucalyptus fiber (*Eucalyptus grandis*), bounded with two dosages of urea formaldehyde resin (13% and 16%), were evaluated for biological resistance (bioassays) to termites and fungi, which is fundamental in defining use and application of the final product. We used the termite species *Reticulitermes santonensis*, rhinotermitidae, and the fungus *Pleurotus ostreatus*, a white rot basidiomycete, according to AFNOR standardization procedures. In general, the new panels were not resistant to bioassays and there was a similarity in the dynamics of attack and mass loss among the different doses of resin applied, thus evidencing the need of applying protective coating on the panels surface or adding termiticide and fungicide products.

Keywords: Biological resistance; Panelboards; Use and applications.

¹ Recebido em 09.10.2012 aceito para publicação em 11.03.2014.

² Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Campus Curitibanos, Brasil. E-mail: <ugo.belini@ufsc.br>.

³ Doutorado em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Brasil. E-mail: <marta.leite@usp.br>.

⁴ Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, BRasil. E-mail: <mtomazel@usp.br>.

⁵ CIRAD, Montpellier, França. E-mail: <gilles.chaix@cirad.fr>, <christine.baudasse@cirad.fr>, <nicolas.lemenager@cirad.fr> e <marie-france.thevenon@cirad.fr>.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais avançados na fabricação de painéis MDP (Medium Density Particleboard) e MDF (Medium Density Fiberboard), com maior número de fábricas de última geração, em que os investimentos em tecnologia resultaram na implantação de parques industriais modernos (ABIPA, 2011), que apresentam demanda para a utilização de novas matérias-primas em seus processos produtivos, mediante pesquisa e desenvolvimento de novos recursos fibrosos e aproveitamento de subprodutos gerados (ABREU et al., 2009; COLLI et al., 2010; FIORELLI et al., 2011; BELINI et al., 2012).

Entre os recursos fibrosos e resíduos gerados pela agroindústria, que podem ser utilizados com sucesso na confecção de painéis, destaca-se o bagaço de cana-de-açúcar. Em relação a essa cultura, observa-se uma expansão crescente no Brasil, mais especificamente no Estado de São Paulo. Segundo relatório da CONAB (2011), o Estado possui 52,8% do total de área destinada no país à produção de cana-de-açúcar, totalizando 4,46 milhões de ha, sendo responsável por 55% da cana-de-açúcar produzida no Brasil, na safra 2011/2012.

Já as plantações de eucalipto, utilizadas como matéria-prima convencional na confecção de painéis MDP e MDF, ocupam 4,5 milhões de hectares (ABRAF, 2010), e, além disso, o aumento do incremento anual na produção de madeira, a redução do ciclo de rotação, a alta produtividade e a expansão dos investimentos, pelas empresas de segmentos que utilizam sua madeira, resultam em estratégica competitividade no setor florestal brasileiro (FAO, 2000). Sua madeira pode apresentar vantagens para uso em painéis, como (i) menor ciclo de corte das árvores, (ii) maior rendimento na conversão volume de madeira/volume de painel, (iii) utilização integral das toras, com a casca, removida quando da utilização do pinus, (iv) fibras de menor comprimento, proporcionando melhor qualidade pós-usinagem do painel.

Pode-se, dessa forma, tornar estratégico para o país o desenvolvimento de tecnologia para a aplicação do bagaço da cana-de-açúcar como matéria-prima fibrosa na fabricação de painéis de fibras e partículas, minimizando a demanda por madeira de eucalipto e, principalmente, proporcionando agregação de valor e uso a um insumo destinado à queima para geração de energia. Porém, deve haver completa caracterização

das variáveis tecnológicas dos novos painéis, notadamente quanto a ensaios que remetam à definição de classes de usos, aplicabilidade final dos produtos e métodos de prevenção (OKINO et al., 2007). Nessa temática, os bioensaios, ou a resistência natural do painel ao ataque de fungos e cupins, são ensaios fundamentais, sendo influenciados, entre outras variáveis, pelo tipo e morfologia de partículas/fibra utilizadas, tipo e concentração da resina e pelas espécies de cupins e fungos utilizadas na avaliação (TEIXEIRA et al., 2009)

Nesse contexto, este trabalho caracterizou a resistência biológica de novos painéis, confeccionados com diferentes percentuais de partículas de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), fibras de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em duas dosagens de resina ureia formol, ao ataque de cupins da espécie *Reticulitermes santonensis* (Isoptera: Rhinotermitidae) e fungos da espécie *Pleurotus ostreatus*, basidiomiceto de podridão-branca, segundo normas internacionais AFNOR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta das partículas do bagaço de cana-de-açúcar e das fibras de eucalipto

Amostras de bagaço de cana-de-açúcar foram coletadas no pátio da Usina Açucareira São Manoel S.A., em São Manuel, SP, na saída do sistema de esmagamento e de obtenção do caldo. Posteriormente, foram secas em estufa a 105 °C, atingindo 5% de umidade, para evitar o desenvolvimento de microrganismos e, na sequência, submetidas à classificação morfológica em peneira vibratória. Todo o material fibroso que passou na peneira de abertura de 2,0 mm e ficou retido no recipiente coletor foi utilizado na confecção dos painéis.

As amostras de fibras e demais componentes celulares da madeira de eucalipto foram coletadas após o desfibramento dos cavacos e anterior à adição dos aditivos de encolagem. As condições de desfibramento foram (i) tempo de pré-aquecimento dos cavacos = 4 min, (ii) pressão na coluna de desfibramento = 8,0 bar, (iii) pressão na caixa de discos = 8,2 bar e (iv) energia específica de desfibramento = 100 kWh/t, usuais em escala industrial para a confecção de painéis MDF. Após o desfibramento com as variáveis indicadas, as fibras de eucalipto apresentam comprimento entre 0,87 - 0,99 mm (BELINI, 2008).

2.2. Delineamento experimental

Foram avaliados 12 tratamentos (Tabela 1) referentes às porcentagens de mistura de fibras de eucalipto e partículas de bagaço de cana-de-açúcar e duas diferentes porcentagens dosagem de resina ureia formol (UF, 13 e 16%), confeccionando-se quatro painéis/tratamento, em um total de 48 painéis. Na confecção dos painéis, a porcentagem de bagaço variou entre 0-25%, considerando que as fibras de eucalipto constituem a principal matéria-prima e o bagaço de cana-de-açúcar complementar. Foi utilizado o teste de Duncan para comparativo de significância estatística entre as médias.

2.3. Mistura das fibras e partículas, insumos e prensagem do colchão para a confecção dos painéis

As fibras de eucalipto e partículas de cana-de-açúcar foram dispostas internamente na encoladeira, e procedeu-se à mistura de ambas, adicionando resina-ureia-formol e emulsão de parafina (agente hidrorrepelente), através de bicos com ar comprimido, procedendo-se à mistura para homogeneização da matriz fibrosa. Como principais variáveis químicas da resina, destacam-se: viscosidade brookfield = 350 cP; gel time = 50 s; pH = 8,6 e teor de sólidos = 65%. Posteriormente, a massa de fibras e partículas foi disposta, manualmente, em uma caixa formadora e transportada a um sistema hidráulico de aplicação de pressão, necessária apenas para a retirada de ar interno e atuando como pré-prensagem. Ao final dessa etapa, foi obtida a umidade final do colchão de fibras e partículas, na faixa de 7% ± 0,5%.

Em seguida, o colchão foi disposto em prensa laboratorial marca Siempelkamp (Krefeld, Alemanha), e o ciclo de prensagem utilizado foi: 10 s para pressão de 0 a 100 N/cm², 5 s em 100 N/cm², 20 s para redução até 20 N/cm², 15 s para redução até 10 N/cm², pressão essa mantida por 50 s, aumento para 30 N/cm² em 10 s e manutenção por 40 s, com posterior redução para 0 N/cm² em 5 s. Após a prensagem, as amostras foram climatizadas na temperatura ambiente e refiladas lateralmente com as dimensões finais de 370 × 370 mm, espessura nominal de 15,0 mm e densidade nominal de 750 kg m⁻³.

2.4. Caracterização da durabilidade biológica (bioensaios)

2.4.1. Resistência ao ataque de cupins

Foram cortadas três amostras de painéis (15 × 40 × 40 mm)/tratamento considerando as porcentagens de partículas de cana-de-açúcar (0-5-10-15-20-25%) e porcentagens de resina ureia-formol (13-16%), em um total de 36 amostras (12 tratamentos), adicionando-se três amostras (15 × 20 × 40 mm) de madeira de *Pinus sylvestris* como testemunha. Em vasos de vidro com 100 g de areia e 25 mL de água, foram colocados anéis de acrílico e, no seu interior, 250 operários, cinco soldados e quatro ninfas de cupins da espécie *Reticulitermes santonensis* (total de 9.984 cupins) e transportados para sala climatizada (27 oC; 70% UR; 48 h) para aclimação dos cupins.

As amostras de painéis e de madeira sólida foram colocados sobre o anel acrílico (1 amostra/recipiente), de acordo com a norma AFNOR EN 117 (2005), e os

Tabela 1 – Tratamentos utilizados para a confecção dos novos painéis.

Table 1 – Treatments used to construct the new panels.

Tratamento (N°)	Fibras de eucalipto (%)	Partículas de bagaço de cana (%)	Resina (%)	Emulsão (%)	Painéis (%)
1	100	0	13		
2	100	0	16		
3	95	5	13		
4	95	5	16		
5	90	10	13		
6	90	10	16	0,8	4
7	85	15	13		
8	85	15	16		
9	80	20	13		
10	80	20	16		
11	75	25	13		
12	75	25	16		

conjuntos mantidos em câmara climatizada (27 °C, 70% UR) por oito semanas, quando foi registrado o número de operários, soldados e ninfas vivos (% de sobrevivência), avaliando visualmente os corpos de prova (sistema de classificação padrão; AFNOR EN 117, 2005), para classificação da severidade do ataque em escala entre 0 (nenhum ataque) e 4 (ataque severo). Posteriormente, foram acondicionados em sala climatizada (20 °C; 65% UR) até massa constante, para pesagem e determinação da perda de massa (Eq. 1). O ensaio é considerado válido quando a severidade do ataque de três amostras de painéis corresponder ao nível 4 e a porcentagem de sobrevivência dos cupins for superior a 50%.

$$PM = 100 * \frac{(Pi - Pf)}{Pi} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que PM = perda de massa (%); Pi = peso inicial (g); e Pf = peso final da amostra (g).

2.4.2. Resistência ao ataque de fungos

Foram cortadas três amostras de painéis/tratamento (15 × 40 × 40 mm) em um total de 36 amostras para os 12 tratamentos e mais 16 amostras (seis amostras nas dimensões de 15 × 40 × 40 mm e 10 amostras nas dimensões de 15 × 20 × 40 mm) de madeira de *Fagus sylvatica* como testemunha. Os tratamentos compreenderam as porcentagens de partículas de cana-de-açúcar (0-5-10-15-20-25%) e de resina ureia-formol (13-16%).

Nos ensaios, utilizou-se a espécie *Pleurotus ostreatus*, basidiomiceto de podridão-branca e classificado como obrigatório na avaliação dos painéis segundo a Norma AFNOR ENV 12038 (2003). O fungo *Coriolus versicolor*, também da podridão-branca, apresenta indicação similar para avaliação de painéis confeccionados exclusivamente com madeira de folhosas.

Após 16 semanas de incubação (21 °C; 70% UR), removeu-se o micélio do fungo da superfície das amostras dos painéis, que foram secas, determinando a porcentagem de perda de peso (Eq. 1). O ensaio é considerado válido quando a severidade do ataque for superior a 20%. As amostras de painéis com perda de massa inferior a 3% são consideradas muito resistentes; se a perda de massa média foi superior a 3%, determina-se o índice de sensibilidade à degradação (ISD), ou Decay Susceptibility Index (DSI, na sigla

em inglês), que é a relação da perda de massa do painel com a perda de massa média das amostras de madeira de *Fagus sylvatica* (Eq. 2).

O índice ISD indica a suscetibilidade das amostras ao ataque de fungos basidiomicetos (CURLING; MURPHY, 1999), e um valor ISD igual ou superior a 100 indica não resistência; e inferior a 100 indica resistência ao fungo. Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Production et Valorisation des Bois Tropicaux, do Centre Internationale de la Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD), Montpellier, França.

$$ISD = \frac{T}{S} * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

em que ISD = índice de sensibilidade à degradação (%); T = perda de massa da amostra (%); e S = média da perda de massa das amostras de controle.

3. RESULTADOS

3.1. Resistência ao ataque de cupins

A intensidade do ataque e a perda de massa dos corpos de prova dos painéis pela ação dos cupins *Reticulitermes santonensis* e sua taxa de sobrevivência são apresentados na Tabela 2, e o aspecto do ensaio e das amostras de painéis expostas aos cupins, na Figura 1.

A intensidade de ataque dos cupins, de nível 4, caracterizada como alta, foi similar nos painéis de todos os tratamentos, indicando que a matéria-prima (partículas de bagaço de cana-de-açúcar e fibras de madeira) e o percentual de resina não apresentam resistência aos cupins.

A taxa de sobrevivência dos cupins nos painéis confeccionados com 13% de resina, nos diferentes tratamentos, variou de 43,6 a 58,9% sem significância estatística. Para os painéis confeccionados com 16% de resina, a sobrevivência variou entre 37,8 e 60,%, ambas diferindo estatisticamente dos demais, considerada baixa se comparada ao valor de 71% de sobrevivência de cupins *Coptotermes formosanus*, obtido em painéis de fibras de bagaço de cana-de-açúcar (GRACE, 1996).

Apesar de os painéis de 16% de resina UF apresentarem menor perda de massa em relação aos de 13%, verificou-se diferença estatística significativa somente nos painéis de 25% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar, não induzindo, dessa forma, a

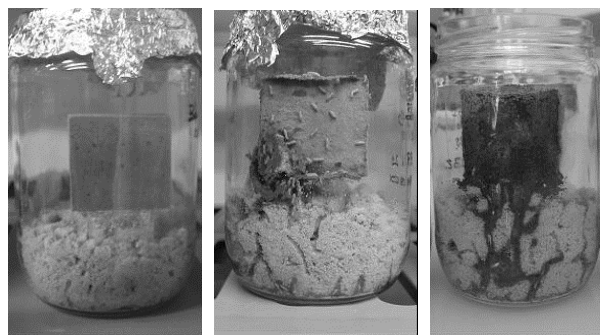


Figura 1 – Painéis submetidos ao ensaio com cupins: (A) início da avaliação, (B) após quatro semanas e (C) após oito semanas de exposição.

Figure 1 – Panels subjected to tests with termites. (A) initial evaluation, (B) after 4 weeks (C) after eight weeks of exposure.

resistência dos painéis aos cupins. Do mesmo modo, o acréscimo da porcentagem de partículas de bagaço de cana-de-açúcar não resultou em aumento de perda de massa dos painéis.

A avaliação macroscópica dos corpos de prova dos painéis indicou que o ataque dos cupins foi similar na face externa e interna, mesmo com valores de 1.000 e 600 kg m⁻³ de densidade, respectivamente.

3.2. Resistência ao ataque de fungos

A Tabela 3 indica a perda de massa e o índice de sensibilidade à degradação (ISD) dos painéis ao fungo *Pleurotus ostreatus*. O aspecto do preparo da inoculação e das amostras dos painéis é apresentado na Figura 2.

Tabela 2 – Resultado do ataque de cupins da espécie *Reticulitermes santonensis* nos painéis: perda de massa (%), taxa de sobrevivência (%) e intensidade do ataque.

Table 2 – Result of the termites *Reticulitermes santonensis* attack on panels: mass loss (%), survival rate (%) and intensity of the attack.

Partículas de cana-de-açúcar (%)	Perda de massa (%)		Taxa de Sobrevivência (%)		Intensidade do Ataque	
	13% RUF	16% RUF	13% RUF	16% RUF	13% RUF	16% RUF
0	11,0 A	10,9 A	55,3 A	60,3 A		
	a	ab	a	c		
5	11,5 A	9,9 A	58,9 A	50,4 A		
	ab	ab	a	abc		
10	11,9 A	10,2 A	58,7 A	49,5 A		
	ab	ab	a	abc		
15	11,1 A	11,5 A	52,0 A	53,9 A	4	4
	a	b	a	bc		
20	10,5 A	8,1 A	43,6 A	37,8 A		
	a	a	a	a		
25	13,2 B	11,3 A	52,8 A	44,0 A		
	b	b	a	ab		

Valores médios seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação). Letras maiúsculas comparam médias entre linhas e letras minúsculas entre valores médios nas colunas. Médias seguidas de ao menos 1 letra igual não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Duncan).

Tabela 3 – Resultado da degradação por fungos da espécie *Pleurotus ostreatus* nos painéis: perda de massa (%) e Índice de Sensibilidade à Degradação (ISD).

Table 3 – Results of degradation by the fungi *Pleurotus ostreatus* on panels: mass loss (%) and Decay Susceptibility Index (DSI).

Partículas de cana-de-açúcar (%)	Perda de massa (%)		ISD	
	13% RUF	16% RUF	13% RUF	16% RUF
0	37,9 A	35,6 A	145,8 A	136,8 A
	bc	ab	bc	ab
5	34,7 A	32,2 A	133,3 A	123,9 A
	ab	a	ab	a
10	41,6 A	37,6 A	159,9 A	144,6 A
	d	b	d	b
15	35,4 A	33,0 B	136,0 A	126,8 B
	ab	a	ab	a
20	39,8 A	32,4 B	153,1 A	124,3 B
	cd	a	cd	a
25	32,2 A	36,4 A	123,8 A	138,7 A
	a	ab	a	ab

Valores médios seguidos de (desvio padrão) e (coeficiente de variação). Letras maiúsculas comparam médias entre linhas e letras minúsculas entre valores médios nas colunas. Médias seguidas de ao menos 1 letra igual não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Duncan).

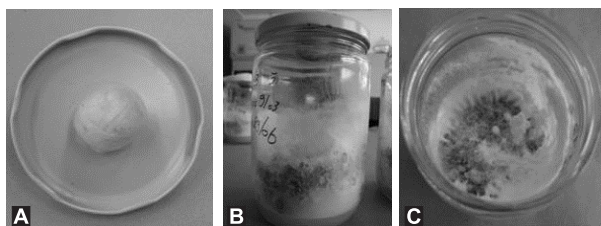


Figura 2 – Aspecto do preparo de inoculação (A) e dos painéis submetidos ao ataque do fungo *Pleurotus ostreatus* após 16 semanas (B e C).

Figure 2 – Appearance of the preparing inoculation (A) and of panels subjected to attack by *Pleurotus ostreatus* after 16 weeks (B and C).

A perda de massa dos painéis variou de 32,2 a 41,6% em todos os tratamentos, classificando-os como "não resistentes" (Norma AFNOR ENV 12038, 2003) ou "pouco resistentes" (TEIXEIRA et al., 2009 apud ASTM D-2017, 1994). Quanto à porcentagem de resina, os painéis de 15 e 20% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar mostraram diferença estatística.

A significância estatística da perda de massa dos painéis considerando as porcentagens de resina indicou menor similaridade do valor médio dos tratamentos de 13% de resina sem indicação, no entanto, de aumento da perda de massa dos painéis com acréscimo de até 25% do bagaço de cana-de-açúcar.

A norma AFNOR ENV 12038 (2003) indica, para perda de massa do painel superior a 3%, o cálculo do índice de sensibilidade à degradação (ISD), sendo igual a 100% significa que os painéis têm a mesma resistência à degradação da madeira de *Pinus sylvestris* e de *Fagus sylvatica*. O valor médio de ISD foi de 123,9 a 159,9, indicando que os painéis são de 23,9 a 59,9% mais suscetíveis à degradação do que as amostras de madeira. Considerando o ISD, somente os painéis de 15 e 20% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram diferença estatística significativa.

4. DISCUSSÃO

O severo ataque de cupins (nível 4, máximo da escala) foi verificado em painéis OSB com partículas de madeira de *Cupressus sempervirens* e de *Pinus sylvestris* empregando resina-melamina-ureia-formol (MUF), em ensaios com cupins *Reticulitermes santonensis* (AMUSANT et al., 2009).

Painéis MDF de fibras de pinus expostos aos cupins *Reticulitermes flavipes* apresentaram perda de massa de 39 e 50% nas regiões externa e interna, respectivamente (KARTAL; GREEN, 2003). Esse aspecto diferiu deste trabalho, em que houve similaridade da dinâmica de ataque entre as regiões superficiais de maior densidade e centrais de menores densidades.

Os fungos de podridão-branca, da classe Basidiomycota, como o *Pleurotus ostreatus*, apresentam maior eficiência de degradação de materiais lignocelulósicos de coníferas e folhosas (FERRAZ, 2004), sendo representadas por mais de 1.000 espécies (ERIKSSON et al., 1990). O fungo de podridão-branca *Coniophora puteana* ocasionou 29,7 e 23,5% de perda de massa de painéis OSB de seringueira, aglutinados com 5 e 8% de resina UF, respectivamente (OKINO et al., 2009), inferiores ao deste trabalho, bem como foram classificadas como moderadamente resistentes e resistentes (Norma ASTM D 2017-05, 2005).

Da mesma forma, painéis OSB de partículas de *Pinus sylvestris* apresentaram perda de massa de 25,7% e ISD de 119,7 quando expostos ao fungo *Pleurotus ostreatus* (AMUSANT et al., 2009), valor ligeiramente inferior dos painéis de fibras de madeira de eucalipto e de partículas de bagaço de cana-de-açúcar.

Painéis expostos aos fungos *Phanerochaete chrysosporium* (podridão-branca) e *Tyromyces palustris* (podridão-parda) apresentaram 5 e 15% (painéis MDF) e 4 e 8% de perda de massa (painéis aglomerados), respectivamente. A maior perda de massa dos painéis MDF ao fungo da podridão-parda foi atribuída à composição de 75% de traqueídes de coníferas (CHUNG et al., 1999).

Painéis MDF aglutinados com resina UF, expostos ao fungo *Pleurotus ostreatus* (Norma AFNOR 12038), apresentaram índice de sensibilidade à degradação de 100 (CURLING; MURPHY, 1999), inferior ao deste trabalho. Teixeira et al. (2009) obtiveram ISD de 194 e perda de massa de 67% em painéis aglomerados de palha de cana-de-açúcar, submetidos ao ataque de fungos de podridão-branca *Trametes versicolor*.

5. CONCLUSÕES

A intensidade de ataque de cupins *Reticulitermes santonensis*, de nível 4, caracterizada como severa, foi similar nos painéis de todos os tratamentos, indicando

que o acréscimo da porcentagem de partículas de bagaço de cana-de-açúcar não resultou em aumento de perda de massa dos painéis, porém os novos compósitos não apresentaram resistência ao ataque de cupins.

Após o ataque de fungos *Pleurotus ostreatus* (basidiomiceto de podridão-branca), a perda de massa, verificada em todos os tratamentos, classificaram os painéis como "não resistentes". O valor médio do índice de suscetibilidade à degradação (ISD) foi 123,9 a 159,9, indicando que os painéis são 23,9 a 59,9% mais suscetíveis à degradação do que as amostras de madeira utilizadas como controle.

Apesar de haver indicativo de ligeira menor perda de massa, nos painéis confeccionados com 13% de resina-ureia-formol, comparativamente aos confeccionados com 16%, não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos.

Essa elevada suscetibilidade dos painéis impõe a necessidade da aplicação de revestimento protetor na sua superfície ou adição de produtos fungicidas e cupinicidas que, via de regra, vêm misturados à resina.

6. AGRADECIMENTOS

À Duratex S.A., Usina Açucareira São Manuel S.A., Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do Programa CAPES-GRICES, Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP), Centre Internationale de la Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) e, em especial, ao Engenheiro José Reinaldo S. Astolpho (in memoriam).

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, L. B.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.171-177, 2009.
- AMUSANT, N. et al. Biological properties of an OSB eco-product manufactured from a mixture of durable and non durable species and natural resins. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.67, p.439-447, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA - ABIPA. **Números**. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/numeros.php>>. Acesso em: 28 out. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2009**. Brasília: 2010. 140p.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - AFNOR. **EVN 12038: panneaux à base de bois; méthode d'essai pour déterminer la résistance aux champignons basidiomycètes lignivores**. Bruxelles: 2003. 30p.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - AFNOR. **EN117: détermination du seuil d'efficacité contre les espèces reticulitermes**. Bruxelles, 2005. 19p.
- BELINI, U. L. et al. Alterações na estrutura anatômica da madeira de cavacos de *Eucalyptus grandis* em três condições de desfibramento para a confecção de painéis MDF. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.523-532, 2008.
- BELINI, U. L. et al. Pilot study for MDF manufacture from sugarcane bagasse and eucalyptus fibers. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.70, n.4, p.537-539, 2012.
- CHUNG, W. Y. et al. Microscopic observation of wood-based composites exposed to fungal deterioration. **Journal of Wood Science**, v.45, n.1, p.64-68, 1999.
- COLLI, A. et al. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e fibras de coco (*Cocos nucifera* L.). **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.333-338, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **A geração termoeletrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil, análise do desempenho da safra 2009-2010, março/2011**. Brasília: 2011.
- CURLING, S. F.; MURPHY, R. J. The effect of artificial ageing on the durability of wood-based board materials against basidiomycete decay fungi. **Wood Science and Technology**, v.33, p.245-257, 1999.



ERIKSSON, K. E. L.; BLANCHETTE, R. A.; ANDER, P. **Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components**. New York: Springer – Verlag, 1990. 407p.

FAO. **FAO advisory committee on paper and wood products**. Rotorua: 2000. 32p.

FERRAZ, A. L. Fungos decompositores de materiais lignocelulósicos. In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Fungos: uma introdução a biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EDUSC, 2004.

FIORELLI, J. et al. Painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona produção e propriedades. **Acta Scientiarum Technology**, v.33, p.401-406, 2011.

GRACE, J. K. Susceptibility of compressed bagasse fiber to termite attack. **Forest Products Journal**, v.46, n.9, p.76-78, 1996.

KARTAL, S. N.; GREEN, F. Decay and termite resistance of medium density fiberboard (MDF) made from different wood species.

International Biodeterioration & Biodegradation, v.51, n.1, 29-35, 2003.

OKINO, E. Y. A. et al. Biodegradação de chapas de partículas orientadas de pinus, eucalipto e cipreste expostas a quatro fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, v.74, n.1, p.67-74, 2007.

OKINO, E. Y. A. et al. Ensaio acelerado de laboratório de chapas OSB de seringueira submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Revista Ciência Florestal**, v.19, n.3, p.333-341, 2009.

TEIXEIRA, D. E.; GARLET, A.; SANCHES, K. L. Resistance of particleboard panels made of agricultural residues and bonded with synthetic resins or PVC plastic to wooding root fungi. **Cerne**, v.15, n.4, p.413-420, 2009.