

Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado

Natural durability of *Eucalyptus grandis* and *Bambusa vulgaris* particleboards under accelerated fungi decay test

Diego Martins Stangerlin^I Rafael Rodolfo de Melo^{II} Alencar Garlet^{III} Darci Alberto Gatto^{IV}

RESUMO

O conhecimento acerca da resistência dos compostos ligno-celulósicos ao ataque de microrganismos é primordial para servir de base à prevenção da deterioração e a correta destinação de emprego do material. Nesse sentido, avaliou-se a resistência natural a fungos apodrecedores de painéis aglomerados confeccionados com partículas de madeira (*Eucalyptus grandis*) e/ou bambu (*Bambusa vulgaris*). Foram produzidas, em laboratório, chapas aglomeradas nas dimensões 50x50x0,95cm e massa específica pré-estabelecida em 0,70g cm⁻³, nas proporções de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 de madeira e bambu, respectivamente. A massa de partículas representou 91% da massa seca de cada painel, sendo, o restante, formado pelo adesivo ureia-formaldeído (8%) e parafina (1%). Para determinação da resistência natural ao ataque de fungos xilófagos, os painéis foram testados em laboratório e utilizados os fungos *Gloeophyllum trabeum* (podridão parda) e *Trametes versicolor* (podridão branca), de acordo com a ASTM D 2017 (2005). Quanto aos resultados, foi observado que os painéis confeccionados com mistura de partículas de madeira e bambu apresentaram menor resistência ao ataque dos fungos apodrecedores. Painéis que utilizaram apenas bambu ou madeira apresentaram resistência biológica semelhante. Dentre os fungos, *T. versicolor* atacou mais severamente os painéis.

Palavras-chave: biodeterioração, fungos apodrecedores, ureia-formaldeído.

ABSTRACT

The knowledge about lignocellulosic compounds strength to the attack of microorganisms is essential for

preventing deterioration and also for knowing the correct usage of the material. Accordingly it was evaluated the natural resistance of wood panels made of particles of wood (*Eucalyptus grandis*) and/or bamboo (*Bambusa vulgaris*) to decay fungi. Particleboards were produced in laboratory, each of them with dimensions 50x50x0.95cm and density pre-set at 0.70g cm⁻³, in proportions of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 of wood and bamboo, respectively. The particles mass represented 91% of the dry mass of each panel while the remainder was formed by the urea-formaldehyde adhesive (8%) and paraffin (1%). The panels were tested in the laboratory and *Gloeophyllum trabeum* (brown rot) and *Trametes versicolor* (white rot) were used to determine the natural resistance to attack by wood decay fungi. It was observed that panels which were made with a mixture of particles of wood and bamboo were less resistant to attack by decay fungi. Panels that were made from bamboo or wood only showed similar biological resistance. Among fungi, *T. versicolor* was the one that attacked panels more severely.

Key words: biodeterioration, decay fungi, urea-formaldehyde.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda do mercado consumidor por madeira não vem sendo seguida no mesmo ritmo por sua oferta. Tal situação resultará, nos próximos anos, num descompasso entre a oferta e a demanda de madeira, o que proporcionará uma maior valorização. De acordo com TEIXEIRA et al. (1997), o

^IInstituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), 78550-000, Sinop, MT, Brasil. E-mail: stangerlin@ufmt.br. Autor para correspondência.

^{II}Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI, Brasil.

^{III}Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, DF, Brasil.

^{IV}Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil.

uso de produtos à base de materiais ligno-celulósicos como compensados, aglomerados e chapas de fibras é crescente a cada ano, como uma resposta à escassez na oferta e quanto à valorização da madeira. Desse modo, estudos têm sido intensificados em relação ao melhor aproveitamento de diferentes resíduos ligno-celulósicos.

MELO et al. (2009) citam que as chapas aglomeradas podem ser produzidas a partir de qualquer material ligno-celulósico, desde que lhes confirmem resistência física, mecânica e biológica adequada. Além da madeira, podem ser utilizadas outras fontes de fibras, como bagaço de cana-de-açúcar, bambu, casca de arroz, aparas de papel reciclado, dentre outros. Entretanto, a qualidade final do produto pode ser limitada pela escolha do material.

Para adesão dos resíduos ligno-celulósicos, são empregados diferentes tipos de adesivos, dentre os quais se podem citar: os de origem animal, os sintéticos termorrígidos e os sintéticos termoplásticos. Na classe dos sintéticos termorrígidos, os adesivos a base de ureia-formaldeído, conforme mencionado por MELO et al. (2010), são empregados em 90% de todos os painéis aglomerados produzidos no mundo. Os principais fatores que contribuem para amplitude de aplicação da ureia-formaldeído se devem ao baixo custo, à rápida reação em prensa quente, o fácil manuseio, ser incolor e à solubilidade em água. No entanto, apresentam como uma das principais desvantagens a baixa resistência à umidade.

A presença de umidade em conjunto com outros fatores como, temperatura, pH e oxigênio influenciam na capacidade de microrganismos colonizarem e, conseqüentemente, deteriorarem diferentes materiais ligno-celulósicos (ZABEL & MORRELL, 1992).

Uma das principais propriedades referentes à qualidade dos painéis à base de materiais ligno-celulósicos é a sua susceptibilidade em serem atacados por microrganismos, dentre estes se destacam os fungos apodrecedores. Os painéis que apresentam elevada durabilidade natural a esses organismos podem ser destacados por um alto grau de nobreza, conferindo-lhes um amplo espectro de utilização e, conseqüentemente, tornando-os mais valorizados.

Entre os fungos responsáveis pelo apodrecimento dos materiais ligno-celulósicos, destaca-se a classe dos basidiomicetos, na qual se encontram os fungos responsáveis pela chamada podridão parda e podridão branca, que possuem características enzimáticas próprias, quanto à deterioração dos constituintes químicos. Os primeiros deterioram os polissacarídeos (celulose e polioses) da

parede celular, enquanto os últimos atacam, indistintamente, tanto os polissacarídeos quanto a lignina (ZABEL & MORRELL, 1992).

O emprego de bambu na produção de aglomerados pode ser uma alternativa para regiões com escassez de madeira (CALEGARI et al., 2007). Do ponto de vista físico-mecânico, HIZIROGLU et al. (2005) descreveram, como vantagem da inclusão de bambu em painéis, o aumento das propriedades de resistência e elasticidade e da estabilidade dimensional. No entanto, um dos seus inconvenientes é a rápida deterioração, devido à constituição anatômica formada por feixes fibrovasculares circundados por tecido parenquimatoso, rico em substâncias de reserva na forma de amido (BERALDO & AZZINI, 2004).

Desse modo, objetivou-se avaliar a resistência natural de painéis aglomerados confeccionados com diferentes proporções de madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex Maiden e de *Bambusa vulgaris* Schr. ao ataque de duas espécies de fungos apodrecedores.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Produtos Florestais (LPF) pertencente ao Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em Brasília, DF. A manufatura dos painéis foi realizada ao empregar partículas de madeira de eucalipto (*E. grandis* W. Hill ex Maiden) e bambu (*B. vulgaris* Schr.). Para tanto, seis árvores e 30 colmos foram obtidos em povoamentos homogêneos no município de Santa Maria, RS, com idades de aproximadamente 15 e 4 anos, respectivamente. Das árvores, foram retiradas tábuas, as quais foram resserradas com cortes perpendiculares a grã, obtendo-se blocos de 5cm de espessura (tangencial), 7cm de comprimento (longitudinal) e largura variável (radial), conforme o diâmetro e a posição de obtenção das tábuas na tora. Os blocos foram transformados em flocos ao utilizar moinho de facas e, em seguida, em partículas por meio do processamento em moinho de martelos ao empregar peneira com malha de 8mm em diâmetro.

Os colmos foram cortados a altura média de 2m da base, posteriormente, seccionados no sentido longitudinal e imersos em água a fim de aumentar a exposição da sua face interna, para facilitar seu processo de trituração. A trituração dos colmos foi realizada em moinho de martelos com a acoplagem de peneira com orifício de 3mm de diâmetro, obtendo-se partículas de pequenas dimensões. Após secagem em estufa, à temperatura de 60°C, esse material foi peneirado em malhas de 4x4 e 1x1mm, com objetivo de melhor

seleção do material e retirada dos finos. Em seguida, foram armazenados até o momento de manufatura dos painéis.

Na confecção dos painéis, foi utilizada resina comercial Cascamite PL 117, à base de ureia-formaldeído, contendo 65% de teor de sólidos. A composição dos painéis foi pré-estabelecida de modo que apresentassem 91% de partículas, 8% de adesivo e 1% de parafina, com massa específica de 0,70g cm⁻³. A pré-determinação da massa específica foi baseada na massa seca das partículas, no teor de sólidos do adesivo e da parafina utilizada. Os parâmetros empregados para a produção foram: força de prensagem de 3MPa; teor de umidade do colchão de 12%; tempo de prensagem de 8min; temperatura dos pratos ajustada para 180°C; e tempo de fechamento da prensa de 40s.

As chapas foram produzidas ao empregar cinco diferentes proporções de madeira e bambu, num total de 20 painéis aglomerados, quatro para cada tratamento (T1=100% madeira; T2=75% madeira + 25% bambu; T3=50% madeira + 50% bambu; T4=25% madeira + 75% bambu; T5=100% bambu), com as dimensões de 50x50x0,95cm.

Os ensaios de apodrecimento acelerado foram conduzidos conforme metodologia proposta pela ASTM D 2017 (2005). De cada painel, foram retiradas seis amostras e, do total (120 amostras), foram selecionadas, aleatoriamente, 12 amostras para cada tratamento, com dimensões de 2,5x2,5x0,95cm em comprimento, largura e espessura, respectivamente.

Foram empregadas duas espécies de fungos apodrecedores, um deles causador da podridão branca (*T. versicolor* (L.; Fr.) Pilat) e outro causador da podridão parda (*G. trabeum* (Pers.; Fr.) Korte). Os fungos foram repicados em meio de cultura de malte líquido e levados à incubadora sob condições de temperatura de 26°C e umidade relativa de 70%, até o micélio recobrir totalmente a superfície do meio (três semanas). No momento da inoculação, o micélio foi fragmentado em um liquidificador para facilitar o trabalho de inoculação. Todas as operações de manipulação dos fungos foram efetuadas em capela de fluxo laminar.

Os ensaios foram montados em frascos de vidro transparente, com boca larga, tampa rosqueável, capacidade de 190mL, contendo 70g de solo (horizonte B), livre de matéria orgânica. O solo recebeu previamente a adição de calcário para elevar o pH até 6,0 e, em seguida, tiveram sua umidade ajustada para 130% da capacidade de retenção, com a adição de 31mL por frasco de água deionizada. Em cada frasco, foi colocada uma placa suporte de madeira de *Pinus* sp. (para o cultivo de *G. trabeum*) ou de *Cecropia* sp. (para o cultivo de *T. versicolor*) com dimensões de 35x29x3mm.

Os frascos foram autoclavados a 127°C por 45 minutos e, após o resfriamento, em cada frasco, foi inoculado 2mL do meio de cultura, contendo o micélio fragmentado. Posteriormente, os frascos retornaram à incubadora sob condições ambientais descritas anteriormente, até o completo recobrimento do micélio sobre a placa suporte (quatro semanas). Após a colonização das placas suporte, adicionou-se uma amostra dos painéis aglomerados bambu-madeira em cada frasco, que, antes disso, tiveram sua massa obtida ao permanecerem em estufa de circulação forçada de ar a 50°C, até atingirem massa constante, e esterilizados em autoclave a 127°C por 40min.

As amostras permaneceram em contato com os fungos por 12 semanas na incubadora em condições ambientais já descritas. Após esse período, as amostras foram retiradas dos frascos de ensaio, submetidas à limpeza para remoção do excesso de micélio aderido e levadas novamente à estufa sob as condições já mencionadas para determinação da perda de massa. Com base na perda de massa, os painéis aglomerados foram classificados segundo os critérios estabelecidos da ASTM D 2017 (2005).

Como comparativo, as amostras foram avaliadas quanto ao índice de susceptibilidade ao ataque (ISA) proposto por CURLING & MURPHY

(2002) como: $ISA = \frac{PMA}{PMR} * 100$, em que: PMA= perda de

massa da amostra em ensaio (%); PMR= perda de massa da amostra referência (*Pinus* sp. ou *Cecropia* sp.) ao fungo apodrecedor utilizado (%). CURLING & MURPHY (2002) citam que o uso do ISA nas análises é recomendado para possibilitar a comparação da durabilidade entre compósitos a base de resíduos ligno-celulósicos de diferentes composições.

Para avaliação dos resultados, realizou-se análise fatorial com posterior comparação das médias pelo teste de LSD de Fisher (P>0,05). O modelo experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento bifatorial. Os fatores avaliados foram: percentual de partículas de bambu nos painéis com cinco níveis (0, 25, 50, 75 e 100%) e a espécie de fungo apodrecedor, com dois níveis (*G. trabeum* e *T. versicolor*). Além disso, foi realizada análise de regressão em que a variável independente foi o percentual de perda de massa, por cada fungo apodrecedor, e para a variável dependente foi o percentual de partículas de bambu. Os critérios adotados para seleção dos modelos foram: maior coeficiente de determinação ajustado – R²aj., menor erro padrão de estimativa – Syx, maior valor de F

calculado e significância a 5%. Para permitir a homogeneidade das variâncias, foi realizada a transformação logarítmica dos dados de perda de massa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise fatorial para o percentual de perda de massa indicou variação significativa para os dois fatores, fungo apodrecedor (F calculado=402,94 e $P<0,01$) e proporção de bambu (F calculado=6,10 e $P<0,01$).

Ao analisar os dois tipos de fungos, verifica-se que *T. versicolor* causou as maiores perdas de massa para todas as proporções de bambu, diferindo significativamente dos resultados encontrados para *G. trabeum* (Tabela 1). Segundo LIESE (1985) e CURLING et al. (2000), tal fato pode ser explicado pela utilização de madeira de folhosa (eucalipto) e bambu na composição dos painéis, os quais são mais susceptíveis à deterioração por fungos de podridão branca em comparação aos causadores da podridão parda. Além disso, os fungos de podridão branca caracterizam-se por deteriorar, de modo indistinto, todos os constituintes químicos principais (celulose, polioses e lignina), enquanto os fungos de podridão parda atacam, restritamente, os polissacarídeos.

Em apenas dois tratamentos (T1 e T5), os painéis foram classificados como de resistência moderada ao ataque do fungo de podridão branca, os demais (T2, T3 e T4) não apresentaram resistência. Por sua vez, os painéis submetidos ao ataque do fungo de podridão parda foram classificados em resistência moderada (T2 e T3) e resistente (T1, T4 e T5). Como mencionado por TEIXEIRA et al. (1997), a classificação “moderadamente resistente” não inviabiliza o emprego desses painéis, contanto que esses não venham a serem

utilizados em ambientes adversos, tais como: uso exterior e em contato direto com o solo.

Pode-se observar que tanto as amostras controle de *Pinus* sp. (62,55%) quanto as de *Cecropia* sp. (58,64%) apresentaram percentual de perda de massa superior a 50% (Tabela 1), valor mínimo exigido pela norma ASTM D 2017 (2005), demonstrando que as culturas fúngicas apresentavam bom vigor e que as condições de ensaios foram adequadas.

Apesar da susceptibilidade do bambu ao ataque de microorganismos (ESPELHO & BERALDO, 2008), pode-se verificar que os painéis fabricados com 100% bambu apresentaram resistência biológica satisfatória, não diferindo significativamente dos painéis com 100% madeira. A provável explicação para tal comportamento pode estar associada aos seguintes fatores: a) maturidade dos colmos coletados para obtenção das partículas, os quais apresentam maior deposição de extrativos e lignina (SUPRAPTI, 2010); b) extração da parte basal dos colmos, (LIESE, 1985); c) imersão dos colmos em água, de modo a facilitar a redução dos teores de amido (BERALDO & AZZINI, 2004).

Outro fator importante a ser destacado na durabilidade natural dos painéis 100% bambu está relacionado ao teor de sílica, o qual confere propriedades de resistência aos microrganismos e, segundo LIESE (1985), tal parâmetro pode variar de 0,5 até 4%. Entretanto, ao comparar os dados verificados no presente estudo com os registrados por MELO et al. (2009), ao avaliar a resistência biológica de painéis confeccionados com casca de arroz (teor de sílica de 19%), pode-se verificar que os painéis 100% bambu apresentam maior resistência à podridão parda, já para a podridão branca tal resistência é inferior.

Por meio dos parâmetros de regressão (maior coeficiente de determinação ajustado – R^2_{aj} ,

Tabela 1 - Perda de massa e classificação de resistência ao ataque dos fungos apodrecedores (ASTM D, 2017, 2005).

Tratamento	-----Podridão branca-----		-----Podridão parda-----	
	Perda de massa (%)	Classe de resistência	Perda de massa (%)	Classe de resistência
T1	41,91 ^{aA*}	Resistência moderada	20,34 ^{aB}	Resistente
T2	46,98 ^{bA}	Não resistente	26,69 ^{bcB}	Resistência moderada
T3	47,32 ^{bA}	Não resistente	28,99 ^{cB}	Resistência moderada
T4	48,82 ^{bA}	Não resistente	22,62 ^{abB}	Resistente
T5	44,01 ^{abA}	Resistência moderada	20,46 ^{aB}	Resistente
Madeira de referência	58,64 ^{cA}	Não resistente	62,55 ^{dA}	Não resistente

*Médias não seguidas na horizontal por uma mesma letra maiúscula ou na vertical por uma mesma letra minúscula diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste LSD Fischer.

menor erro padrão de estimativa – Syx e maior valor de F calculado), pode-se verificar que o melhor ajuste para predição da perda de massa em função da proporção de bambu foi ao utilizar o fungo da podridão parda. Além disso, para ambos os fungos apodrecedores, os modelos foram significativos. Para nenhum dos fungos, foi verificada uma tendência clara de redução da perda de massa dos painéis com o aumento da proporção de bambu (Figura 1).

Adotando-se o procedimento proposto por CURLING & MURPHY (2002), foram calculados os índices de susceptibilidade ao ataque (ISA) para cada tratamento avaliado (Tabela 2). O índice de susceptibilidade ao ataque é um valor relativo, pois compara a perda de massa da amostra ensaiada com uma espécie de referência. Ao se repetir o teste de apodrecimento com a mesma amostra em diferentes laboratórios ou ao se analisar uma série de resultados de testes realizados num mesmo laboratório com o mesmo material, vê-se que os resultados absolutos costumam, por vezes, diferirem. Essas diferenças

ocorrem por causa da variação no vigor das culturas e nas condições de incubação. Assim, com essa medida, fica mais fácil comparar resultados obtidos em diferentes testes, pois se tem um material muito estável (madeiras de referência) que é o mesmo em todos os testes (DIROL & DEGLISE, 2001). Conforme CURLING & MURPHY (2002), um índice de susceptibilidade acima de 100 significa amostras menos resistentes que a madeira de referência e, índice abaixo de 100, mais resistente que a referência. No estudo, verificou-se que os cinco tipos de painéis apresentaram índices abaixo de 100 para os dois tipos de fungos apodrecedores.

CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que o emprego de 100% de partículas de bambu para confecção de painéis aglomerados é viável do ponto de vista biológico, visto que apresentam uma resistência satisfatória (moderadamente resistente à podridão branca e resistente à podridão parda),

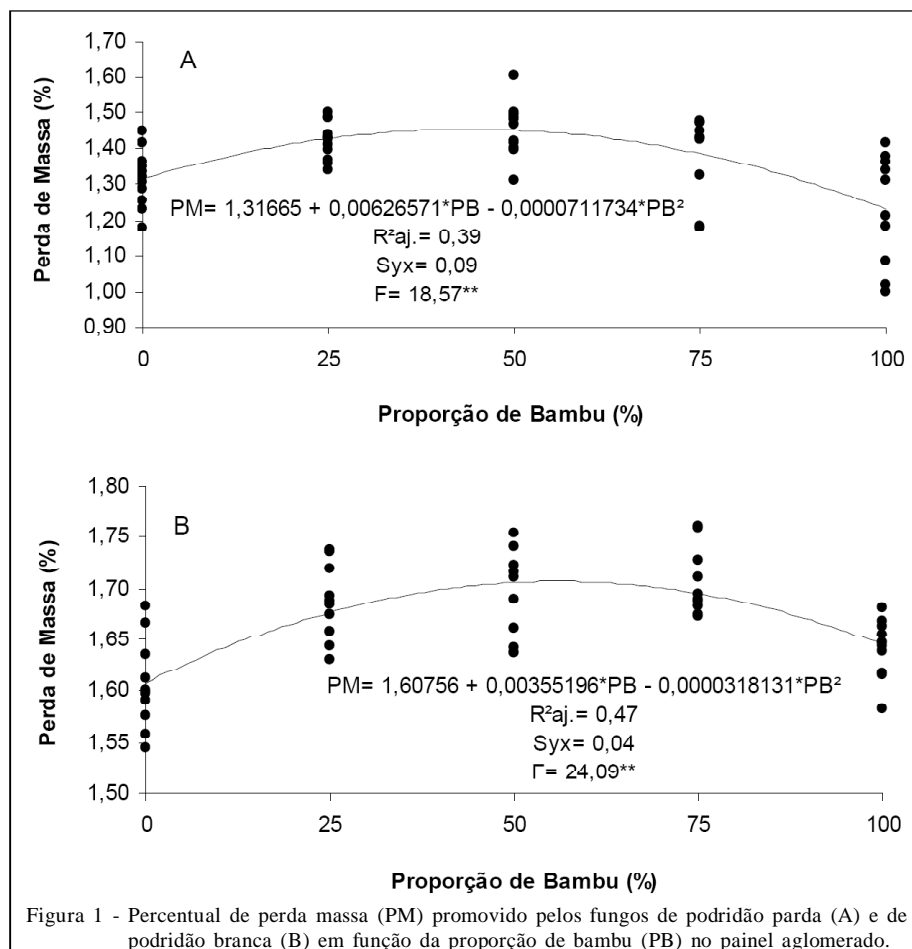


Tabela 2 - Valores do índice de susceptibilidade ao ataque (ISA) de podridão branca e parda.

Tratamento	Podridão branca	Podridão parda
T1	71,47 ^{aA*}	32,51 ^{aB}
T2	80,12 ^{bA}	42,67 ^{bcB}
T3	80,70 ^{bA}	46,35 ^{cB}
T4	83,25 ^{bA}	36,16 ^{abB}
T5	75,05 ^{abA}	32,71 ^{aB}

*Médias não seguidas na horizontal por uma mesma letra maiúscula ou na vertical por uma mesma letra minúscula diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste LSD Fischer.

semelhante à obtida pelos painéis confeccionados apenas com madeira de eucalipto. No entanto, deve-se ter cautela quanto à mistura das partículas, uma vez que a resistência biológica é reduzida.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-2017. Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v.0410, p.5, 2005.
- BERALDO, A.L.; AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 180p.
- CALEGARI, L. et al. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. **Cerne**, v.13, n.1, p.57-63, 2007. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/10-02-2009325v13_n1_artigo%2008.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2010.
- CURLING, S. et al. An experimental method to simulate incipient decay of wood by basidiomycete fungi. In: THE INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION, 31., 2000, Kona, Hawaii. **Proceedings...** Kona: IRG, 2000. 13p.
- CURLING, S.F.; MURPHY, R.J. The use of the Decay Susceptibility Index (DSI) in the evaluation of biological durability tests of wood based board materials. **Holz als Roh und Werkstoff**, v.60, n.3, p.224-226, 2002. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/nc4krphryd4arr26>>. Acesso em: 01 fev. 2010. doi: 10.1007/s00107-002-0284-2.
- DIROL, D.; DEGLISE, X. **Durabilité de bois et problèmes associés**. Paris: Hermès Science Publications, 2001. 415p.
- ESPELHO, J.C.C.; BERALDO, A.L. Avaliação físico-mecânica de colmos de bambu tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.645-652, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000600012&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 mar. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662008000600012.
- HIZIROGLU, S. et al. Properties of bamboo-rice straw-eucalyptus composite panels. **Forest Products Journal**, v.55, n.12, p.221-225, 2005. Disponível em: <http://link.periodicos.capes.gov.br/sfxlc13?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-2004&rfr_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=954921343177>. Acesso em: 13 mar. 2010.
- LIESE, W. **Bamboos – biology, silvics, properties, utilization**. Eschborn: GTZ, 1985. 132p.
- MELO, R.R. et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. **Ciência Florestal**, v.19, n.4, p.449-460, 2009. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/534/53413096010.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2010.
- MELO, R.R. et al. Resistência de painéis aglomerados confeccionados com madeira de *Eucalyptus grandis* e diferentes adesivos a fungos e cupins xilófagos. **Cerne**, v.16, supl, p.82-89, 2010. Disponível em: <<http://www.dcf.ufla.br/ebramem/Artigo%2012.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2010.
- SUPRAPTI, S. Decay resistance of five indonesian bamboo species against fungi. **Journal of Tropical Forest Science**, v.22, n.3, p.287-294, 2010. Disponível em: <[http://info.frim.gov.my/cfdocs/infocenter/Korporat/2003Publications/Links/JTFS22\(3\)/09.%20suprapti.pdf](http://info.frim.gov.my/cfdocs/infocenter/Korporat/2003Publications/Links/JTFS22(3)/09.%20suprapti.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- TEIXEIRA, D.E. et al. Aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar: resistência natural ao ataque de fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, n.52, p.29-34, 1997. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr52/cap3.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2010.
- ZABEL, R.A.; MORRELL, J.J. **Wood microbiology: decay and its prevention**. San Diego: Academic, 1992. 476p.