

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS CHAPAS DE PARTÍCULAS COM OS REJEITOS ORIUNDOS DA CANA-DE-AÇUCAR E DAS FOLHAS DE BAMBU

**Rosane Battistelle** (rosane@feb.unesp.br) - UNESP; **Francisco Antonio Rocco Lahr** (frocco@sc.usp.br) - USP; **Humberto Salazar Varum** (hvarum@ua.pt) - UA; **Ivaldo D. Valarelli** (ivaldo@feb.unesp.br) - UNESP

**RESUMO:** A problemática do descarte correto dos resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais faz parte das questões ambientais discutidas na atualidade. Nesse sentido, este trabalho visa estabelecer uma nova alternativa na disposição final de dois rejeitos por meio da produção compósitos para chapas de partículas e, a avaliação das propriedades físicas. O enfoque foi dado à reutilização do bagaço da cana-de-açúcar, originário do processamento da *Saccharum officinarum*, resíduo oriundo da usina Paraíso Bioenergia, produtora de açúcar e álcool, localizada no município de Torrinha-SP; além das folhas caulinares do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*. Para tanto, foram produzidas chapas em seis diferentes tratamentos – 100%, 75%, 50%, 40%, 25% e 0% de bagaço de cana, em relação à massa total dos compósitos, sendo completadas com as folhas de bambu trituradas. Tais chapas foram produzidas e distinguidas por meio de ensaios normalizados da norma NBR 14.810-3 (2002), nas quais foram determinados os coeficientes de teor de umidade (variação de 8,8% a 11,94%) e, absorção (56,3% a 71,3%) e massa específica (0,69 g/cm<sup>3</sup> a 0,74 g/cm<sup>3</sup>).

**Palavras-chave:** Bagaço da cana-de-açúcar; chapas de partículas; uréia formaldeído; bambu

## PHYSICAL CHARACTERISTICS OF PARTICLEBOARDS OF FROM SUGAR CANE BAGASSE AND BAMBOO LEAVES

**ABSTRACT:** In present days, the disposition of solid residues generated in industrial processes is one of the most important environment questions. In this context, the aim of this work is to establish an alternative to employ these residues, producing particleboards, and evaluation of physical property. The mean focus of the work is reusing: sugar cane bagasse, from processing *Saccharum officinarum* in Paraíso Bioenergia plant (Torrinha, SP), that produces sugar and ethanol; and caulinar leaves of bamboo *Dendrocalamus giganteus*. Particleboards were produced in six different insume fractions: 100%, 75%, 50%, 40%, 25% e 0% (sugar cane bagasse) related to total composite mass, completed with bamboo caulinar leaves. The panels were evaluated using normative recommendations from NBR14810-3 (2002) to determine moisture content (ranging from 8.8 % to 11.9%), water absorption (56,3 % to 71,3 %), and density (0,69 g/cm<sup>3</sup> to 0,74g/cm<sup>3</sup>)

**Keywords:** Sugar cane bagasse, particleboards, bamboo

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS CHAPAS DE PARTÍCULAS COM OS REJEITOS ORIUNDOS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DAS FOLHAS DE BAMBU

## 1. Introdução

O sistema produtivo da atualidade está cada vez mais eficiente no que se refere a proporcionar conforto e bem estar à sociedade. Se por um lado, este avanço apresenta-se como uma melhor qualidade de vida a população; em contrapartida causam a produção de uma grande quantidade de rejeitos, que após o consumo de diferentes produtos são eliminados, descartados no ambiente sem a correta adoção de critérios, preocupando assim, os pesquisadores de diversas áreas, dentre elas, a Ambiental. Os avanços tecnológicos têm ocorrido com a principal finalidade de ampliar a oferta da matéria-prima a população, porém apresentam falhas que provocam impactos ambientais significativos, como por exemplo, a necessidade de se criar e monitorar grandes áreas para alocar os resíduos gerados no “fim do tubo” da cadeia de implantação e uso.

A mídia apresenta constantemente campanhas publicitárias voltadas à conscientização da sociedade para a diminuição do consumo e a minimização na geração de resíduos. Nessas propagandas são apresentadas diretrizes para auxiliar na escolha de produtos que em suas embalagens destaquem algum tipo de apelo ambiental, quer na fabricação ou forma da embalar, ou mesmo, modos de reusar, com orientações para transformar o descarte em um novo material com diferentes funções.

Focalizando o Brasil, país onde se predomina a agricultura de grãos (soja, milho, café, etc.) e que, em certas regiões do país são geradas verdadeiras montanhas de cascas, folhas e sementes danificadas, e que causam problemas de descarte e estocagem para as indústrias de beneficiamento é essencial o desenvolvimento de pesquisas científicas que tenham como meta unir esses materiais desperdiçados em novas aplicações, e que possa servir como geração de renda na região produtora.

O Brasil é o primeiro produtor mundial de cana-de-açúcar, com valores estimados de cana processada próximos a 569.062.629 toneladas, sendo 346.292.969 toneladas geradas no estado de São Paulo, segundo a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA) e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para uma tonelada de cana moída é estimado uma produção de 270 kg de bagaço, com 50% de umidade (ICIDCA, 1999).

Visando a redução do descarte desse bagaço, e buscando uma alternativa mais sustentável, ou seja, o de se transformar o bagaço em matéria-prima para a fabricação de um material de construção surgiu a idéia desta pesquisa, que vem de encontro às necessidades brasileiras, ou seja, a produção de chapas de partículas com o encapsulamento de dois rejeitos abundantes, um oriundo do processo de beneficiamento da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), resíduo oriundo da usina Paraíso Bioenergia, localizada no município de Torrinha-SP; e outro, proveniente da plantação de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* (folhas caulinares) produzidas no interior do Campus Experimental da UNESP de Bauru.

Segundo Kolmann et al (1975) e Moslemi (1974), a produção de chapas de partículas surgiu na Alemanha, em meados da década de 40 e foi efetivada após a Segunda Grande Guerra Mundial, com a escassez da madeira para a fabricação de móveis, divisórias, pisos e revestimentos usados na reconstrução das cidades destruídas.

O termo “partícula” é definido no padrão American Society for Testing and Material – ASTM, como o componente agregado de uma chapa de partículas de madeira ou de outro material lignocelulósico, incluindo todas as menores subdivisões da madeira fabricadas por meios mecânicos. Os tipos de partículas comumente utilizadas nos processos de composição de chapas são os flocos, maravalhas e fibras, empregadas em tamanhos variados (IWAKIRI, 2005).

Inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas para se empregar resíduos na fabricação de compósitos para chapas de partículas, principalmente os oriundos dos processos de beneficiamento das madeiras.

Vinculado a fabricação de chapas com a cana-de-açúcar, SiIva (2006) comenta e exemplifica a fabricação de painéis aglomerados com partículas longas do bagaço da cana, do tipo OSB (Oriented Strand Board), bem como já ocorre em países: Cuba, Colômbia, China e Rússia. Esses painéis apresentam, entre outras características, uma beleza estética e a facilidade de usinagem, além da rapidez na montagem de peças para móveis. O autor concluiu que as variáveis de temperatura de prensagem, orientação das partículas, tipo de misturador e teor de resina influenciaram, diretamente nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis fabricados, e também que, o melhor desempenho foi obtido com as chapas fabricadas com a inserção de 10% de resina da mamona, a uma temperatura de 130<sup>o</sup> C.

Em relação a características físicas e mecânicas das chapas produzidas com cana, Teixeira et al. (1997), analisou a resistência natural das chapas, quando submetidas à degradação por fungos xilófagos. Foram realizados ensaios laboratoriais, utilizando três tipos de resina, duas à base de tanino e uma sintética (uréia-formaldeído). Os resultados foram satisfatórios, mostrando que não há diferença significativa de resistência entre os tratamentos, sendo as chapas classificadas como “moderadamente resistentes” aos fungos testados.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo fabricar chapas e avaliar o desempenho físico destas, empregando o bagaço da cana e as folhas de bambu, em seis diferentes traços, juntamente com o adesivo denominado de uréia-formaldeído.

## **2. Metodologia**

Tanto para a fabricação das chapas quanto os ensaios laboratoriais referentes à densidade, espessura e teor de umidade, seguiram-se as metodologias expressas na norma ABNT (2002), NBR 14.810-2 – Chapas de madeira aglomerada – parte 2 e 3.

Em complementação as normas, e na busca de soluções de problemas que apareceram ao longo da experimentação, foram seguidas as recomendações de Nascimento (2003), Silva (2006), Lahr (2008), Valarelli et al. (2008) e Battistelle et al.(2008), sendo na fase de fabricação das chapas, usados fôrmas de madeira para a moldagem, assim como o contra-peso para a pré prensagem. A prensa hidráulica a quente utilizada, apresenta as seguintes características: Modelo PHH, motor de 23 A; com reservatório superior de 110 litros (óleo hidráulico-AW 68); capacidade de prensagem de até 80 ton (valor proposto neste trabalho); com força e velocidade controlada de avanço em até 19 mm/s e velocidade de retorno de 105 mm/s; e com pressão controlada de até 200 bar ou 203,94 kgf/cm<sup>2</sup> (aproximadamente 20 MPa). Todas as chapas permaneceram na prensa por 10 minutos, e depois, colocada para secar, sendo cortados os diferentes corpos-de-prova, somente após 48 horas de fabricação. A densidade estimada para as chapas foi de (0,6 g/cm<sup>2</sup>), que segundo a norma NBR 14.810-2, classificada com média densidade.

Os resíduos passaram por um tratamento antes da utilização como, por exemplo: lavagem, picagem, trituração e passados pelo moinho de facas para normalização do tamanho das partículas, e depois, peneirado em peneira comercial com malha de 4,0 mm e de 1,2 mm, selecionando-se, assim, as partículas finas e grossas. A fração granulométrica das partículas utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa foi de 1,2 mm a 4,0 mm.

O adesivo empregado para a produção das chapas foi a uréia-formaldeído denominada Cascamite PB-7082, fabricado pela indústria Hexion Química Industrial e Comércio S. A. (em 01/06/2009). A porcentagem de adesivo na composição das chapas desenvolvidas foi de 12%, relativos ao peso total de material seco.

Também foi utilizada a emulsão de parafina S-630 da marca SOLVEN- Solventes Químicos Ltda., com o objetivo de preencher os vazios das partículas dentro das chapas, para que as mesmas diminuam sua capacidade de absorção de água, sendo a quantidade de 1,5% do valor da massa do compósito. A cura foi a quente, com temperatura prevista de 100 °C, e depois, passou-se para 110 °C.

De forma a facilitar a apresentação dos ensaios desenvolvidos, neste item não serão mostradas as equações usadas; sendo estas demonstradas em conjunto com os resultados obtidos (itens 3.2, 3.3, 3.4)

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Definição dos Traços

A escolha dos tratamentos foi baseada em pesquisas anteriores, de Silva (2006) e Battistelle e Catosse (2008), porém com a complementação dos traços e a mudança do aglomerante empregado (antes fora usado o poliuretano derivado do óleo da mamona). Desta forma, os traços foram fixados em relação à quantidade (em massa) do bagaço da cana-de-açúcar na mistura, e completados com as folhas caulinares trituradas (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de cada componente do adesivo e massa das partículas.

Traços	Bagaço (g)	Bambu (g)	Água (5% UF)	Amônia (1,5%UF)	Parafina (1,5% mat.seco)	Adesivo (g)
1	1630,0	0,0	9,8	2,9	24,4	195,6
2	1222,5	407,5	9,8	2,9	24,4	195,6
3	815,0	815,0	9,8	2,9	24,4	195,6
4	652,0	978,0	9,8	2,9	24,4	195,6
5	407,5	1215,0	9,8	2,9	24,4	195,6
6	0,0	1630,0	9,8	2,9	24,4	195,6

#### 3.2. Massa específica das chapas

Ensaio que consiste na pesagem e medição da bordas dos vários corpos-de-prova retirados das chapas, e por fim, o cálculo da média de densidade. Para este ensaio foram usados corpos-de-prova (CPs) de cada traço, sendo-os medidos na espessura, largura e comprimento, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 1), e depois, pesado para a obtenção de suas respectivas massas.



Figura 1- Etapa de medição e pesagem dos corpos-de-prova.

Para obtenção da massa específica utilizou-se da seguinte equação:

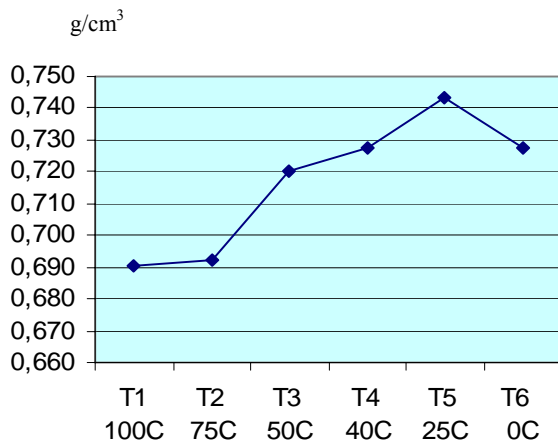
$$\rho = m / V \quad (1)$$

onde:  $\rho$  = massa específica da amostra;

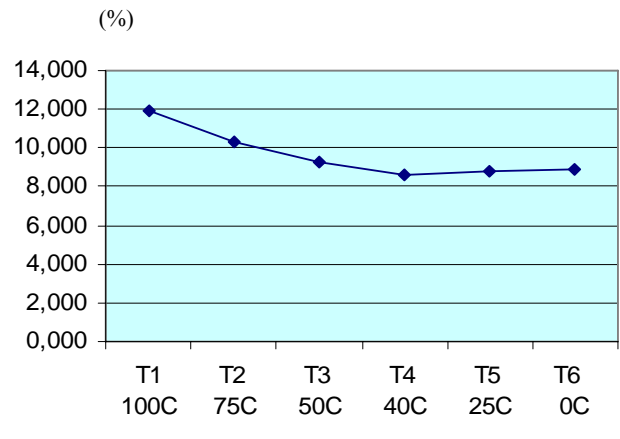
$m$  = massa dos CPs;

$V$  = volume dos CPs.

As médias das massas específicas, de cada traço estão apresentadas na Figura 2.



**Figura 2** - Valores médios obtidos no Ensaio de Massa Específica (g/cm<sup>3</sup>).



**Figura 3** - Resultados médios do Ensaio de Umidade (%).

Analisando o comportamento do gráfico apresentado na Figura 2, pode-se verificar que todas as chapas podem ser classificadas como de média densidade pela NBR 1481-2 (2002), ou seja, com valores no intervalo de 0,69 g/cm<sup>3</sup> to 0,74 g/cm<sup>3</sup>. E, segundo as recomendações da empresa DURATEX (MADEPAN, 2003), o valor mínimo de densidade para chapas de aglomerados é de 0,60 g/cm<sup>3</sup>; cujos resultados encontrados também satisfazem as especificações usadas nesta indústria.

A inserção das folhas do bambu, nos diferentes traços, fez-se aumentar, gradativamente, os valores de densidade, sendo o máximo valor obtido no traço 5, com 75% de bambu na mistura.

### 3.3. Teor de Umidade

Segundo Kollman et al. (1975) a umidade tem influência direta nas propriedades das chapas como resistência, qualidade de superfície, porcentagem de resina empregada e pressão necessária durante a prensagem da chapa, e portanto, um fator decisivo para formação das mesmas. Para este ensaio, foram separados 10 corpos-de-prova de (50x50) mm, que foram pesados, colocados em estufas (a uma temperatura média de 105°C). A primeira medição foi realizada após 24 horas e outra a 48 horas, obtendo-se então, o peso seco. A relação entre os pesos (em porcentagem) fornece o valor da umidade de equilíbrio ao ar (equação 2), ou seja:

$$U = (P_a - P_s) / P_s \times 100\% \quad (2)$$

com:  $P_a$  = Massa seca ao ar;  
 $P_s$  = Peso seco e  
 $U$  = Teor de umidade.

Os valores médios obtidos neste ensaio estão apresentados na Figura 3, onde se observa uma relação entre o decréscimo de bagaço da cana-de-açúcar na mistura e, a diminuição do teor de umidade nas chapas. Este fato já era esperado, pois a medida que se aumenta a porcentagem de bagaço na mistura, aumenta-se também o volume partículas finas, o que faz aumentar o número de sítios higroscópicos, aumentando assim o teor de umidade dessas chapas. As folhas caulinares do bambu foram inseridas na mistura em seu estado natural, apenas sendo picotadas e moídas, pois se apresentavam secas e de fácil manuseio.

Deve-se comentar que, mesmo após a completa secagem do rejeito de cana oriundo da usina, o traço 1 obteve uma umidade de  $U=11,95\%$ , enquanto que para o mesmo traço (Traço 1), fabricado com a cana proveniente dos garapeiros da região de Bauru, este valor decresce para  $U=10,5\%$ , conforme citado no trabalho de Battistelle e Catosse (2009).

De acordo com a norma NBR 14810-2 (2002), o teor de umidade médio das chapas aglomeradas não deve ser menor a 5%, e nem superior a 11%. Analisando a Figura 3, pode-se verificar que o menor valor obtido para o teor de umidade foi de 8,63% (Traço 4) e o maior valor foi de 11,95% (Traço 6), sendo este descartado. Logo, as chapas produzidas com os dois rejeitos (T3, T4, T5) encontram-se na mesma faixa, e dentro dos valores exigidos pela norma (no que diz respeito ao teor de umidade almejado para chapas de partículas).

### 3.4. Absorção de água

Este ensaio é de fundamental importância para a análise do comportamento do material na presença da água. Consiste basicamente na submersão dos corpos-de-prova em recipientes com água, e posterior estudo das alterações nas propriedades dos mesmos, ou seja, o aumento de massa após ser imerso em água durante um período estipulado de 24 e 48 horas. Para a realização deste ensaio foram separados 10 corpos-de-prova para cada traço estudado, com dimensões nominais de 25 mm de largura e 25 mm de comprimento.

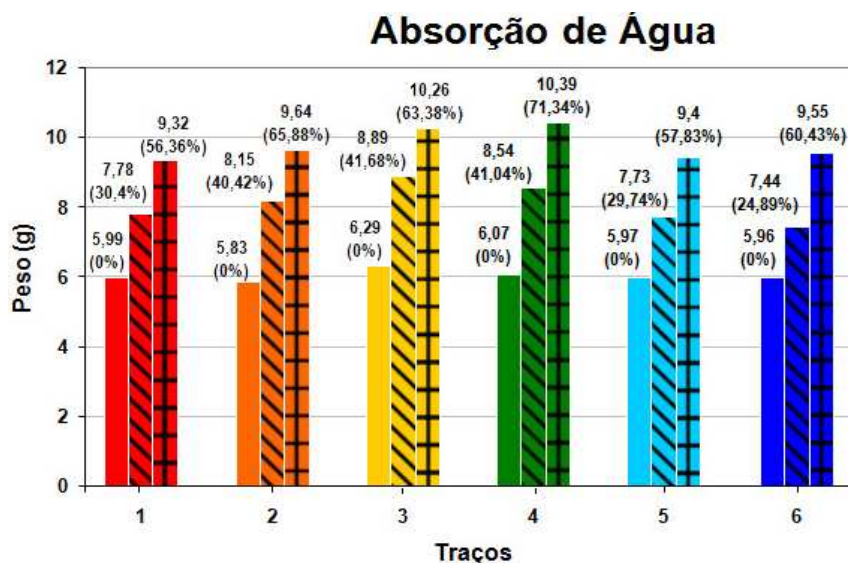
A relação entre as variáveis gera o valor da absorção de água (equação 3).

$$A = [(P_{ss} - P_s)/P_s] \times 100 \quad (3)$$

sendo:

$P_s$  = massa do CP antes da imersão (g);  
 $P_{ss}$  = massa do CP após imersão (g); e,  
 $A$  = absorção de água, em porcentagem.

Os dados de absorção (valores médios dos 10 CPs), nas duas medições (24 e 48 horas) estão apresentados na Figura 4.



**Figura 4** - Resultados médios obtidos no Ensaio de Absorção de Água.

Pode-se observar, através da Figura 4, que o maior índice de absorção, foi para o traço 3, com 41,68%, e o menor para o traço 6, com 24,89% (24 hs). Após 48 horas, o maior índice foi do traço 4, com 71,34% e o menor foi do traço 1, com 56,36%. Os traços intermediários, com os dois resíduos obtiveram maiores valores de absorção (na faixa de 40%).

Outra característica a ser destacada é a absorção de água em maior quantidade nas amostras que continham o bagaço da cana na mistura (traços 2, 3 e 4), e em menor valor o traço 5 (para 24 hs). Conclui-se então que, a inserção do bagaço no compósito, além de gerar chapas com menor densidade, mais leves e porosas (Figura 2), também apresenta a propriedade de absorver umidade, devido à maior presença dos sítios higroscópicos.

Comparando os dados de absorção, com os dados de umidade (Figura 3), nota-se uma similaridade esperada de comportamento, ou seja, com o decréscimo de bagaço de cana na mistura, os valores de umidade também diminuem, e, portanto, maiores valores de absorção, ou vice e versa.

Um trabalho científico que comenta alguns valores obtidos em ensaios físicos com outros resíduos em chapas de partículas (madeira de serraria e marcenaria) usando o mesmo adesivo em 12 % como base ao peso seco das amostras (DACOSTA et al., 2005) apresenta valores entre 47,7% a 76,5% (24 hs), bem superiores ao encontrados neste trabalho

Como indicativo de comparação entre o traço 6, com apenas bambu na mistura, e que absorveu a menor quantidade (valor 24,86%), pode-se mencionar o valor constatado no trabalho de Battistelle e Catosse (2009), cujo valor foi de 24,93%, bem próximo ao encontrado nesta pesquisa.

#### 4. Considerações

Primeiramente, é importante de se comentar que o objetivo deste trabalho foi o de utilizar uma maior porcentagem de resíduo de bagaço da cana-de-açúcar (gerado industrialmente), sendo as partículas de bambu trituradas, e adicionadas ao mesmo apenas com o intuito de aprimorar as características físicas e mecânicas das chapas, e assim, procurar a melhor composição entre estes dois rejeitos. Os aspectos positivos da inserção das folhas de bambu em outros compósitos para

chapas de partículas, já foram citados em trabalhos anteriores de Valarelli et al.(2008) e Battistelle e Catosse (2009), e aqui seguidos e complementados.

Os maiores valores de massa específica foram para as chapas com maiores porcentagens de bambu, sendo o maior valor encontrado no Traço 5 ( $0,743 \text{ g/cm}^3$ ). Todos os resultados estão dentro da faixa de  $0,55 \text{ g/cm}^3$  a  $0,75 \text{ g/cm}^3$ , permitida pela NBR1481 (2002) e, portanto, classificadas como chapas de média densidade.

No ensaio umidade observou-se que as chapas com maior quantidade de bambu apresentaram valores mais baixos de umidade. Fato este já observado na fase de coleta do bagaço na usina e, portanto, a necessidade de sua secagem preliminar em estufa. Entretanto, as folhas caulinares do bambu foram inseridas na mistura em seu estado natural, apenas sendo picotadas e moídas.

Para o ensaio de absorção de água, o Traço 6 com apenas folhas de bambu na mistura apresentou-se mais impermeável, com os menores valores de absorção (24,8%), sendo as chapas com bagaço de cana mais porosas. Não existe indicativo normalizado para este ensaio.

Uma avaliação mais sofisticada dos valores encontrados está em andamento, onde uma Análise de Covariância (Tratamento estatístico) entre os dados de densidade e absorção de água fornecerá uma melhor discussão entre os diferentes tratamentos realizados.

## 5. Agradecimento

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UNESP - PROPG, pelo auxílio financeiro cedido por meio de uma bolsa de Estágio no Exterior usufruída no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (UA), Portugal.

## 6. Referências Bibliográficas

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL ASTM – **Standard specification for insulating board (cellulosic fiber). Structural and Decorative.** ASTM C 208-72 Annual Book of ASTM Standard, Part 18, 1972. p. 64 - 69.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 14810 – **Chapa de madeira aglomerada. Parte 2: Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 14810 – **Chapa de madeira aglomerada. Parte 3: Métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 27 p.

BATTISTELLE, R. A. G.; CATOSSE, C. B. **Sustainability: Use of sugarcane bagasse and bamboo leaves to produce sealing boards.** In: 20th Annual POMS Conference - Production and Operations Management Society, 2009, Orlando. POM 2009 Global Challenges and Opportunities. Orlando: POM Journal, 2009. v. 16.

BATTISTELLE, R. A. G., VALARELLI, I. D., SAMPAIO, R. M. e NASCIMENTO, M. F. **Chapa aglomerada homogênea de bambu da espécie Dendrocalamus giganteus: análise da resistência a flexão quando da adição de folha caulinar.** In: XI Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira, 2008, Londrina - Paraná. XI.

DACOSTA, L. P. E.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. e SCHNEIDER, P. R. **Propriedades físicas de chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento**



**mecânico da madeira de *Pinus elliotti* Engelm.** Revista Ciência Florestal, v. 15, n. 4, p. 421 - 429. 2005.

EBRAMEM. Londrina: Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Londrina. Paraná. Anais... EBRAMEM, 2008. v. 1. p. 35.

INSTITUTO CUBANO DE PESQUISA DOS DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR ICIDCA **Manual dos derivados da cana-de-açúcar– diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia.** Brasília: ABIPTI, 1999. 470 p.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: Ajir Gráfica e Editora Ltda., 2005.

KOLLMANN, F.F.P.; KUENZI, E.W.; STAMM, A.J. **Principles of wood science and technology.** Berlin: Springer-Verlag, v. 2. 1975.

LAHR, F. A. R. **Produtos derivados da madeira.** Sínteses dos trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira, SET-EESC-USP, no âmbito do Programa Interunidades Ciência e Engenharia de Materiais. São Carlos: EESC, 2008.

MADEPAN, **Boletim Técnico Duratex.** Disponível em: <<http://www.duratex.com.br>>. Acesso em 15 jun. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Site Institucional. Estatísticas - **Balanco Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia de 2007.** Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 05/05/2010.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard.** Illinois: Southern Illinois University Press, 1974.

NASCIMENTO, M. F. **Chapas de Partículas Homogêneas: Madeiras do nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. 145 p.

SILVA, A. J. P. **Aplicação de partículas longas e orientadas de bagaço de cana-de-açúcar na produção de painel particulado similar ao OSB.** Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - ÚNICA. Site institucional. Disponível em <<http://www.unica.com.br/>> Acesso em 04/05/2010.

TEIXEIRA, D. E.; COSTA, A. F. e SANTANA, M. A. E. **Aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar: resistência natural ao ataque de fungos apodrecedores.** Revista Scintia Forestalis, n. 52, p. 29 - 34. 1997.

VALARELLI, I. D.; SAMPAIO, R. M.; SILVA, P. M. **Avaliação das propriedades físicas e mecânicas da chapas de partículas aglomeradas de resíduos de bambu e folha caulinar.** In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, XI, 2008, Londrina. Anais... São Carlos: IBRAMEM, 2008.