



## Utilização de Palitos de Erva-Mate na Produção de Painéis de Aglomerado

Marcela Guiotoku<sup>1</sup>

Vanice Lazaris<sup>2</sup>

Rogério Marcos Dallago<sup>3</sup>

Washington Luiz Esteves Magalhães<sup>4</sup>

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) é originária da América do Sul e seu consumo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil é realizado principalmente na forma de infusão ou chimarrão. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006), a Região Sul é a maior produtora de erva-mate, com uma produção anual acima de 232 mil ton em 2005, das quais, aproximadamente, 65 % correspondem ao Estado do Paraná, 18 % ao Estado de Santa Catarina e 16 % ao Estado do Rio Grande do Sul (ESMELINDRO, et al. 2002).

O resíduo gerado do beneficiamento das folhas de erva-mate tem sido utilizado principalmente na queima em caldeiras para geração de energia. Porém, foram encontrados alguns trabalhos que apresentaram utilizações distintas para o resíduo da erva-mate, como por exemplo, a adição de palitos de erva-mate (resíduo proveniente da secagem e cancheamento das folhas), como cobertura morta, obtendo-se aumento na produtividade das erveiras (LOURENÇO, 2001), ou ainda, a produção de carvão vegetal a partir do resíduo de erva-mate, com o intuito de remover contaminantes orgânicos em meio aquoso (GONÇALVES, et al. 2007).

Dessa forma, torna-se necessário desenvolver potenciais aplicações tecnológicas para o resíduo da erva-mate que possa principalmente agregar valor aos subprodutos obtidos e, conseqüentemente, ampliar o mercado para esta matéria-prima. Uma das alternativas viáveis é a utilização dos palitos para produção de painéis de aglomerados.

### Painéis de Aglomerados

Os painéis de madeira aglomerada (*particle board*) representam um dos três tipos de painéis de madeira reconstituída, os quais utilizam na maioria das vezes, a madeira na forma de cavacos como matéria-prima. Os outros dois tipos compreendem o MDF (*medium density fiberboard*) e as chapas de fibra ou chapas duras (*hardboard*) (JUVENAL; MATTOS, 2002).

A partir da metade da década de 1990, as empresas brasileiras investiram em modernização tecnológica, o que conferiu ao produto melhores características de resistência (como aumento da resistência ao arrancamento de parafusos, ao empenamento e

<sup>1</sup> Química, Doutora, Analista da *Embrapa Florestas*. marcela@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Química, Estagiária da *Embrapa Florestas*. vanice\_lazaris@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Químico Industrial, Doutor, Professor da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. dallago@uri.com.br

<sup>4</sup> Engenheiro Químico, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. wmagalha@cnpf.embrapa.br

amenor absorção de umidade) e implementaram a modificação da nomenclatura para MDP (*medium density particleboard*), ou painel de partículas de média densidade, numa tentativa de dissociar o novo produto do aglomerado tradicional (MATTOS et al., 2008).

O painel de aglomerado é formado a partir de partículas de madeira que são impregnadas com resina sintética e arranjadas de maneira consistente e uniforme, formando um “colchão”. Esse colchão, pela ação controlada do calor, pressão e umidade, adquire a forma definitiva e estável denominada aglomerado. O painel de aglomerado pode ser pintado ou revestido com vários materiais, destacando-se as resinas melamínicas, papéis envernizáveis e lâminas ou folhas de madeira natural (MATTOS et al., 2008; MACEDO; ROQUE, 1997).

O consumo brasileiro de aglomerado/MDP, no período 1995–2005, evoluiu de 866 mil m<sup>3</sup> para 2.098 mil m<sup>3</sup>, o que representa um crescimento médio anual de 9,3 %, superior à taxa mundial de 4,5 % ( Fig. 1).

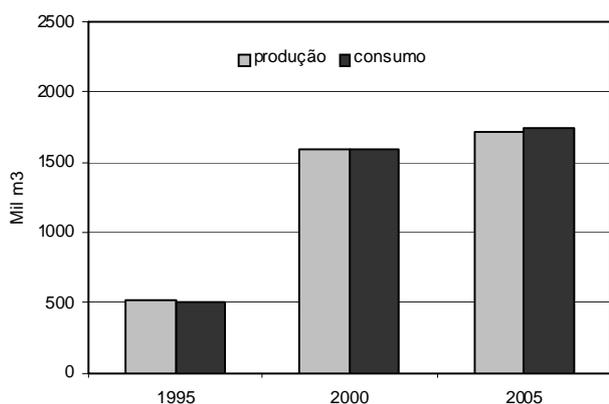


Fig. 1. Produção e consumo de aglomerado no Brasil versus mil m<sup>3</sup> (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA, 2008).

## Matéria-prima

A matéria-prima utilizada na confecção dos painéis foi cedida pela empresa Ervateira Barão Ltda., e era constituída de palitos de erva-mate. Inicialmente, os palitos foram moídos em moinho de facas e passados por peneiras com aberturas de 0,35 mm e 0,25 mm. Foram utilizados dois tamanhos de partículas na confecção dos painéis, o primeiro tamanho corresponde ao pó que ficou retido na peneira de 0,35 mm, ou seja, tamanho de partículas maiores do que 0,35 mm. O segundo tamanho corresponde ao pó que passou pela peneira de 0,35 mm e ficou retido na peneira de abertura 0,25 mm, isto é, partículas com tamanho entre 0,35 mm e 0,25 mm.

A resina utilizada foi Cascamite PB 5070 (Hexion), resina à base de uréia-formaldeído, com teor de sólidos de 65-67 %.

O teor de resina utilizado na mistura foi de 20 %, com base na quantidade total de palitos moídos e no teor de sólidos presentes na resina. Este valor foi determinado após testes de homogeneização e cura dos palitos moídos com a resina. A quantidade de sulfato de amônia ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), utilizado como catalisador, foi de 2 %, com base na quantidade de resina. Para ser utilizado, foi necessário que o catalisador fosse diluído em água antes de misturá-lo com a resina, o que foi feito considerando-se uma solução com concentração final de 24 %.

## Tratamento prévio das fibras

As amostras de palitos de erva-mate moídas foram utilizadas sem tratamento e também com dois tratamentos químicos distintos para avaliar sua influência na hidrofobicidade das fibras à resina.

O primeiro tratamento consistiu na lavagem das fibras com uma solução 10 % de NaOH; a mistura foi mantida sob agitação por 30 minutos, seguida de enxágüe em água destilada até pH neutro. No segundo tratamento, as fibras foram extraídas com uma mistura de solventes (etanol e ciclohexano) na proporção de 50:50, num extrator do tipo Soxhlet, durante 24 horas. Após os tratamentos químicos, as fibras foram secas em estufa e utilizadas da mesma forma que as fibras sem tratamento.

## Adição de resina e catalisador

Primeiramente, fez-se a diluição da resina em água e posteriormente a adição do catalisador até completa dissolução. Esta solução foi então adicionada às fibras manualmente, fazendo-se passar a mistura em uma peneira para melhor homogeneização do material.

## Compósitos produzidos

Os seguintes painéis foram confeccionados neste trabalho:

T1: Partículas maiores que 0,35 mm e partículas entre 0,35 mm e 0,25 mm (na proporção de 70:30).

T2: Partículas maiores que 0,35 mm e partículas entre 0,35 mm e 0,25 mm na proporção de 70:30, sendo que as partículas de 0,35 mm foram previamente tratadas com NaOH.

T3: O corpo de prova foi confeccionado com três camadas, sendo as duas camadas externas preenchidas com partículas maiores que 0,35 mm e partículas entre 0,35 mm e 0,25mm na proporção de 70:30, e a camada interna somente de partículas maiores de 0,35 mm.

T4: Partículas maiores que 0,35 mm extraídas com ciclohexano/etanol na proporção 50:50, durante 24 horas.

T5: Para efeito de comparação, foram cortadas e caracterizadas amostras de um painel de aglomerado comercial.

### Prensagem

As misturas de fibra e resina foram prensadas a frio, utilizando um molde simples em aço e madeira desenvolvido no Laboratório de Tecnologia da Madeira da *Embrapa Florestas*, como mostrado na Fig. 2. Após a prensagem, todo o conjunto – material e molde – foram levados à estufa durante 12 horas, à temperatura de 100 °C para cura da resina. Obtiveram-se assim painéis com dimensões nominais de 150 mm x 100 mm x 15 mm.



Fig. 2. Molde em aço e madeira para prensagem dos painéis de aglomerado.

Os painéis obtidos foram posteriormente cortados com o auxílio de uma serra fita, no tamanho de 2,0 cm x 2,0 cm para a realização dos testes de inchamento e absorção de água.

### Teste de inchamento e absorção de água

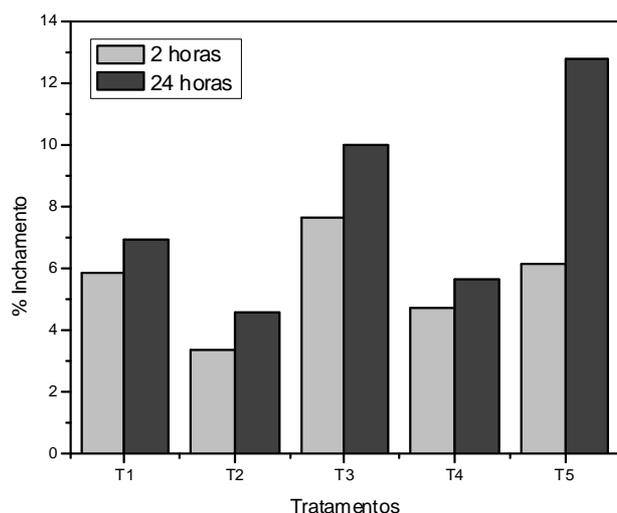
Os testes de inchamento e absorção de água foram realizados em triplicata, de acordo com a norma ASTM D1037 (ASTM, 1996) para avaliação de propriedades de painéis de materiais particulados à base de fibras de madeira. Para estes testes, os corpos de prova foram mantidos submersos em água, e a avaliação foi efetuada após 2 e 24 horas de imersão.

A Fig. 3 mostra um exemplo de painel obtido após a prensagem da mistura e cura da resina em estufa a 100 °C por 12 horas. A quantidade de resina necessária para a formação de um painel sem esfacelamento de suas fibras, após alguns testes de homegeinização e cura, foi acima dos teores usados pelos painéis comerciais de partículas de pínus, que se encontra na faixa de 10 % (ESTADOS UNIDOS, 1987). Este fato pode ser explicado pela maior absorção da resina pelas fibras dos palitos de erva-mate, inverso ao que ocorre com as partículas de pínus. Outra explicação é a ausência de parafina na composição produzida no laboratório, que normalmente é adicionada aos painéis comerciais.



Fig. 3. Painel de aglomerado com dimensões 150 mm x 100 mm x 15 mm.

Na Fig. 4, observa-se o percentual de inchamento ocorrido nas amostras de painéis com palitos de erva-mate e de um painel comercial. O inchamento sempre é maior após 24 horas de imersão para todas as amostras testadas. Após esse período, a amostra comercial apresentou o maior percentual de inchamento. Todavia, para um período de apenas 2 horas de imersão, o pior desempenho foi do painel T3, seguido do painel comercial. O melhor desempenho com relação à estabilidade dimensional foi do painel T2.



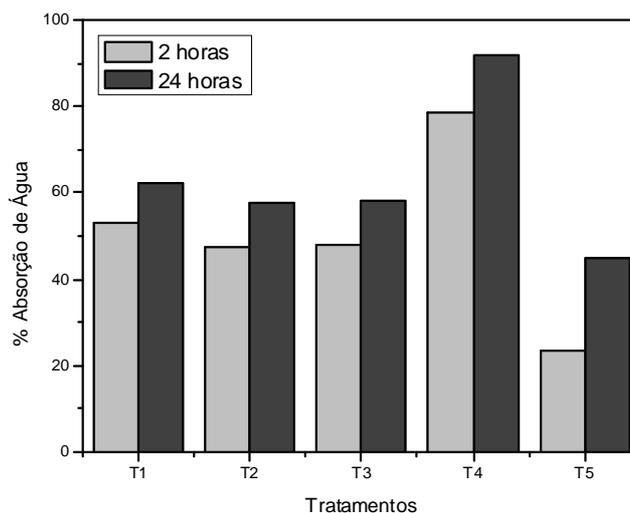
**Fig. 4.** Percentagem de inchamento de amostras de painéis fabricados com palitos de erva-mate (ver a composição dos compósitos T1 a T4 no texto) e painel comercial de pinus (T5) para dois tempos de imersão (2 e 24 horas).

A estabilidade dimensional foi maior no painel feito com palitos tratados com álcali (T2) do que naquele sem tratamento prévio das fibras (T1). A fabricação de painel com três camadas (P3), com as de menor granulometria na parte externa, não resultou em aumento de estabilidade dimensional.

Na Fig. 5 são mostradas as percentagens de absorção de água com 2 e 24 horas de imersão das amostras em água. O painel comercial teve sempre o melhor desempenho. Dentre os painéis feitos a partir de palitos de erva-mate, as absorções de água foram muito próximas para as amostras T2 e T3, aproximadamente 58 % (24 h) e 48 % (2 h), respectivamente.

Os resultados apontaram que os painéis produzidos a partir de palitos de erva-mate possuem maior estabilidade dimensional que o painel comercial feito de partículas de pinus, e, de maneira inversa, absorvem mais água que o painel comercial. Isto sugere que a absorção de água pelo palito de erva-mate não contribui para seu inchamento na mesma proporção que a partícula de pinus.

Outra característica do painel feito com palito de erva-mate é apresentar uma menor acomodação das fibras em comparação com as partículas do pinus. Assim, nos espaços vazios entre as fibras do painel de palitos de erva-mate pode ocorrer maior absorção de água que no painel comercial de partículas de pinus. Em outras palavras, a razão de compactação do painel comercial



**Fig. 5.** Percentagem de absorção de água de amostras de painéis fabricados com palitos de erva-mate (ver a composição dos compósitos T1 a T4 no texto) e painel comercial de pinus (T5) para dois tempos de imersão (2 e 24 horas).

de pinus é superior à dos painéis de palito de erva-mate. Dessa forma, a liberação das tensões residuais com a absorção de água no painel comercial é maior que no caso dos painéis de palito de erva-mate.

O painel fabricado com três camadas apresentou menor absorção de água, comparado aos painéis feitos com palitos de erva-mate, entretanto, sofreu maior inchamento que os demais.

O painel T4 fabricado com palitos de erva-mate, que foram submetidos à extração com solvente orgânico, apresentou maior absorção de água. Isto deve ter sido em consequência da extração ter retirado substâncias hidrofóbicas, como graxas e outros extrativos, das fibras.

A absorção de água foi ligeiramente menor no painel feito com palitos tratados com álcali (T2) do que naquele sem tratamento (T1). O tratamento com álcali dos palitos causou uma melhora nas características dos painéis com relação à estabilidade dimensional e à absorção de água.

A Fig. 6 apresenta fotos de partículas de pinus e de palitos de erva-mate obtidas em microscopia óptica com aumento de 50 vezes. Observa-se que as dimensões das partículas de pinus usadas na fabricação do painel comercial são maiores que as das partículas de palitos de erva-mate. Este fato corrobora para que a razão de compactação do painel comercial de pinus ser superior à dos painéis de palito de erva-

mate. Por outro lado, se os palitos de erva-mate tivessem dimensões maiores, dificultaria sua utilização na fabricação de painéis, já que segundo estudos anteriores, o tamanho e geometria das partículas influenciam nas propriedades físicas dos painéis, como absorção de umidade, e afetaria as dimensões finais e também suas características de superfície (HASELEIN et al., 2002; LEE et al., 2006).

## Conclusões

O resíduo de palitos de erva-mate apresentou potencial para utilização na produção de painéis reconstituídos.

O teor de resina uréia-formaldeído usado na fabricação de painéis de palitos de erva-mate (20 %) é maior que nos painéis comerciais de pínus.

Os painéis de palitos apresentaram maior estabilidade dimensional e maior absorção de água que o painel comercial de pínus testado.

O tratamento do palito de erva-mate com álcali resultou em painéis com melhores propriedades de inchamento e absorção de água, quando comparados àqueles sem tratamento prévio.

Posteriormente, serão realizados testes para avaliar as propriedades mecânicas dos painéis produzidos com palitos de erva-mate.

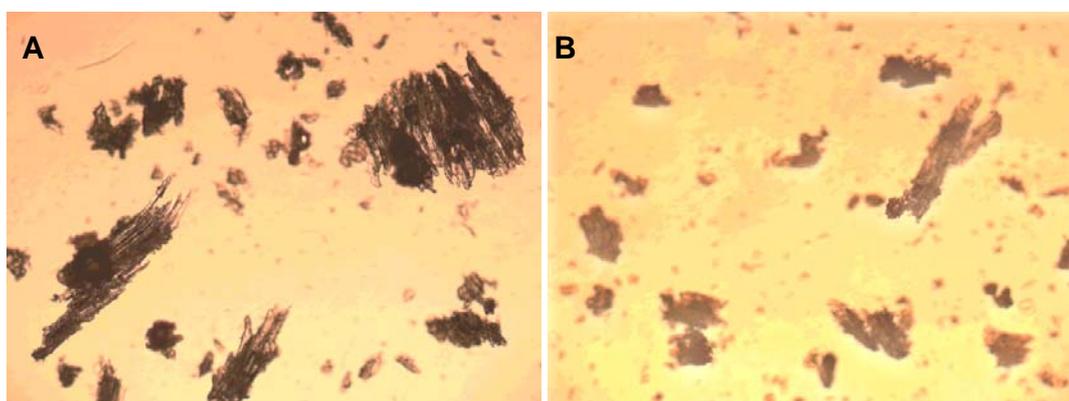


Fig. 6. Imagem de microscopia óptica de partículas de: A) pínus do painel comercial e B) palitos de erva-mate. Aumento 50X.

## Referências

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D1037-96a**: standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. West Conshohocken, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. **ABIPA**: [home page]. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2008.

ESMELINDRO, M. A.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. de. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Washington, 1987. 466 p. (USDA. Agric. handbook, 72).

GONÇALVES, M.; GUERREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A.; PEREIRA, E. I.; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1386-1391, 2007.

HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLIG, É.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F. Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeiras de diferentes dimensões. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 127-134, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da silvicultura 2006. **Comunicação Social**, 11 dez. 2007. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1052&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1052&id_pagina=1)>. Acesso em: 14 nov. 2008.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. Painéis de madeira reconstituída. **BNDES Setorial**, v. 2, p. 1-21, 2002.

LEE, S.; SHUPE, T. F.; HSE, C. Y. Mechanical and physical properties of agro-based fiberboard. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 64, p. 74–79, 2006.

LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; NIETSCHE, K.; SABATKE FILHO, F. E. Influência da cobertura morta na produtividade de erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 113-122, jul./dez. 2001.

MACEDO, A. R.; ROQUE, C. A. L. Painéis de madeira. **BNDES Setorial**, v. 9, p. 1-14, 1997.

MATTOS, R. L.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, v. 27, p. 121-156, 2008.

### Comunicado Técnico, 214

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319

Fone / Fax: (0\*\*) 41 3675-5600

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2008): conforme demanda

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



### Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot, Sérgio Ahrens*

### Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Revisão de texto: *Mauro Marcelo Berté*

Normalização bibliográfica: *Elizabeth Câmara Trevisan*

Editoração eletrônica: *Mauro Marcelo Berté*