
**PRODUÇÃO DE CHAPAS DE PARTÍCULAS DO
ESTIPE DE *EUTERPE EDULIS* MARTIUS
(PALMITEIRO)**

WILSON HIGA NUNES
Mestre, Eng. Florestal
AZARIAS MACHADO DE ANDRADE
Dr., Prof. Adjunto, DPF-IF-UFRRJ
EDVÁ OLIVEIRA BRITO
Dr., Prof. Adjunto, DPF-IF-UFRRJ

RESUMO

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar as potencialidades do estipe de *Euterpe edulis* Martius, material vegetal desprezado por ocasião da colheita do palmito, para a produção de chapas de partículas aglomeradas. Foram avaliados, dentre outros fatores, os efeitos da granulometria média das partículas e do teor de adesivo aplicado às partículas. O material vegetal pesquisado mostrou-se apto para ser utilizado na produção de chapa de partículas, uma vez que, para alguns tratamentos, foram obtidos bons resultados em relação à ligação interna e ao inchamento. No geral, as melhores respostas foram observadas quando da utilização das partículas com a menor granulometria e aplicando-se a maior porcentagem de adesivo.

Palavras-chaves: Estipe de *Euterpe edulis*, chapa de partículas, granulometria de partículas, adesivo.

ABSTRACT

**PARTICLEBOARD PRODUCTION FROM *Euterpe edulis*
Martius STEM (PALMITEIRO)**

The present research was developed with the purpose of evaluating the potentialities of *Euterpe edulis* Martius stem, discarded vegetable material by occasion of palm cabbage crop, for particleboard production. Effects of particle geometry and levels of adhesive applied were analysed, among other factors. The analyzed material was considered adequate to be used in the particleboard production. In some treatments, good results were obtained in relation to internal bond and thickness swelling. Better results were observed when smaller particles and higher levels of adhesive were used.

Key words: *Euterpe edulis* stem, particleboard, particle geometry, adhesive level.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um País com uma grande potencialidade florestal. A sua grande extensão territorial, sua localização geográfica, a enorme variedade de espécies da flora nativa, dentre outros fatores, determinam a sua vocação florestal. Todavia, o volume relativamente pequeno de pesquisas científicas na área é um dos motivos que impede a nação de assumir a sua real posição perante a comunidade internacional.

A insuficiência de estudos técnico-científicos e a inexistência de trabalhos contínuos de conscientização da população, induziram o País a cometer verdadeiros crimes ecológicos. A Mata Atlântica, por exemplo, pertencente ao domínio da Floresta Perenifolia Latifoliada Higrófila Costeira, estendia-se, originalmente, desde as proximidades de Natal (RN) até o município de Torres (RS), com uma interrupção entre Guarapari (ES) e Campos (RJ), onde aparece a "Mata de Restinga" (FLOR, 1985). No entanto, atualmente encontra-se em adiantado processo de fragmentação, restando cerca de 8% da superfície original coberta por florestas, sendo computadas nesse levantamento tanto as formações primitivas quanto as secundárias. O Estado do Rio de Janeiro conta com cerca de 20% da sua área territorial coberta com florestas naturais (UFRRJ/IEF/PRÓ-NATURA, 1993), situadas em áreas preservadas institucionalmente (Parques e Reservas Equivalentes) e legalmente (Áreas de Preservação Permanente), a maior parte representada por fragmentos descontínuos de florestas secundárias e algumas reservas com a vegetação primária. A maior parte desses fragmentos se encontra abandonada e em rápido processo de degradação, sendo necessário, para garantir a sua perpetuação, não somente a proteção, mas também trabalhos adequados de manejo.

A *Euterpe edulis* Martius (Palmiteiro), por exemplo, espécie de elevada importância ecológica e econômica da Mata Atlântica, ainda foi pouco estudada. Esta espécie é uma planta que pode ser submetida ao manejo em regime

de rendimento sustentado, tornando-se uma nova fonte de renda das áreas florestadas e desempenhando um papel ecológico fundamental no ecossistema, uma vez que mantém níveis distintos de interação com a fauna (REIS et al., 1993). Quando não são respeitadas as pressuposições básicas como, por exemplo, o diâmetro mínimo de utilização para a extração do palmito, o corte do estipe da *Euterpe edulis* é considerado um crime. Todavia, mesmo que sejam seguidas as normas legais de colheita, continua evidente o desperdício das demais partes dessa palmeira, que são deixadas no campo, onde permanecem por um longo período de tempo até serem novamente incorporadas ao sistema.

As chapas de partículas, de maneira geral, são definidas como o produto da aglutinação de pequenas partículas de madeira, normalmente com o uso de adesivos sintéticos, sob pressão e calor, por um determinado período de tempo. Segundo MOSLEMI (1974), existe uma gama de material lignocelulósico que pode ser usado com sucesso para a fabricação de chapas de partículas.

No Brasil, as chapas de partículas têm sido produzidas a partir do processo de formação de multicamadas, com partículas de granulometria variada. A matéria-prima é oriunda de coníferas e de folhosas de baixa densidade ou uma mistura destas. A utilização de muitas madeiras tropicais e de eucaliptos é, às vezes, problemática e pouco conhecida, razão pela qual a qualidade das chapas produzidas é variável. Outro fator a ser considerado pela indústria de madeira aglomerada é a mistura de espécies existentes em nossas matas. Segundo a FAO (1971), essa indústria, para ser bem sucedida, deve adaptar-se à matéria-prima disponível. VITAL (1973), estudando a produção de chapas de partículas de Kiri (0,28 g/cm³), Virola (0,43 g/cm³), Limba (0,57 g/cm³) e Afrormosia (0,55 g/cm³), de forma isolada ou misturadas entre si, observou que os módulos de ruptura e de elasticidade aumentavam linearmente com o aumento da densidade da madeira e da chapa, com pequenas variações entre as espécies. As chapas apresentaram alta resistência à flexão e à tração perpendicular e baixa expansão

linear. Os resultados obtidos demonstraram ser possível a mistura de espécies com diferentes densidades e a produção de chapas com propriedades aceitáveis.

Algumas instituições brasileiras têm pesquisado matérias-primas alternativas para a produção de chapas de partículas. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT menciona o uso do estipe de *Euterpe edulis* na construção civil, sem, entretanto, tratar do seu potencial para a produção de chapas de partículas (NAHUIZ, 1998).

Em função da sua importância ecológica e econômica, bem como devido à carência de informações tecnológicas básicas sobre a utilização do estipe de *Euterpe edulis*, foi proposto o presente estudo, objetivando a avaliação do seu potencial para a produção de chapa de partículas.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinquenta estipes de *Euterpe edulis* Martius (Palmiteiro) foram coletados na fazenda Igapira, nos domínios da Mata Atlântica, no município de Miguel Pereira, Estado do Rio de Janeiro. De cada estipe foram retirados seis discos, com aproximadamente 4 cm de espessura, nas seguintes posições: um na base (a 20 cm do solo), um a 1,30 m do solo (à altura do peito) e os outros quatro a 25, a 50, a 75 e a 100% da altura, logo abaixo da raque. Procedimento semelhante foi adotado por ocasião da amostragem de dez fustes de *Eucalyptus urophylla*, para a comparação das densidades básicas ponderadas (g/cm^3). As amostras na forma de discos, juntamente com as porções restantes de todos os estipes, devidamente identificadas, foram encaminhadas ao Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para as análises laboratoriais.

Após o quarteamento dos seis discos de cada estipe e de cada fuste, 2/4 das amostras foi utilizado para a determinação das densidades básicas médias ponderadas do estipe e do

fuste, a partir do método hidrostático (VITAL, 1984). Utilizou-se como fator de ponderamento o volume das cinco seções resultantes de cada um dos estipes e dos fustes amostrados.

O material lenhoso utilizado na produção das chapas de partículas consistiu de porções representativas dos estipes de *Euterpe edulis*, que apresentavam diâmetro à altura do peito entre 9 e 13 cm, correspondendo ao observado por ocasião da colheita do palmito. O material foi seccionado em discos, quarteado sucessivamente e depois cavaqueado, para a obtenção de amostras homogêneas e representativas que, posteriormente, foram transformadas em partículas em um moinho de martelo. As partículas foram classificadas em peneiras, sendo utilizadas as partículas que passaram por uma peneira de 4,37 mm e ficaram retidas em peneiras de 2,00 e de 0,61 mm. Antes da produção das chapas foi determinado o teor de umidade das partículas.

Foram estabelecidas as seguintes condições para a confecção das chapas de partículas: densidade nominal da chapa de partículas = $0,70 \text{ g/cm}^3$; teores de adesivo (uréia-formaldeído) = 6%, 8% e 10% (base peso seco das partículas); teor de umidade das partículas = 12%; tempo de prensagem = 5 minutos; tempo de fechamento da prensa = 20 segundos; temperatura da prensa = 170°C ; pressão = 30 kgf/cm^2 ; espessura dos batentes = 1,27 cm; granulometria média das partículas = 0,61 a 2,00 mm e 2,00 a 4,37 mm; e, número de repetições = 5.

O adesivo foi aplicado às partículas por meio de aspersão, no interior de um cilindro rotativo, utilizando-se uma pistola pneumática. A formação do colchão, com as partículas sendo distribuídas ao acaso, foi efetuada no interior de uma moldura quadrada de madeira, com 40 cm de lado e 30 cm de altura, realizando-se então uma pré-prensagem. Nas faces superior e inferior foram colocadas lâminas planas e lisas de alumínio, o que permitiu a manufatura da chapa entre os dois pratos da prensa.

Das chapas de partículas, devidamente aclimatadas em uma sala com temperatura de

20 ± 3 °C e umidade relativa de 65 ± 5%, foram retirados corpos-de-prova, destinados aos ensaios tecnológicos para flexão estática (módulo de elasticidade - MOE e módulo de ruptura - MOR), ligação interna (LI) e inchamento em espessura (IE), de acordo com a norma ASTM D 1037-78B (1982). Os testes mecânicos foram efetuados em uma máquina universal de ensaios.

Para a análise dos dados relacionados às chapas de partículas foi utilizado o delineamento experimental inteiramente

casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições, dentro do esquema fatorial 3 x 2, sendo três porcentagens de adesivo e duas granulometrias de partículas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das densidades básicas ponderadas do estipe de *Euterpe edulis* e do fuste de *Eucalyptus urophylla* são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios da densidade básica ponderada do estipe de *Euterpe edulis* e do fuste de *Eucalyptus urophylla*

| Espécie Florestal | Densidade (g/cm ³) |
|-----------------------------|--------------------------------|
| <i>Euterpe edulis</i> | 0,23 |
| <i>Eucalyptus urophylla</i> | 0,49 |

Como para a produção de chapas de partículas deve-se optar por materiais lignocelulósicos com densidade menor do que a da própria chapa, o estipe de *Euterpe edulis*, com base estritamente na sua densidade básica ponderada, pode ser considerado uma matéria-prima florestal alternativa.

Os valores médios dos módulos de elasticidade, para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo, são apresentados na Tabela 2.

Equações ajustadas para a estimativa do Módulo de Elasticidade (MOE):

Granulometria de 0,61 à 2,00 mm: não significativa

Granulometria de 2,00 à 4,37 mm: altamente significativa

$$\text{MOE} = -4.308,6937 + 1.450,0870 (\text{Teor de}$$

Adesivo)

com R² = 44,06% e CV = 40,17%

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre os módulos de elasticidade, em função da granulometria média das partículas do estipe de *Euterpe edulis*. Uma correlação negativa foi verificada entre as referidas variáveis dependente e independente, ou seja, maiores módulos de elasticidade foram obtidos a partir da utilização das partículas com a menor granulometria média, de 0,61 a 2 mm (A). Isto ocorreu, possivelmente, em função do maior contato entre as partículas, devido a uma melhor utilização e ao aumento da eficiência do adesivo, a partir da redução dos espaços vazios no interior das chapas, derivadas das partículas com a menor granulometria média.

Foram observadas respostas positivas dos módulos de elasticidade em relação aos teores de adesivo aplicados. Entretanto, do ponto de

Tabela 2. Valores médios dos módulos de elasticidade (MOE), para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo*

| Variável | | Interação | MOE |
|--------------------|-------------|-----------|------------------------|
| Granulometria (mm) | Adesivo (%) | | (kgf/cm ²) |
| 0,61 a 2,00 (A) | | | 10.343,37 a |
| 2,00 a 4,37 (B) | | | 7.112,54 b |
| | 10 (C) | | 10.212,12 a |
| | 8 (D) | | 9.233,44 a |
| | 6 (E) | | 6.738,30 b |
| | | A / C | 10.717,46 a b |
| | | A / D | 10.972,61 a |
| | | A / E | 9.340,04 a b |
| | | B / C | 9.706,80 a b |
| | | B / D | 7.494,27 b c |
| | | B / E | 4.136,56 c |

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns = não significativo.

vista estatístico, somente a aplicação de 6% de adesivo (E) resultou em um menor módulo de elasticidade. Tal fato denotou a viabilidade da utilização do teor de adesivo correspondente a 8% (D), com vistas à obtenção do maior módulo de elasticidade e à redução dos custos de produção.

A análise das interações entre as variáveis independentes resultou na constatação de valores médios maiores dos módulos de elasticidade apresentados, primeiramente, pelas chapas formadas com partículas de menor granulometria e, num segundo plano, pelas chapas submetidas à aplicação dos maiores teores de adesivo. Isto denota, neste caso, a maior influência da granulometria sobre o módulo de elasticidade das chapas de partículas do

estipe de *Euterpe edulis*.

Vale salientar que, no caso do módulo de elasticidade das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, com a densidade real média de 0,59 g/cm³, as associações da maior granulometria (B) com os três teores de adesivo analisados e, a associação da menor granulometria (A) com o teor de 6% de adesivo, resultaram em valores abaixo do mínimo estabelecido pela norma comercial americana CS 236-66 (Tabela 7), para chapas produzidas sob condições semelhantes.

A Tabela 3 apresenta os valores médios dos módulos de ruptura, para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria média das partículas e do teor de adesivo.

Tabela 3. Valores médios dos módulos de ruptura (MOR), para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo*

| Variável | | Interação | MOR |
|--------------------|-------------|-----------|------------------------|
| Granulometria (mm) | Adesivo (%) | | (kgf/cm ²) |
| 0,61 a 2,00 (A) | | | 54,76 a |
| 2,00 a 4,37 (B) | | | 34,85 b |
| | 10 (C) | | 55,28 a |
| | 8 (D) | | 44,17 b |
| | 6 (E) | | 34,96 c |
| | | A / C | 60,98 ns |
| | | A / D | 54,29 ns |
| | | A / E | 49,01 ns |
| | | B / C | 49,58 ns |
| | | B / D | 34,06 ns |
| | | B / E | 20,92 ns |

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns = não significativo.

Equações ajustadas para a estimativa do Módulo de Ruptura (MOR):

Granulometria de 0,61 à 2,00 mm: não significativa

Granulometria de 2,00 à 4,37 mm: significativa

MOR = 27,0488 - 1,0351 (Teor de Adesivo)

com R² = 40,09% e CV = 11,98%

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre os módulos de ruptura, em função da granulometria média das partículas do estipe de *Euterpe edulis*. Uma correlação negativa foi verificada entre as referidas variáveis dependente e independente, ou seja, maiores módulos de ruptura foram obtidos a partir da utilização das partículas com a menor granulometria média (A). Isto ocorreu,

possivelmente, devido ao maior contato entre as partículas, que resultou numa melhor eficiência do adesivo e na redução dos espaços vazios no interior das chapas derivadas das partículas de menor granulometria média.

Foi detectada uma correlação positiva entre os módulos de ruptura e os teores de adesivo aplicados. Assim, a aplicação de 10% de adesivo permitiu a obtenção do maior módulo de ruptura. Tal fato deve-se, provavelmente, à maior quantidade de resina disponível por unidade de área superficial, o que possibilitou a formação de chapas com maiores módulos de ruptura. Não foram detectadas interações significativas entre as variáveis independentes.

Vale salientar que, no caso do módulo de ruptura das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, com a densidade real média de 0,59 g/cm³, somente a associação da menor

granulometria (A) com o teor de 10% de adesivo resultou em valor acima do mínimo estabelecido pela norma comercial americana CS 236-66 (Tabela 7), para chapas produzidas sob condições semelhantes.

A Tabela 4 apresenta os valores médios da ligação interna, para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria média das partículas e do teor de adesivo.

Tabela 4: Valores médios da ligação interna (LI), para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo*

| Variável | | Interação | LI |
|--------------------|-------------|-----------|------------------------|
| Granulometria (mm) | Adesivo (%) | | (kgf/cm ²) |
| 0,61 a 2,00 (A) | | | 4,71 a |
| 2,00 a 4,37 (B) | | | 2,50 b |
| | 10 (C) | | 4,90 a |
| | 8 (D) | | 3,17 b |
| | 6 (E) | | 2,75 b |
| | | A / C | 5,22 a |
| | | A / D | 4,77 a |
| | | A / E | 4,20 a |
| | | B / C | 4,59 a |
| | | B / D | 1,58 b |
| | | B / E | 1,33 b |

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Equações ajustadas para a estimativa da Ligação Interna (LI):

Granulometria de 0,61 à 2,00 mm: não significativa

Granulometria de 2,00 à 4,37 mm: altamente significativa

$$LI = 21,7845 - 6,0170 (\text{Teor de Adesivo}) + 0,4327 (\text{Teor de Adesivo})^2$$

com R² = 88,61% e CV = 27,14%

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre os valores da ligação interna, em função da granulometria média das partículas do estipe de *Euterpe edulis*. Uma correlação negativa foi verificada entre as referidas variáveis dependente e independente, ou seja, ligações internas maiores foram obtidas a partir da utilização das partículas com a menor granulometria (A). Isto ocorreu, possivelmente, devido ao maior contato entre as partículas, que resultou numa melhor eficiência do adesivo e na redução dos espaços

vazios no interior das chapas derivadas das partículas de menor granulometria média.

Foram observadas respostas positivas dos valores da ligação interna em relação aos aumentos nos teores de adesivo aplicados. Entretanto, do ponto de vista estatístico, a aplicação de 10% de adesivo resultou em uma maior ligação interna. Isto denota o maior grau de adesão entre as partículas formadoras da chapa, quando da utilização do teor de adesivo correspondente a 10%.

A análise das interações entre as variáveis independentes resultou na constatação de valores de ligação interna maiores apresentados, primeiramente, pelas chapas formadas com partículas de menor granulometria (A) e, num segundo plano, pelas chapas submetidas à aplicação dos maiores teores de adesivo. Isto denota, neste caso, a maior influência da granulometria sobre a ligação interna das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*.

Vale salientar que, no caso da ligação interna das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, com a densidade real média de 0,59 g/cm³, somente a associação da maior granulometria (B) com o teor de 6% adesivo resultou em valor abaixo do mínimo estabelecido pela norma comercial americana CS 236-66 (Tabela 7), para chapas produzidas sob condições semelhantes.

A Tabela 5 apresenta os valores médios do inchamento em espessura, após um período de 2 horas de imersão em água, para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo.

Equações ajustadas para a estimativa do Índice de Inchamento, após 2 horas de imersão em água (IE2):

Granulometria de 0,61 à 2,00 mm: altamente significativa

$$IE2 = 20,1971 - 0,8753 (\text{Teor de Adesivo})$$

com $R^2 = 64,74\%$ e $CV = 8,93\%$

Granulometria de 2,00 à 4,37 mm: altamente significativa

$$IE2 = 55,1483 - 4,2731 (\text{Teor de Adesivo})$$

com $R^2 = 81,34\%$ e $CV = 17,11\%$

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre as médias do inchamento em espessura das chapas, após um período de 2 horas de imersão em água, em função da granulometria das partículas do estipe de *Euterpe edulis*. Uma correlação positiva foi verificada entre as referidas variáveis, ou seja, maiores inchamentos em espessura foram observados a partir da utilização das partículas com a maior granulometria (B).

Foram observadas respostas negativas dos inchamentos em espessura em relação aos teores de adesivo aplicados, ou seja, quanto maior o teor de adesivo aplicado às partículas, menor o inchamento em espessura das chapas, isto após um período de 2 horas de imersão em água.

A análise das interações entre as variáveis independentes resultou na constatação de valores médios menores dos inchamentos em espessura apresentados, primeiramente, pelas chapas formadas com partículas de menor granulometria e, num segundo plano, pelas chapas submetidas à aplicação dos maiores teores de adesivo. Desta forma, do ponto de vista prático, em relação ao inchamento em espessura após um período de 2 horas de imersão em água, o melhor comportamento foi apresentado pelas chapas produzidas com as partículas de menor granulometria (A) e submetidas à aplicação do maior teor de adesivo (C).

Porém, vale salientar que, no caso do inchamento em espessura das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, com a densidade real média de 0,59 g/cm³, após um período de 2 horas de imersão em água, somente a associação da maior granulometria (B) com a aplicação do menor teor de adesivo (E) resultou num valor médio acima do máximo

aceitável, estabelecido pela norma comercial americana CS 236-66 (Tabela 7), para chapas produzidas sob condições semelhantes.

A Tabela 6 apresenta os valores médios do

inchamento em espessura, após um período de 24 horas de imersão em água, para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo.

Tabela 5. Valores médios do inchamento em espessura após um período de 2 horas de imersão em água (IE2), para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo*

| Variável | | IE 2 |
|--------------------|-------------|-----------|
| Granulometria (mm) | Adesivo (%) | (%) |
| 0,61 a 2,00 (A) | | 13,19 b |
| 2,00 a 4,37 (B) | | 20,96 a |
| | 10 (C) | 12,27 c |
| | 8 (D) | 16,39 b |
| | 6 (E) | 22,57 a |
| | A / C | 11,47 c |
| | A / D | 13,14 c |
| | A / E | 14,97 b c |
| | B / C | 13,08 c |
| | B / D | 19,64 b |
| | B / E | 30,17 a |

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Equações ajustadas para a estimativa do Índice de Inchamento, após 24 horas de imersão em água (IE24):

Granulometria de 0,61 à 2,00 mm: significativa
 $IE24 = 27,0488 - 1,0351$ (Teor de Adesivo)
 com $R^2 = 40,09\%$ e $CV = 11,96\%$

Granulometria de 2,00 à 4,37 mm: altamente significativa
 $IE24 = - 20,2251 + 6,1158$ (Teor de Adesivo)

com $R^2 = 78,17\%$ e $CV = 19,12\%$

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre as médias do inchamento em espessura das chapas, após um período de 24 horas de imersão em água, em função da granulometria das partículas do estipe de *Euterpe edulis*. Uma correlação positiva foi verificada entre as referidas variáveis dependente e independente, ou seja, maiores inchamento em espessuras das chapas foram observados a partir da utilização das partículas com a maior granulometria (B).

Foram observadas respostas negativas dos

inchamento em espessura em relação aos teores de adesivo aplicados, ou seja, quanto maior o teor de adesivo aplicado às partículas, menor o inchamento em espessura das chapas, isto após um período de 24 horas de imersão em água.

A análise das interações entre as variáveis independentes resultou na constatação de valores médios menores do inchamento em espessura, apresentados, primeiramente, pelas chapas formadas com partículas de menor granulometria e, num segundo plano, pelas chapas submetidas à aplicação dos maiores teores de adesivo. Desta forma, do ponto de vista prático, em relação ao inchamento em espessura após um período de 24 horas de imersão em água, o melhor comportamento foi apresentado pelas chapas produzidas com as partículas de menor granulometria (A) e submetidas à aplicação do

maior teor de adesivo (C).

Porém, vale salientar que, no caso do inchamento em espessura das chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, com a densidade real média de 0,59 g/cm³, após um período de 24 horas de imersão em água, somente a associação da maior granulometria (B) com a aplicação do menor teor de adesivo (E) resultou num valor médio acima do máximo aceitável, estabelecido pela norma comercial americana CS 236-66 (Tabela 7), para chapas produzidas sob condições semelhantes.

A Tabela 7 apresenta os valores mínimos estabelecidos para os módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE), ligação interna (LI) e os valores máximos para inchamento em espessura (IE), de chapas de partículas, segundo a Norma americana CS 236-66.

Tabela 6. Valores médios do inchamento em espessura após um período de 24 horas de imersão em água (IE24), para as chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis*, em função da granulometria das partículas e do teor de adesivo*

| Variável | | Interação | IE24 | |
|--------------------|-------------|-----------|-------|-----|
| Granulometria (mm) | Adesivo (%) | | (%) | |
| 0,61 a 2,00 (A) | | | 18,77 | b |
| 2,00 a 4,37 (B) | | | 28,70 | a |
| | 10 (C) | | 17,44 | c |
| | 8 (D) | | 22,03 | b |
| | 6 (E) | | 31,74 | a |
| | | A / C | 17,03 | c |
| | | A / D | 18,10 | b c |
| | | A / E | 21,17 | b c |
| | | B / C | 17,84 | c |
| | | B / D | 25,95 | b |
| | | B / E | 42,31 | a |

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 7: Valores mínimos estabelecidos para os módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE), ligação interna (LI) e os valores máximos para inchamento em espessura (IE) de chapas de partículas, segundo a Norma CS 236-66 (1968)

| Tipo | Densidade (g/cm ³) | Classe | MOR (kgf/cm ²) | MOE (kgf/cm ²) | LI (kgf/cm ²) | IE (%) |
|------|--------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------|
| UF* | < 0,6 | 1 ^a | 56 | 10.500 | 1,4 | 30 |

*UF = Adesivo à base de uréia-formaldeído.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados a partir da análise dos dados, concluiu-se que:

1. O estipe de *Euterpe edulis* apresentou bons resultados em relação à Ligação Interna e ao Inchamento em Espessura. Todavia, alguns valores abaixo do mínimo estipulado pela norma comercial americana CS 236-66, para chapas produzidas sob condições semelhantes, foram observados para os Módulos de Elasticidade e de Ruptura; e,
2. No geral, em relação à produção de chapa de partículas, os melhores resultados foram obtidos a partir da utilização das partículas de *Euterpe edulis* com a granulometria de 0,61 a 2,00 mm, aplicando-se 10% de adesivo.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard methods of evaluation the properties of wood-base fiber and particle panel materials. In: *Annual Book of ASTM Standards*, ASTM D 1037-78B. Philadelphia, 1982.
- COMMERCIAL STANDARD - CS. CS 236-66. Mat formed wood particleboard, 1968.

FLOR, H. M. *Florestas Tropicais: Como intervir sem devastar*. São Paulo: Ícone, p.180,1985.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Plantações florestais na América Latina: desenvolvimento e perspectivas. In: *Revista da Madeira*, v.20, n. 231, p.23-29, 1971.

MOSLEMI, A. A. *Particleboard*. Carbondale, Southern Illinois University Press v.1/2, 1974.

NAHUZ, M.A. São Paulo, SP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1998. (Informações Técnicas)

REIS, A.; REIS, M. S. & FANTINI, A. C. *Manejo de rendimento sustentado de Euterpe edulis*. São Paulo: USP, 1993. 59p. (mimeografado)

UFRRJ/IEF/PRÓ-NATURA. *Plano Diretor do Parque Estadual da Ilha Grande*. Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993. 247p.

VITAL, B. R. *Effects of species and panel densities on properties of hardwood particleboard*. Madison, University of Wisconsin, p.111, 1973. (Tese M.S.)

VITAL, B.R. *Métodos de determinação da densidade da madeira*. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais - SIF, p.21, 1984. (Boletim técnico 1).