



CERNE

ISSN: 0104-7760

cerne@dcf.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Brasil

Iwakiri, Setsuo; Soares da Silva, Leandro; Trianoski, Rosilani; Miranda Bonduelle, Ghislaine; Yurk da Rocha, Vinicius

Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba" para produção de painéis cimento-madeira

CERNE, vol. 18, núm. 2, abril-junio, 2012, pp. 303-308

Universidade Federal de Lavras

Lavras, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74423522015>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE *Schizolobium amazonicum* “PARICÁ” E *Cecropia hololeuca* “EMBAÚBA” PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA

Setsuo Iwakiri<sup>1</sup>, Leandro Soares da Silva<sup>2</sup>, Rosilani Trianoski<sup>3</sup>,  
Ghislaine Miranda Bonduelle<sup>1</sup>, Vinicius Yurk da Rocha<sup>2</sup>

(recebido: 21 de maio de 2010; aceito: 31 de janeiro de 2012)

**RESUMO:** Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar o potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba” para produção de painéis cimento-madeira. Foram produzidos painéis experimentais com densidade nominal de 1.200 kg/m<sup>3</sup>, utilizando cimento CP V ARI como aglutinante mineral e partículas de madeira sem tratamento e com tratamentos de imersão em água fria 12 horas, em água quente 6 horas e em hidróxido de sódio 2 horas. Os painéis foram prensados com pressão específica de 40 kgf/cm<sup>2</sup>, a temperatura ambiente, tempo de prensagem / grampeamento de 24 horas e tempo de maturação de 28 dias. Os resultados das avaliações de propriedades de absorção de água, inchamento em espessura, ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura demonstraram que as madeiras de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba”, são tecnicamente viáveis para a produção de painéis cimento-madeira. Constatou-se também que os painéis de embaúba apresentam algumas propriedades superiores aos de paricá, e as partículas não necessitam obrigatoriamente de tratamentos.

Palavras-chave: Construção civil, partículas de madeira, madeiras tropicais.

## EVALUATION OF POTENTIAL USE OF THE WOOD OF *Schizolobium amazonicum* “PARICÁ” AND *Cecropia hololeuca* “EMBAÚBA” FOR WOOD CEMENT BOARD MANUFACTURE

**ABSTRACT:** This research was developed to evaluate the potential use of *Schizolobium amazonicum* “Paricá” and *Cecropia hololeuca* “Embaúba” wood for wood cement board manufacture. Panels with the density of 1.200 kg/m<sup>3</sup> were made, using cement CP V ARI as mineral bonding and wood particles without treatment and treated with immersion in cold water, hot water and sodium hydroxide. The panels were pressed at the pressure of 40 kgf/cm<sup>2</sup>, room temperature and press / clipping time of 24 hours and maturation time of 28 days. The evaluation of the properties of water absorption, thickness swelling, internal bond, modulus of elasticity and modulus of rupture, showed that *Schizolobium amazonicum* “Paricá” and *Cecropia hololeuca* “Embaúba” wood are technically feasible for wood-cement board manufacture. It was also found that the panels of embaúba exhibit some properties superior to those of the paricá, and the particles do not necessarily need treatment.

Key words: Building construction, wood particles, tropical woods.

### 1 INTRODUÇÃO

Os painéis cimento-madeira são amplamente utilizados em construção civil nos países da Europa e Japão, em função de suas características adequadas para aplicações estruturais. No Brasil, esse material ainda não é utilizado, principalmente por questões culturais de priorizar as construções em alvenaria. Entretanto, esse cenário pode ser mudado gradativamente, por meio de políticas governamentais voltadas para construção de habitações sociais e das iniciativas dos profissionais da área de construção civil.

Segundo Moslemi (1974), os painéis cimento-madeira apresentam inúmeras vantagens como materiais

para construção civil, tais como: (i) são produtos virtualmente incombustíveis; (ii) apresentam alta resistência mecânica e à umidade; (iii) são resistentes ao ataque de agentes biodegradadores; (iv) são isolantes térmicos e acústicos.

Os painéis cimento-madeira são similares aos painéis aglomerados, sendo constituídos basicamente de partículas de madeira e um aglutinante de origem mineral, em substituição a resinas convencionais do tipo uréia-formaldeído. O processo envolvido no endurecimento do painel cimento-madeira decorre de reações exotérmicas resultantes da hidratação do cimento na presença de água.

Moslemi (1998) descreve o processo de produção de painel cimento-madeira de acordo com as seguintes etapas:

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal/DETF – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR, Brasil – setsuo@ufpr.br, ghislaine@ufpr.br

<sup>2</sup>Acadêmico de Engenharia Industrial Madeireira – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR, Brasil – lbss\_88@hotmail.com, vinyrocha@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenheira Industrial Madeireira, Doutoranda em Engenharia Florestal – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR, Brasil – rosillani@gmail.com.br

geração de partículas, classificação de partículas em função de suas dimensões para camada interna e externa do painel, mistura dos materiais (madeira, cimento, água e acelerador de cura), formação do colchão, prensagem a frio e grampeamento, endurecimento e maturação dos painéis.

Entre os fatores que influenciam no processo de produção de painéis cimento-madeira, a composição química da madeira é de grande importância na cura e endurecimento do cimento. De acordo com Simatupang et al. (1978), os extractivos presentes na madeira são os principais responsáveis pela inibição da solidificação do cimento, sendo seus principios ativos os compostos fenólicos e os carboidratos livres. Os autores afirmam também que as espécies de folhosas tropicais apresentam influência negativa mais pronunciada na pega e endurecimento do cimento que as de coníferas. Beraldo et al. (2002) afirmam que a presença de açúcares e extractivos solúveis em água ou álcali retarda o tempo de pega do cimento. Os efeitos da composição química podem ser constatados também na utilização de madeira com casca para produção de painéis cimento-madeira. Silva et al. (2005) constataram que a mistura de casca com a madeira de *Eucalyptus urophylla* pode ser compatível até uma proporção de 10%, sem alterar os resultados de propriedades mecânicas dos painéis cimento-madeira. Acima dessa proporção, verificou-se redução acentuada nas propriedades dos painéis.

Para fins de viabilizar o uso de determinadas espécies com alto teor de extractivos inibidores de cura do cimento, Moslemi et al. (1983) recomendam três métodos de tratamentos de partículas: (i) imersão em água fria por 24 horas; (ii) imersão em água quente por 6 horas; (iii) imersão em solução de NaOH (1%) por 2 horas. Okino et al. (2004) não constataram a eficiência do tratamento de partículas de madeira de *Hevea brasiliensis*, por meio de fervura em água quente por quatro horas, sobre as propriedades dos painéis cimento-madeira, quando comparados aos painéis produzidos com partículas de madeira sem tratamento. Iwakiri e Prata (2008) não encontraram diferenças significativas nas propriedades de resistência entre os painéis produzidos com partículas de madeira de *Eucalyptus grandis* sem tratamento e com tratamento em água fria e água quente.

Além da espécie utilizada, outros parâmetros importantes no processo de produção de painéis cimento-madeira são a relação madeira:cimento, relação água:cimento, tipo e quantidade de acelerador de cura. Latorraca e Iwakiri (2005) afirmam que a relação madeira:cimento mais empregada industrialmente, é

de 1:2,75. Simatupang et al. (1978) relatam que para manufatura de painéis cimento-madeira de alta densidade, é utilizada uma proporção de água em relação ao cimento de 0,4. Os aditivos químicos são empregados com o propósito de reduzir o tempo de endurecimento do cimento, acelerando a pega e cura. Os sais como cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, silicato de sódio e silicato de potássio, são alguns dos aditivos utilizados, sendo que o mais empregado atualmente é cloreto de cálcio. Moslemi et al. (1983) e Rashwan et al. (1992) recomendam proporções de 3 a 5% desse sal em relação ao peso do cimento, como quantidades ideais para uso no processo.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba" na produção de painéis cimento-madeira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Foram utilizadas nesta pesquisa madeiras de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba", coletadas na região de Paragominas, Estado do Pará, sendo a primeira, proveniente de plantios florestais e, a segunda, de uma área de floresta nativa. As toras foram transformadas em tábuas com uma polegada de espessura e transportadas até o local de estudos. Para a manufatura de painéis, foi utilizado o cimento CP V ARI como aglutinante mineral e cloreto de cálcio como acelerador de cura.

### 2.2 Metodologia de pesquisa

Os painéis cimento-madeira foram produzidos em laboratório de acordo com o plano experimental apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Plano experimental.

**Table 1** – Experimental design.

| Tratamento | Espécie | Tratamento de partículas |
|------------|---------|--------------------------|
| T1         | Paricá  | Sem tratamento           |
| T2         | Paricá  | Água fria - 24 horas     |
| T3         | Paricá  | Água quente - 6 horas    |
| T4         | Paricá  | NaOH 1% - 2 horas        |
| T5         | Embaúba | Sem tratamento           |
| T6         | Embaúba | Água fria - 24 horas     |
| T7         | Embaúba | Água quente - 6 horas    |
| T8         | Embaúba | NaOH 1% - 2 horas        |

A partir das tábuas foram geradas as partículas de madeira num picador de disco com as dimensões nominais de 25 mm de comprimento, 0,7 mm de espessura e largura variável. As partículas foram secas ao ar livre e reprocessadas em moinho de martelo para redução de suas dimensões.

As partículas de cada espécie foram separadas em quatro porções para tratamentos, visando à remoção de extrativos inibidores da cura do cimento. A primeira porção foi separada como testemunha (sem tratamento) e as demais foram submetidas aos tratamentos de imersão em água fria por 24 horas, em água quente por 6 horas e em solução diluída a 1% de hidróxido de sódio, conforme apresentado no plano experimental (Tabela 1). Após os tratamentos, as partículas foram lavadas para remoção de extrativos impregnados na sua superfície, secas ao teor de umidade médio de 15% e classificadas em peneira de malha 0,6 para retirada de “finos”.

Para a formação dos painéis, procedeu-se inicialmente o cálculo de cada um dos seguintes componentes da mistura: partículas de madeira, cimento, água e cloreto de cálcio. As seguintes proporções foram consideradas nos cálculos: relação madeira : cimento de 1 : 2,75; fator água : cimento de 0,4; e 3% de cloreto de cálcio em relação ao peso do cimento. Os cálculos foram realizados para densidade nominal do painel de 1.200 kg/m<sup>3</sup>.

Devidamente pesados, os componentes foram misturados numa betoneira para obtenção de massa homogênea. A seguir, foi pesada a massa correspondente a cada painel e distribuída aleatoriamente na caixa formadora do colchão, com as dimensões de 385 mm de largura e 505 mm de comprimento, colocada sobre uma chapa de alumínio untada com óleo mineral para facilitar a retirada após prensagem. Após a retirada da caixa formadora, foi colocada outra chapa na parte superior do colchão e duas barras de ferro de 15 mm para controle da espessura do painel.

O colchão foi prensado a frio com pressão específica de 40 kgf/cm<sup>2</sup>, em número de quatro painéis sobrepostos em sequência e mantidos sob restrição no aparato de grampeamento por período de 24 horas para o endurecimento. Após esse período, os grampos foram retirados e os painéis foram acondicionados na câmara climática à temperatura de 20  $\pm$  2 °C e umidade relativa de 65  $\pm$  3%, por um período de 28 dias, para maturação final.

Para avaliações das propriedades físicas e mecânicas, foram retirados de cada painel, cinco corpos-de-prova para ligação interna, três corpos-de-prova para

absorção e inchamento em espessura e quatro corpos-de-prova para flexão estática. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na Norma Européia EN 319, EN 317 e EN 310, respectivamente.

A análise estatística foi realizada segundo um delineamento inteiramente ao acaso e os resultados foram avaliados por meio da análise de variância e teste de Tukey ao nível de probabilidade de 95%.

### 3 RESULTADOS E DICUSSÃO

#### 3.1 Propriedades físicas dos painéis

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios de densidade dos painéis, absorção de água 24 horas e inchamento em espessura 24 horas dos painéis cimento-madeira de paricá e embaúba.

**Tabela 2** – Propriedades físicas dos painéis cimento-madeira.

**Table 2** – Physical properties of wood cement boards.

| Tratamento   | DP (kg/m <sup>3</sup> ) | AA – 24 h (%)       | IE – 24 h (%)       |
|--------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| T1 – Pa/ST   | 1.131<br>(4,37)         | 23,59 ab<br>(12,86) | 1,38 abc<br>(40,75) |
| T2 – Pa/AF   | 1.089<br>(3,44)         | 23,22 ab<br>(14,59) | 1,54 abc<br>(37,75) |
| T3 – Pa/AQ   | 1.081<br>(5,06)         | 25,27 a<br>(17,36)  | 1,41 ab<br>(37,06)  |
| T4 – Pa/NaOH | 1.096<br>(2,94)         | 25,21 a<br>(10,79)  | 1,95 a<br>(30,12)   |
| T5 – Em/ST   | 1.043<br>(1,98)         | 17,72 b<br>(24,03)  | 0,81 bc<br>(67,34)  |
| T6 – Em/AF   | 1.116<br>(3,08)         | 17,64 b<br>(8,57)   | 0,39 c<br>(59,21)   |
| T7 – Em/AQ   | 1.091<br>(3,11)         | 18,33 b<br>(15,71)  | 0,80 bc<br>(45,38)  |
| T8 – Em/NaOH | 1.091<br>(3,43)         | 20,86 b<br>(12,54)  | 0,92 bc<br>(65,97)  |

Pa: paricá; Em: embaúba; ST: partículas sem tratamento; AF: partículas tratadas em água fria 24 horas; AQ: partículas tratadas em água quente 6 horas; NaOH: partículas tratadas em hidróxido de sódio 2 horas; DP: densidade do painel; AA: absorção de água; IE: inchamento em espessura; (...) coeficiente de variação (%). Letras iguais, dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95 % de probabilidade.

Os valores médios de densidade dos painéis variaram na faixa de 1.040 kg/m<sup>3</sup> a 1.130 kg/m<sup>3</sup> para os diferentes tratamentos avaliados. Os valores foram inferiores à densidade nominal de 1.200 kg/m<sup>3</sup>, em razão

das perdas que ocorrem durante as etapas do processo de formação dos painéis e do retorno em espessura após a prensagem. Os valores obtidos estão compatíveis com a densidade dos painéis comerciais, que segundo a Bison... (1978) é de 1.100 kg/m<sup>3</sup>.

Os resultados de absorção de água indicam que não houve diferenças significativas entre os diferentes tratamentos de partículas, tanto para os painéis de paricá, quanto para os de embaúba.

Na comparação entre as espécies, os painéis de embaúba (T7 e T8), produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas e hidróxido de sódio por 2 horas, apresentaram médias de absorção de água 24 horas, estatisticamente inferiores em relação aos painéis de paricá (T3 e T4).

Os valores médios de absorção de água 24 horas variaram na faixa de 23,22% a 25,27% para painéis de paricá, e de 17,64% a 20,86% para painéis de embaúba. Esses valores estão próximos dos resultados obtidos por Latorraca (2000), cujas médias variaram na faixa de 15,69% a 22,22%, para painéis produzidos com madeiras de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus citriodora*. Okino et al. (2004) encontraram para painéis cimento-madeira de *Hevea brasiliensis*, valores médios de absorção de água 24 horas na faixa de 15,70% a 18,50%.

Quanto ao inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, não foram constatadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, tanto para os painéis de paricá, quanto para os de embaúba. Entre as espécies, os painéis de embaúba (T8) produzidos com partículas tratadas com hidróxido de sódio por 2 horas, apresentaram valor médio de inchamento em espessura estatisticamente inferior em relação aos painéis de paricá (T4).

Os valores médios de inchamento em espessura 24 horas variaram na faixa de 1,38% a 1,95% para painéis de paricá, e de 0,39% a 0,92% para painéis de embaúba. Com exceção do tratamento T4, todos os valores de inchamento em espessura obtidos neste estudo estão abaixo dos resultados obtidos por Latorraca (2000), cujas médias variaram na faixa de 1,64% a 2,12%, para quatro espécies de eucalipto estudadas. Por outro lado, Okino et al. (2004) encontraram para painéis cimento-madeira de *Hevea brasiliensis*, médias de inchamento em espessura 24 horas na faixa de 0,87% a 1,20%. Com exceção dos painéis de paricá produzidos com partículas tratadas com hidróxido de sódio (T4), todos os painéis avaliados neste

estudo apresentaram inchamento em espessura abaixo do valor referencial máximo de 1,80%, indicado como requisito para os painéis comerciais produzidos pelo processo Bison.

Os resultados de absorção de água e inchamento em espessura demonstraram que a aplicação dos métodos de tratamentos de partículas com imersão em água fria, água quente e hidróxido de sódio, não contribuíram para aumento da estabilidade dimensional dos painéis cimento-madeira de paricá e embaúba. Esse fato é altamente positivo sobre o ponto de vista econômico, tendo em vista a eliminação de uma das etapas do processo de produção de painéis cimento-madeira.

### 3.2 Propriedades mecânicas dos painéis

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura em flexão estática dos painéis cimento-madeira de paricá e embaúba.

**Tabela 3** – Propriedades mecânicas dos painéis cimento-madeira.

**Table 3** – Mechanical properties of wood cement boards.

| Tratamento   | LI (MPa)           | MOE (MPa)            | MOR (MPa)          |
|--------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| T1 – Pa/ST   | 0,67 bc<br>(21,78) | 3.203 abc<br>(13,55) | 6,80 ab<br>(21,73) |
| T2 – Pa/AF   | 0,77 bc<br>(22,91) | 3.586 a<br>(18,68)   | 7,91 ab<br>(9,64)  |
| T3 – Pa/AQ   | 0,61 c<br>(8,09)   | 2.780 bc<br>(18,26)  | 6,48 b<br>(19,72)  |
| T4 – Pa/NaOH | 0,66 bc<br>(13,57) | 2.571 c<br>(20,03)   | 6,59 b<br>(9,19)   |
| T5 – Em/ST   | 0,80 ab<br>(7,92)  | 3.232 ab<br>(11,47)  | 7,71 ab<br>(2,62)  |
| T6 – Em/AF   | 0,94 a<br>(10,71)  | 3.272 ab<br>(12,69)  | 6,89 ab<br>(4,96)  |
| T7 – Em/AQ   | 0,81 ab<br>(14,86) | 3.539 a<br>(12,19)   | 8,32 a<br>(8,04)   |
| T8 – Em/NaOH | 0,63 c<br>(16,36)  | 2.836 bc<br>(13,22)  | 7,66 ab<br>(10,36) |

Pa: paricá; Em: embaúba; ST: partículas sem tratamento; AF: partículas tratadas em água fria 24 horas; AQ: partículas tratadas em água quente 6 horas; NaOH: partículas tratadas em hidróxido de sódio 2 horas; LI: ligação interna; MOE: módulo de elasticidade; MOR: módulo de ruptura; ( ... ): coeficiente de variação (%).

Letras iguais, dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95 % de probabilidade.

Os resultados de ligação interna apresentados na Tabela 3 indicam que, para painéis de paricá, não houve influência significativa da aplicação de métodos de tratamentos de partículas sobre essa propriedade. Por outro lado, para painéis de embaúba, o tratamento (T8), produzidos com partículas tratadas com hidróxido de sódio, apresentaram valor médio de ligação interna estatisticamente inferior em relação aos painéis produzidos com partículas sem tratamento e as partículas tratadas em água fria e água quente.

Na comparação entre as espécies, os painéis de embaúba (T6 e T7) produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas e hidróxido de sódio por 2 horas, apresentaram valores médios de ligação interna estatisticamente superiores em relação aos painéis de paricá (T2 e T3) produzidos nas mesmas condições.

Os valores médios de ligação interna variaram na faixa de 0,61 MPa a 0,77 MPa para painéis de paricá, e de 0,63 MPa a 0,94 MPa para painéis de embaúba. Todos os valores obtidos atendem ao requisito mínimo de 0,40 MPa estabelecido pelo Processo Bison para painéis comerciais de cimento-madeira.

Na comparação com os dados apresentados na literatura, os valores médios de ligação interna obtidos neste estudo, foram superiores aos valores obtidos por Iwakiri e Prata (2008) para painéis cimento-madeira de *Eucalyptus grandis*, cujos valores foram na faixa de 0,24 MPa a 0,47 MPa, e também, em comparação aos resultados encontrados por Okino et al. (2004), para painéis de *Hevea brasiliensis* com valores de 0,27 MPa a 0,43 MPa. Santos et al. (2008) obtiveram para painéis cimento-madeira produzidos com madeira de pinus com misturas de 25, 50 e 75% de madeira de candeia, valores médios de ligação interna de 0,60, 0,68 e 0,54 MPa, respectivamente.

Os resultados de módulo de elasticidade (MOE) apresentados na Tabela 3 demonstram que houve diferenças significativas entre os diferentes métodos de tratamentos de partículas. Para os painéis de paricá, a maior média de MOE foi verificada para os painéis produzidos com partículas tratadas em água fria por 24 horas (T2). Já, para os painéis de embaúba, a maior média de MOE foi verificada para os painéis produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas (T7).

Na comparação entre as espécies, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o MOE apenas entre os painéis produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas, onde os painéis de embaúba (T7) apresentaram maior média em relação aos painéis de paricá (T3).

Os valores médios de MOE obtidos neste estudo, variaram na faixa de 2.571 MPa a 3.586 MPa para os painéis de paricá, e de 2.836 MPa a 3.539 MPa para os painéis de embaúba. Esses valores estão em conformidade com os resultados apresentados por Latorraca (2000) para os painéis cimento-madeira de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus citriodora*, cujos valores foram de 1.840 MPa a 3.390 MPa. Por outro lado, os valores de MOE obtidos neste estudo, foram inferiores aos encontrados por Iwakiri e Prata (2008) e Okino et al. (2004) que foram de 5.171 MPa a 6.144 MPa, e de 3.330 MPa a 4.780 MPa, respectivamente, para as espécies de *Hevea brasiliensis* e *Eucalyptus grandis*.

Na comparação com o valor referencial para painéis comerciais fabricados pelo processo Bison, a maioria dos valores de MOE obtidos para os painéis de paricá e embaúba, atendem ao requisito mínimo de 3.000 MPa. Cabe ressaltar que, os painéis produzidos sem tratamento de partículas apresentaram maiores valores de MOE em relação ao requisito mínimo do processo Bison, tanto para o paricá, quanto para o embaúba. Esse é um ponto positivo, tendo em vista a possibilidade de eliminar a etapa de tratamento de partículas no processo de produção dos painéis cimento-madeira para essas espécies.

Quanto ao módulo de ruptura (MOR), não foram constatadas diferenças significativas entre os painéis cimento-madeira produzidos com diferentes métodos de tratamentos de partículas, tanto para os painéis de paricá, quanto para os de embaúba.

Na comparação entre as espécies, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o MOR apenas entre os painéis produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas, onde os painéis de embaúba (T7) apresentaram maior média em relação aos painéis de paricá (T3).

Os valores médios de MOR obtidos neste estudo, variaram na faixa de 6,48 MPa a 7,91 MPa para os painéis de paricá e de 6,89 MPa a 8,32 MPa para os painéis de embaúba. Esses valores foram superiores em relação aos resultados obtidos por Latorraca (2000) para os painéis cimento-madeira de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus citriodora*, cujos valores foram de 3,53 MPa a 6,77 MPa. Os valores médios de MOR obtidos neste estudo foram próximos dos resultados encontrados por Iwakiri e Prata (2008) e Okino et al. (2004), cujos valores foram na faixa de 6,47 MPa a 9,90 MPa, e de 6,6 MPa a 7,6 MPa, respectivamente, para as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Hevea brasiliensis*.

Por outro lado, na comparação com o valor referencial para painéis comerciais fabricados pelo processo Bison, os valores de MOR obtidos para os painéis de paricá e embaúba, foram inferiores ao requisito mínimo de 9,0 MPa.

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- os métodos de tratamentos de partículas não contribuíram de forma significativa para aumento na estabilidade dimensional dos painéis cimento-madeira de paricá e embaúba;
- de maneira geral, os painéis de embaúba apresentaram melhor estabilidade dimensional em comparação aos painéis de paricá;
- quanto às propriedades mecânicas, os painéis de embaúba produzidos com partículas tratadas em água quente por 6 horas, apresentaram melhores resultados em comparação aos painéis de paricá;
- os métodos de tratamentos de partículas exerceram pouca influência nos resultados de propriedades mecânicas dos painéis cimento-madeira de paricá e embaúba;
- os resultados de inchamento em espessura 24 horas e ligação interna obtidos para os painéis de paricá e embaúba, atendem integralmente aos requisitos mínimos estabelecidos pelo processo Bison para painéis comerciais de cimento-madeira. Para o Modulo de elasticidade, os resultados atendem parcialmente a esse requisito do processo Bison;
- a avaliação geral dos resultados indica a viabilidade técnica de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba" na produção de painéis cimento-madeira.

#### 5 REFERÊNCIAS

BERALDO, A. L.; ARRUDA, A. C.; STANCATO, A. C.; SAMPAIO, C. A. P.; FERNANDES FILHO, O. P.; LEONEL, V. M. Compósito à base de resíduos vegetais e cimento portland. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2002. p. 85-90.

BISON wood-cement board. New York: Springer, 1978. 10 p.

IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis de cimento-madeira. *Cerne*, Lavras, v. 14, n. 1, p. 75-81, jan./mar. 2008.

LATORRACA, J. V. F. *Eucalyptus spp na produção de painéis cimento madeira*. 2000. 191 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LATORRACA, J. V. F.; IWAKIRI, S. Painéis de cimento-madeira. In: IWAKIRI, S. (Ed.). *Painéis de madeira reconstituída*. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 229-254.

MOSLEMI, A. A. Emerging technologies in mineral-bonded wood and fiber composites. In: SEMNÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., 1998, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFV/SIF, 1998. p. 44-56.

MOSLEMI, A. A. *Particleboard*. London: Southern Illinois University, 1974. 245 p.

MOSLEMI, A. A.; GARCIA, J. F.; HOSFSTRAND, A. D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cement-water systems. *Wood and Fiber Science*, New York, v. 15, n. 2, p. 164-176, 1983.

OKINO, E. U. A.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; SOUSA, M. E.; TEIXEIRA, D. E. Chapa aglomerada de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 451-457, maio/jun. 2004.

RASHWAN, M. S.; HATZINICOLAS, M.; ZMAVC, R. Development of a lightweight low-cost concrete block using wood residue. *Forest Products Journal*, Amsterdam, v. 42, n. 5, p. 57-64, 1992.

SANTOS, R. C.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; MENDES, R. F. Aproveitamento de resíduos da madeira de candeia (*Eremalnthus erythropappus*) para produção de painéis cimento-madeira. *Cerne*, Lavras, v. 14, n. 3, p. 241-250, jul./set. 2008.

SILVA, G. C.; LATORRACA, J. V.; TEIXEIRA, D. E.; BORTOLETTO JUNIOR, G. Produção do compósito madeira e casca de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e cimento Portland. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 68, p. 59-67, 2005.

SIMATUPANG, M. H.; SCHWARZ, G. H.; BROKER, F. W. Small scale plants for the manufacture of mineral-bonded wood composites. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 8., 1978, Jakarta. *Proceedings...* Jakarta, 1978. p. 21.