

UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE CIMENTO-MADEIRA

Setsuo Iwakiri¹, José Guilherme Prata²

(recebido: 2 de julho de 2007; aceito: 19 de dezembro de 2007)

RESUMO: Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o potencial de utilização da madeira de *E. grandis* e *E. dunnii* na produção de painéis cimento-madeira. Foram produzidos painéis com densidade nominal de 1,20 g/cm³, utilizando cimento portland como aglutinante mineral e partículas de madeira sem tratamento, com tratamentos em água fria e água quente. A madeira de *P. taeda* foi utilizada como testemunha. Os resultados indicaram que não há necessidade de tratamento de partículas, tanto para madeira de *E. grandis*, quanto para *E. dunnii* para produção de painéis cimento-madeira. Com relação às espécies estudadas, os painéis produzidos com a madeira de *E. dunnii* apresentaram baixos valores de propriedades mecânicas. Por outro lado, os painéis produzidos com madeira de *E. grandis* apresentaram resultados satisfatórios em comparação aos painéis testemunhas de *P. taeda* e valores referenciais do processo Bison e da literatura, indicando ter potencial para produção de painéis cimento-madeira.

Palavras-chave: Painéis cimento-madeira, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus dunnii*.

Eucalyptus grandis AND *Eucalyptus dunnii* USE FOR WOOD-CEMENT PANELS MANUFACTURING

ABSTRACT: This research evaluated the potential use of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii* wood for wood-cement panels manufacturing. The boards were manufactured at the density of 1,20 g/cm³, using portland cement as mineral bonding and wood furnish without treatment, treated in cold water and hot water. The wood furnish of *Pinus taeda* was used as control. The results indicated that it is not necessary to treat *E. grandis* and *E. dunnii* wood for wood-cement board manufacturing. In relation to wood species, the board manufactured with *E. dunnii* showed lower values of mechanical properties. However, boards manufactured of *E. grandis* wood showed satisfactory results in comparison to boards of *P. taeda* and the referenced values of BISON process and other products cited in the pertinent literature, indicating the high potential for wood-cement board manufacture of this tree species.

Key words: Wood cement board, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus dunnii*.

1 INTRODUÇÃO

Os painéis de cimento-madeira são tipos especiais de painéis aglomerados, constituídos basicamente de partículas de madeira com um aglutinante de origem mineral, sendo o cimento o produto mais empregado na sua manufatura. Nos painéis cimento-madeira, a resina termofixa do tipo uréia-formaldeído é substituída pelo cimento, cujo processo de endurecimento é decorrente de reações exotérmicas resultante da hidratação do cimento na presença de água.

O painel cimento-madeira tem sua aplicação destinada principalmente em construção civil sendo muito utilizado nos países da Europa e no Japão, em função de suas características adequadas para uso estrutural. Segundo Moslemi (1974) os painéis cimento-madeira apresentam inúmeras vantagens para uso em construção civil, tais como: (i) são produtos virtualmente incombustíveis; (ii) apresentam alta resistência à umidade e ao contato com a água; (iii) são resistentes ao ataque de fungos e insetos; e (iv) são isolantes

térmicos e acústicos. No Brasil, o painel cimento-madeira ainda não é empregado por várias razões, sendo a principal a questão cultural de priorizar as construções em alvenaria. Esse cenário pode ser mudado gradativamente através de políticas governamentais voltadas à construção de habitações sociais e iniciativas do setor privado atribuídos aos profissionais da área de construção civil. Outro fator de importância no Brasil é a grande disponibilidade de resíduos de processamento de madeiras e a auto-suficiência em cimento, os quais são as principais fontes de matéria-prima na fabricação de painéis cimento-madeira.

Moslemi (1998) destaca a similaridade do processo de manufatura de painéis aglomerados e cimento-madeira e descreve as etapas do processo que se inicia com a geração de partículas, passando pela classificação das 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.

¹Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal na Universidade Federal do Paraná/ UFPR – Av. Lothário Meissner, 632 – Jardim Botânico – 80210-170 – Curitiba, PR – setsuo@ufpr.br

²Doutorando em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná/UFPR – Av. Lothário Meissner, 632 – Jardim Botânico – 80210-170 – Curitiba, PR.

Entre os fatores que influenciam no processo de fabricação de painéis cimento-madeira, a composição química da madeira é de grande importância na cura e endurecimento do cimento. Segundo Simantupang et al. (1978), os extrativos presentes na madeira são os principais responsáveis pela inibição da solidificação do cimento, sendo seus princípios ativos os compostos fenólicos e os carboidratos livres. Ainda segundo o autor, espécies de folhosas tropicais apresenta influência negativa mais pronunciada na pega e no endurecimento do cimento do que as de coníferas. Para viabilizar o uso de determinadas espécies com alto teor de extrativos inibidores de cura do cimento, Moslemi et al. (1983) apontam três métodos de tratamentos de partículas: (i) imersão em água fria por 24 horas; (ii) imersão em água quente por 6 horas; e (iii) imersão em solução de NaOH (1%).

Beraldo et al. (2002) afirmam que a presença de açúcares e extrativos solúveis em água ou álcali retarda o tempo de pega do cimento. Segundo os autores, o problema pode ser minimizado através de aplicação de métodos de tratamento de partículas e uso de aditivos químicos e minerais aceleradores de pega do cimento. Obino et al. (2004) avaliaram os efeitos do tratamento de partículas de madeira de *Hevea brasiliensis*, através de fervura em água quente por um período de quatro horas sobre as propriedades dos painéis cimento-madeira. Os resultados obtidos indicaram que o tratamento por fervura não foi eficaz em relação aos painéis produzidos com partículas sem fervura. Lopes et al. (2005) produziram painéis cimento-madeira com diferentes proporções de casca de *Eucalyptus grandis* tratadas com solução diluída de hidróxido de sódio 1% por um período de 48 horas, visando avaliar seus efeitos sobre as propriedades dos painéis. Os resultados dos ensaios com a incorporação de 25% de cascas tratadas quimicamente na produção dos painéis, foram bons para a maioria das propriedades avaliadas, indicando que a remoção de extrativos presentes nas cascas ocasiona efeito positivo na qualidade final dos painéis produzidos. Com relação ao uso de aditivos minerais, Silva et al. (2006), encontraram para painéis cimento-madeira de *Eucalyptus urophylla*, produzidos com adição de 20 e 30% de microssilica, valores inferiores de inchamento em espessura após 24 horas em imersão em água, indicando um aumento na resistência à umidade dos painéis produzidos. Para as propriedades mecânicas a adição de microssilica não causou melhorias significativas.

A madeira e o cimento são os principais componentes que formam a estrutura dos painéis minerais.

A relação entre a madeira e cimento mais empregada, inclusive industrialmente, é de 1:2,75. Outras relações, maiores ou menores têm sido testadas, porém à medida que se aumenta a proporção de madeira em relação ao cimento, o tempo de cura dos painéis torna-se mais prolongado (LATORRACA & IWAKIRI, 2005).

Os mesmos autores descrevem que a água é necessária para que ocorram as reações químicas do cimento, para os aditivos se dissolverem, e também, para permitir a mistura do cimento que irá revestir uniformemente as partículas de madeira. Simantupang et al. (1978) relatam que, para obtenção de painéis de alta densidade, é utilizada uma proporção de água em relação ao cimento de 0,4. Zoulalian & Beraldo (1994) afirmam que a quantidade de água na mistura madeira-cimento é maior em comparação ao concreto, devido à natureza higroscópica da madeira. Solórzano (1994) em seu artigo mostra que a resistência à flexão estática de painéis cimento-madeira reduziu de 9,2 MPa para 3,7 MPa, com a redução do fator água / cimento de 0,635 para 0,235.

Os aditivos químicos são empregados com o propósito de reduzir o tempo de endurecimento do cimento, acelerando a pega e encurtando a cura. Os sais como cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, silicato de sódio e silicato de potássio, são alguns dos aditivos utilizados. O cloreto de cálcio é atualmente o produto mais empregado como aditivo químico acelerador de cura do cimento. 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. Latorraca (2000), na sua pesquisa sobre painéis cimento-madeira de *Eucalyptus spp*, com uso de diversos tipos de aditivos químicos, obteve melhores resultados para cloreto de cálcio em proporção de 3 e 4% sobre o peso do cimento.

Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o potencial de utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, na produção de painéis de madeira-cimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas nesta pesquisa madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, provenientes de árvores com 18 e 15 anos, respectivamente, coletadas nas regiões de Telêmaco Borba – PR e Canoinhas – SC. A madeira de *Pinus taeda* utilizada como testemunha foi obtida dos plantios localizados na região de Jaguariaíva – PR. Para a formação dos painéis foi utilizado cimento CP V ARI de alta resistência inicial como aglutinante mineral e cloreto de cálcio como acelerador de cura do cimento. A utilização

de *Pinus taeda* como testemunha deve-se ao fato dessa espécie ser uma conífera e, segundo a literatura, apresenta baixo índice de inibição na cura do cimento, mesmo sem tratamento de partículas. As madeiras de coníferas são também as mais empregadas mundialmente na produção de painéis cimento-madeira.

As partículas utilizadas na manufatura de painéis foram obtidas a partir de blocos de madeira com dimensões de 250 mm x 30 mm x 25 mm, processados no picador de disco para geração de partículas do tipo “flake” com dimensões nominais de 30 mm de comprimento, 0,7 mm de espessura e largura máxima de 25 mm. Posteriormente, as partículas foram reprocessadas no moinho de martelo, para redução de suas dimensões para geometria do tipo “sliver” e, as de *Eucalyptus*, foram submetidas a tratamentos em água fria por período de 24 horas e em água quente por período de 6 horas, para remoção de extrativos inibidores da cura do cimento. Após a drenagem da água e lavagem para remoção de extrativos da superfície das partículas, as mesmas foram secas ao teor de umidade médio de 12% e peneiradas para retirada de “finos”.

O plano experimental consistiu de duas espécies de *Eucalyptus* e dois métodos de tratamento de partículas, além do painel testemunha de *Pinus taeda*, conforme apresenta-se na Tabela 1. Foram produzidos três painéis por tratamento.

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. Na definição da quantidade para cada componente da mistura foram consideradas as seguintes proporções: 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 1,20 g/cm³. 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/cm², em número de três painéis sobrepostos em seqüência 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 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 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 EN 319, EN 317 e EN 310, respectivamente. Os resultados foram analisados estatisticamente através de ANOVA e teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ligação interna

De acordo com os resultados observados na Tabela 2, pode-se constatar que os painéis produzidos com madeira de *E. grandis*, sem tratamento de partículas, apresentaram valor médio de ligação interna estatisticamente igual em

Tabela 1 – Plano experimental.

Table 1 – Experimental chart.

Tratamento	Espécie	Tratamento de partículas
T1 – Pt / ST	<i>Pinus taeda</i>	Sem tratamento
T2 – Eg / ST	<i>Eucalyptus grandis</i>	Sem tratamento
T3 – Eg / AF	<i>Eucalyptus grandis</i>	Água fria – 24 horas
T4 – Eg / AQ	<i>Eucalyptus grandis</i>	Água quente – 6 horas
T5 – Ed / ST	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Sem tratamento
T6 – Ed / AF	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Água fria – 24 horas
T7 – Ed / AQ	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Água quente – 6 horas

Pt: *Pinus taeda*; Eg: *Eucalyptus grandis*; Ed: *Eucalyptus dunnii*; ST: sem tratamento; AF: água fria; AQ: água quente.

relação aos painéis testemunhas de *P. taeda*. O valor médio de 0,47 MPa obtido para esses painéis foi superior ao valor mínimo requerido pelo processo Bison (BISON WOOD-CEMENT BOARD, 1978) que é de 4,0 kgf/cm² (0,39 MPa).

Com relação ao tratamento de partículas, os valores médios de ligação interna obtidos dos painéis de *E. grandis*, produzidos com partículas tratadas em água fria (T3) e água quente (T4), foram estatisticamente inferiores em comparação aos painéis produzidos com partículas sem tratamento. Já, para os painéis de *E. dunnii* não foram constatadas diferenças significativas entre os painéis produzidos com partículas sem tratamento e com tratamentos em água fria (T6) e água quente (T7). Esses resultados são muito importantes sobre ponto de vista industrial, por serem indicativos de que para essas espécies de eucalipto, não há necessidade de tratamento de partículas. Por outro lado, os efeitos negativos do tratamento de partículas nos resultados da ligação interna, podem ser explicados em parte pelo processo de migração e exposição de substâncias prejudiciais à cura do cimento na interface entre a superfície das partículas e o aglutinante. Cabe ressaltar que, na pesquisa realizada por Obino et al. (2004) com *Hevea brasiliensis*, uma folhosa, os autores constataram que o tratamento de fervura das partículas, não contribuiu para melhoria significativa das propriedades dos painéis cimento-madeira, em relação às partículas não fervidas.

A avaliação quanto às espécies apontaram baixos valores de ligação interna para os painéis produzidos com madeira de *E. dunnii*, o que pode estar relacionado com a alta concentração de extrativos prejudiciais à cura do cimento, como relatado amplamente por Moslemi et al. (1983) e Simantupang et al. (1978).

3.2 Flexão estática

Os resultados de MOE, apresentados na Tabela 3, demonstram que os painéis produzidos com madeira de *E. grandis*, sem e com tratamento de partículas, apresentaram valores médios estatisticamente iguais em comparação aos painéis- testemunhas produzidos com madeira de *P. taeda*. Cabe destacar ainda que, em termos de médias absolutas, os painéis de *E. grandis* produzidos com partículas sem tratamento apresentaram a maior média entre todos os tratamentos. Verifica-se também que para *E. grandis*, não foram detectadas diferenças significativas nos valores de MOE entre os painéis produzidos com partículas tratadas em água fria, por período de 24 horas, e água quente por período de 6 horas.

Com relação ao *E. dunnii*, todos os painéis apresentaram valores médios de MOE significativamente inferiores em relação aos painéis testemunhas de *P. taeda* e de *E. grandis*. Essa diferença pode ser atribuída aos baixos valores obtidos para ligação interna, em função da influência dos extrativos prejudiciais à cura do cimento, como comentado anteriormente. Tanto para o *E. grandis*, quanto para o *E. dunnii*, o tratamento de partículas com água fria e água quente, não influenciaram positivamente no módulo de elasticidade dos painéis.

Na comparação com os valores mencionados na literatura, os valores médios de MOE obtidos para painéis de *E. grandis*, sem tratamento (T2) e com tratamentos de partículas (T3 e T4), foram superiores em relação ao valor mínimo referencial do processo Bison (BISON WOOD-CEMENT BOARD, 1978), que é de 30.000 kgf/cm² (2,94 Gpa). Os resultados foram também satisfatórios em comparação aos valores obtidos por Latorraca (2000), para

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de ligação interna.

Table 2 – Results of internal bond trials.

Tratamento	Densidade (g/cm ³)	Ligação interna	
		Média (MPa)	CV (%)
T1 – Pt / ST	1,19 a	0,46 b	17,36
T2 – Eg / ST	1,12 a	0,47 b	14,90
T3 – Eg / AF	1,17 a	0,30 a	42,00
T4 – Eg / AQ	1,17 a	0,24 a	45,11
T5 – Ed / ST	1,13 a	0,26 a	36,23
T6 – Ed / AF	1,15 a	0,30 a	29,97
T7 – Ed / AQ	1,05 a	0,28 a	16,20

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

Pt: *Pinus taeda*; Eg: *Eucalyptus grandis*; Ed: *Eucalyptus dunnii*; ST: sem tratamento; AF: água fria; AQ: água quente.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de flexão estática.**Table 3** – Results of static bending tests.

Tratamento	Densidade (g/cm ³)	MOE		MOR	
		Média (GPa)	CV (%)	Média (MPa)	CV (%)
T1 – Pt / ST	1,19 a	4,29 bc	13,94	9,41 c	9,29
T2 – Eg / ST	1,12 a	4,78 c	11,18	9,90 c	9,71
T3 – Eg / AF	1,17 a	4,08 bc	25,45	8,82 c	25,39
T4 – Eg / AQ	1,17 a	3,33 b	35,77	6,47 b	33,06
T5 – Ed / ST	1,13 a	0,98 a	39,08	3,92 a	22,96
T6 – Ed / AF	1,15 a	1,08 a	26,35	4,02 a	19,65
T7 – Ed / AQ	1,05 a	0,87 a	36,41	3,53 a	41,09

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

Pt: *Pinus taeda*; Eg: *Eucalyptus grandis*; Ed: *Eucalyptus dunnii*; ST: sem tratamento; AF: água fria; AQ: água quente.

MOE: módulo de elasticidade; MOR: módulo de ruptura; CV: coeficiente de variação.

painéis produzidos com madeiras de *E. pellita*, *E. robusta*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, cujas médias variaram na faixa de 1,84 a 3,39 GPa. Já, os painéis de *E. dunnii* não apresentaram valores de MOE satisfatórios em relação aos valores referenciais.

Os valores médios de MOR, apresentados na Tabela 3, indicam que não há diferenças estatisticamente significativas entre os painéis testemunhas de *P. taeda* e painéis de *E. grandis* produzidos com partículas sem tratamento (T2) e com tratamento em água fria (T3). Por outro lado, o tratamento de partículas em água quente reduziu significativamente os valores de MOR em comparação aos painéis produzidos sem tratamento de partículas e com tratamento em água fria.

Os painéis produzidos com partículas de *E. dunnii* apresentaram as mesmas tendências observadas para o MOE, ou seja, os valores médios de MOR foram estatisticamente inferiores em relação aos painéis testemunhas de *P. taeda* e de *E. grandis*. Esses resultados demonstram alto índice de inibição da madeira de *E. dunnii* nas reações de hidratação e cura do cimento no processo de formação dos painéis, e os tratamentos de partículas não exerceram efeitos positivos nos resultados dos ensaios de flexão estática. Com base nessa constatação, pode-se afirmar que, para madeiras de determinadas espécies, o tratamento de partículas pode não ser eficiente para melhorar as propriedades dos painéis cimento-madeira. Essa mesma avaliação foi feita por Obino et al. (2005), para painéis produzidos com madeira de *Hevea brasiliensis*, tratadas por método de fervura.

Na comparação com os valores mencionados na literatura, os valores médios de MOR obtidos para painéis

de *E. grandis*, sem tratamento (T2) e com tratamento de partículas em água fria (T3), foram superiores em relação ao valor mínimo referencial do processo Bison (BISON WOOD-CEMENT BOARD, 1978), que é de 90 kgf/cm² (8,82 MPa). Os resultados foram também satisfatórios em comparação aos valores obtidos por Latorraca (2000), para painéis produzidos com madeiras de *E. pellita*, *E. robusta*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, cujas médias variaram na faixa de 3,53 a 6,77 MPa.

3.3 Absorção e inchamento em espessura

Os valores médios de absorção de água, após 24 h de imersão (Tabela 4), demonstram que não há diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com partículas sem tratamentos de *P. taeda*, *E. grandis* e *E. dunnii*. Para essa propriedade, não houve diferenças expressivas entre os painéis de *E. dunnii* em relação aos painéis de *E. grandis* e *P. taeda*, como foram constatadas para as propriedades mecânicas. Verifica-se também que há tendências de aumento na absorção de água dos painéis produzidos com partículas tratadas em água fria e água quente. Os valores médios de absorção de água 24 horas, obtidos nesse estudo estão dentro da faixa de 15,69% a 22,22%, encontrados por Latorraca (2000) para quatro espécies de eucalipto.

Quanto ao inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, cabe destacar que o valor médio obtido para os painéis de *E. grandis* produzidos com partículas sem tratamento foi estatisticamente igual em comparação aos painéis- testemunhas de *P. taeda*. Para os painéis de *E. grandis*, o tratamento de partículas com água fria e água

Tabela 4 – Resultados dos ensaios de absorção de água e Inchamento em espessura.**Table 4** – Results of water absorption and thickness swelling tests.

Tratamento	AA – 24 h		IE – 24 h	
	Média (%)	CV (%)	Média (%)	CV (%)
T1 – Pt / ST	14,05 a	10,30	1,69 a	63,19
T2 – Eg / ST	15,15 ab	11,01	2,26 ab	16,62
T3 – Eg / AF	19,22 bc	15,93	4,83 c	22,67
T4 – Eg / AQ	20,34 c	21,46	4,13 c	30,41
T5 – Ed / ST	14,27 a	9,18	3,63 bc	44,62
T6 – Ed / AF	16,72 abc	10,11	2,20 ab	14,54
T7 – Ed / AQ	20,30 c	2,95	2,18 ab	27,52

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

Pt: *Pinus taeda*; Eg: *Eucalyptus grandis*; Ed: *Eucalyptus dunnii*; ST: sem tratamento; AF: água fria; AQ: água quente.

AA: absorção de água; IE: inchamento em espessura; CV: coeficiente de variação.

quente resultou em aumento significativo nos valores de inchamento em espessura. Esses resultados podem ser atribuídos aos maiores valores de absorção de água obtidos para esses painéis. Já para os painéis de *E. dunnii*, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de inchamento em espessura, obtidos para painéis produzidos com partículas sem e com tratamentos.

Para essa propriedade dimensional, os valores médios obtidos estão um pouco acima da faixa de 1,64 a 2,12% obtidos por Latorraca, (2000) para quatro espécies de eucalipto. Cabe ressaltar que os painéis de *E. grandis* produzidos com partículas sem tratamento apresentaram valor médio próximo dos encontrados por Latorraca (2000) e do valor referencial máximo de 1,8% do processo Bison (BISON WOOD-CEMENT BOARD, 1978).

4 CONCLUSÕES

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

As propriedades mecânicas e de estabilidade dimensional dos painéis produzidos com madeira de *E. grandis*, sem tratamento de partículas, foram estatisticamente iguais em comparação aos painéis testemunhas produzidos com madeira de *P. taeda*;

Os painéis produzidos com madeira de *E. dunnii* apresentaram valores de propriedades mecânicas expressivamente inferiores em comparação aos painéis testemunhas de *P. taeda* e de *E. grandis*. Quanto aos resultados de absorção de água e de inchamento em espessura, os valores obtidos não indicaram tendências

claras da influência da espécie e tratamento de partículas;

A aplicação do processo de tratamento de partículas através de imersão em água fria e água quente, não influenciou de forma significativa para o aumento das propriedades mecânicas dos painéis cimento-madeira;

A avaliação dos resultados obtidos nessa pesquisa em comparação aos valores referenciais da literatura e do processo Bison, indica um grande potencial de uso da madeira de *Eucalyptus grandis*, na produção de painéis de cimento-madeira. O *Eucalyptus dunnii* apresentou-se de forma limitada para essa finalidade de uso.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: FECIV-UFU, 2002. CD-ROM.

BISON WOOD-CEMENT BOARD. *Bison*: report. [S.l.], 1978. 10 p.

LATORRACA, J. V. F. *Eucalyptus spp. na produção de painéis de cimento madeira*. 2000. 191 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LATORRACA, J. V. F.; IWAKIRI, S. Painéis de cimento-madeira. In: IWAKIRI, S. (Org.). *Painéis de madeira reconstituída*. Curitiba: FUPEF, 2005. v. 1, p. 213-239.

- LOPES, Y. L. V.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; LATORRACA, J. V. F.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, G. C. Avaliação do potencial técnico da madeira e cascas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na produção de painéis cimento-madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 111-122, abr. 2005.
- MOSLEMI, A. A. Emerging technologies in mineral-bonded wood and fiber composites. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1998. p. 144-156.
- MOSLEMI, A. A. **Particleboard**: technology. London: Southern Illinois University, 1974. v. 2, 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**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 164-176, 1983.
- OBINO, E. Y. A.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; SOUSA, M. E.; TEIXEIRA, D. E. Chapa aglomerada de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 451-457, 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.
- SILVA, G. C.; LATORRACA, J. V. F.; CARMO, J. F.; FERREIRA, E. S. Efeito de aditivos minerais sobre as propriedades de chapas cimento-madeira. **Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 451-456, 2006.
- SIMATUPANG, M. H.; SCHWARZ, G. H.; BROKER, F. W. Small scale plants for the manufacture of mineral-bonded wood composites. In: EIGHT WORLD FORESTRY CONGRESS, 1978, Indonésia. **Special paper**. Indonésia: [s.n.], 1978.
- SOLÓRZANO, A. G. R. Experience of manufacturing wood-cement particleboard in México. In: INTERNATIONAL INORGANIC-BONDED WOOD AND FIBER COMPOSITE CONFERENCE, 4., 1994, Washington. **Anais...** Washington, DC: [s.n.], 1994. p. 84-87.
- ZOULALIAN, A. M. E.; BERALDO, A. L. Dimensionally stable cement bonded particleboard. In: INTERNATIONAL INORGANIC-BONDED WOOD AND FIBER COMPOSITE CONFERENCE, 4., 1994, Washington. **Anais...** Washington, DC: [s.n.], 1994. p. 19-24.