

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla* NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA

Lourival Marin Mendes¹, Fernanda Alvarenga Pomarico Loschi², Luana Elis de Ramos e Paula³,
Rafael Farinassi Mendes³, José Benedito Guimarães Júnior⁴, Fábio Akira Mori⁵

(recebido: 24 de março de 2008; aceito: 30 de novembro de 2010)

RESUMO: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o potencial de utilização de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. Neste estudo foram utilizados seis clones de *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade, provenientes da Companhia Mineira de Metais, localizada no município de Paracatu - MG. Para a formação dos painéis foi utilizado cimento Portland CP V - ARI/Plus de alta resistência inicial como aglutinante mineral e cloreto de cálcio (CaCl₂) como acelerador de cura do cimento. Os painéis foram produzidos com os seguintes parâmetros: dimensões de 49,5 x 49,5 x 1,5 cm, densidade nominal de 1,2 g/cm³, relação madeira:cimento (1:2,5) e relação água:cimento(1:1,5). A análise dos resultados obtidos, em relação aos requisitos mínimos de painéis convencionais produzidos pelo processo Bison, permite afirmar que: (1) para Inchamento em espessura em duas e vinte e quatro horas, apenas os clones 19, 28 e 58 atenderam as especificações; (2) para absorção de água o clone 62 apresentou os melhores resultados; (3) para ligação interna apenas o clone 58 não atendeu as especificações; (4) para compressão paralela os clones 19, 36 e 58 apresentaram os melhores resultados; (5) e para MOE e MOR, nenhum dos clones apresentaram valores compatíveis com o processo bison. Sugere-se a continuação de pesquisas nesta linha, incluindo os estudos de variáveis de produção, afim de que todas as propriedades atinjam os valores mínimos exigidos pelas normas.

Palavras-chave: Painéis cimento-madeira, clones, *Eucalyptus urophylla*.

UTILIZATION POTENTIAL OF WOOD CLONES OF *Eucalyptus urophylla* IN THE PRODUCTION OF WOOD-CEMENT PANELS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the potential of using clones of *Eucalyptus urophylla* in the production of wood-cement panels. The study used six clones of *Eucalyptus urophylla* with 8 years of age, from the Companhia Mineira de Metais, located in Paracatu - MG. For the formation of the panels it was used Portland cement CP V - ARI / Plus, possessing high initial resistance to mineral binder and calcium chloride (CaCl₂) as accelerator for the cement curing. The panels were produced with the following parameters: dimensions of 49.5 x 49.5 x 1.5 cm, nominal density of 1.2 g/cm³, relation wood: cement (1:2.5) and relation water: cement (1:1.5). The results can showed that: (1) for thickness swelling in two and twenty-four hours, only clones 19,28 and 58 attended the specifications, (2) for water absorption, clone 62 showed the best results, (3) to internal bond, only clone 58 didn't attend specifications, (4) for the compression, clones 19,36 and 58 showed the best results, (5) for MOE and MOR, none of the clones presented values compatible to the bison process. It is suggested the continuation of this line of research, including the manipulation of variables of production, so that all properties be compatible to the minimum required standards.

Key words: Wood-cement panels, clones, *Eucalyptus urophylla*.

1 INTRODUÇÃO

Os painéis de cimento-madeira são produzidos a partir da mistura de partículas de madeira, um aglutinante mineral (cimento), água e aditivos químicos. Apesar de sua larga aceitação e utilização em mercados exigentes, como a Europa e a Ásia, esse tipo de painel ainda não está inserido comercialmente no mercado brasileiro.

De acordo com Lopes (2004), tais painéis apresentam algumas características vantajosas em relação a outros tipos de painéis, tais como: alta durabilidade, trabalhabilidade similar aos produtos de madeira, resistência a mudanças drásticas de temperatura, alta resistência à umidade, alta resistência a fungos e insetos, além de serem, virtualmente incombustíveis, isolantes térmicos e acústicos e não conterem formaldeído livre.

¹Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@dcf.ufla.br

²Arquiteta, Professora Mestre em Engenharia Florestal – Faculdade de Engenharia – Universidade Federal de Juiz de Fora – 36036-330 – Juiz de Fora, MG – fernandapomarico@gmail.com

³Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – luanafloresta@hotmail.com, rafaelarinassi@gmail.com

⁴Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Engenharias – Universidade Federal do Piauí/UFPI – BR135, Km 03 – Bom Jesus, PI – 64.900-000 – jbguiamaraesjr@hotmail.com

⁵Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Ciências Florestais – Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – morif@dcf.ufla.br

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 no endurecimento do cimento, a qual varia principalmente em função da espécie utilizada. Segundo Simantupang et al. (1978), os extrativos presentes na madeira são os principais responsáveis pela inibição da solidificação do cimento. Para viabilizar o uso de determinadas espécies, Moslemi et al. (1998) apontam três métodos de tratamentos de partículas: imersão em água fria por 24 horas; imersão em água quente por 6 horas; e imersão em solução de NaOH (1%).

Várias alternativas estão sendo estudadas para suprir a demanda pela madeira de *Pinus* por outras espécies alternativas de rápido crescimento. Nesse quadro, as espécies de eucalipto, que ocupam uma grande área de florestas plantadas, principalmente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, são apontadas como uma das alternativas para suprimento das indústrias de base florestal. As grandes áreas de plantios de eucalipto existentes hoje foram plantadas, inicialmente, visando ao suprimento das indústrias siderúrgicas que utilizam carvão vegetal. Uma parte significativa já era utilizada como matéria-prima pelas indústrias de papel e celulose, e painéis de fibras duras e isolantes. No entanto, a sua utilização como madeiras serradas e beneficiadas, lâminas e compensados e outros tipos de painéis reconstituídos de maior valor agregado é ainda muito recente e carente de estudos tecnológicos. Entre as espécies de eucalipto, cabe destacar a madeira de *Eucalyptus urophylla* e seus clones, em função das altas taxas de produtividade, boa adaptação em grande parte do território brasileiro e relativa disponibilidade de florestas para pronto uso.

Algumas pesquisas já foram realizadas com o intuito de avaliar a utilização de diferentes espécies de *Eucalyptus ssp* na produção de painéis cimento-madeira, dentre as quais, pode-se destacar a de Iwakiri e Prata (2008), que, estudando *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus grandis*, obtiveram resultados satisfatórios apenas para os painéis produzidos com *Eucalyptus grandis*, demonstrando que a obtenção de bons resultados físico-mecânicos dos painéis cimento-madeira, dependem bastante do tipo da espécie utilizada. Latorraca e Albuquerque (2002), estudando diferentes espécies de *Eucalyptus ssp* obtiveram resultados satisfatórios para os painéis, demonstrando a potencialidade de utilização da madeira de *Eucalyptus ssp* na produção desse tipo de painel. Já Lopes (2004),

utilizando a madeira e também as cascas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na produção de painéis cimento-madeira, também observou potencial de utilização dessa espécie na produção dos painéis.

Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a viabilidade de utilização de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material utilizado na pesquisa e densidade básica

Neste estudo foram utilizados seis clones de *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade, provenientes da Companhia Mineira de Metais, localizada no município de Paracatu, MG. A madeira de *Pinus oocarpa* com 28 anos de idade, utilizada como testemunha, foi obtida de um plantio experimental localizado no campus da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras, MG. Para a formação dos painéis foi utilizado cimento Portland CP V – ARI/Plus de alta resistência inicial como aglutinante mineral e cloreto de cálcio (CaCl_2) como acelerador de cura do cimento. A utilização da madeira de pinus deve-se ao fato de que as madeiras de coníferas são as mais utilizadas mundialmente na produção de painéis cimento-madeira.

Foram selecionadas e abatidas cinco árvores por clone de *Eucalyptus urophylla* e quatro árvores para *Pinus oocarpa*. Foram retirados discos nas porções: base, 25%, 50%, 75% e topo, de acordo com a altura do fuste de cada árvore. Para posterior determinação da densidade básica da madeira, utilizou-se da norma NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003). Foi também determinado o teor de extrativos totais de acordo com a norma NBR 14660 (ABNT, 2004).

As toras de eucalipto e pinus foram laminadas para posterior utilização na produção de compensados multilaminados. Os resíduos da laminação e arredondamento das toras passaram por um moinho de martelo para a geração de partículas do tipo sliver, sendo estas submetidas a peneiramento mecânico. As partículas usadas na produção dos painéis foram aquelas que passaram pela peneira de 2 mm e ficaram retidas na de 0,64 mm. As partículas de eucalipto foram submetidas a tratamento em água fria durante 24 horas para remoção dos extrativos. Após a drenagem da água e lavagem para remoção de extrativos da superfície das partículas, as mesmas foram secas a aproximadamente 12% de umidade ao ar livre.

2.2 Variáveis do processo de manufatura do painel cimento-madeira

Foram produzidos três painéis para cada clone de eucalipto e também para os painéis de pinus e para a mistura da madeira dos clones (MIX).

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 1:2,5; fator água : cimento de 0,25 e 6% de cloreto de cálcio em relação a massa do cimento. Os cálculos foram realizados para densidade nominal do painel de 1,2g/cm³. As dimensões do mesmo foram de 49,5cm x 49,5cm x 1,5cm.

Após a pesagem de cada componente, estes foram misturados em uma betoneira para obtenção de massa homogênea. Retirada da betoneira, a massa de cada painel foi devidamente separada, pesada e distribuída aleatoriamente em placas de alumínio formadoras do colchão, untadas com óleo diesel, para facilitar a retirada do painel após sua prensagem e grampeamento. O controle da espessura dos painéis foi determinado por barras de ferro com espessuras de 1,5cm.

Após o carregamento dos painéis, a prensa foi fechada com pressão específica de 40 kgf/cm² e temperatura ambiente, realizando-se em seguida o grampeamento dos painéis, ao qual permaneceram por um período de 24 horas. Após esse período, os grampos foram retirados e os painéis foram acondicionados em câmara climatizada à temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3% durante 28 dias, sendo então realizados os ensaios das propriedades físicas e mecânicas dos painéis.

2.3 Propriedades físicas e mecânicas avaliadas

O processo de obtenção dos corpos-de-prova foi realizado através do uso de uma serra circular. Foram retirados de cada painel, dois corpos de prova para absorção de água e inchamento em espessura, seis corpos de prova para ligação interna, quatro corpos de prova para compressão paralela e quatro corpos de prova para flexão estática. As dimensões dos corpos-de-prova foram definidas de acordo com as normas da American Society for Testing and Material - ASTM (1982) e Deutsches Institut für Normung – DIN (1982):

A- Propriedades físicas:

Absorção de água (AA): norma ASTM 1980:D1037-100

Inchamento em espessura (IE): norma ASTM 1980:D1037-100

B- Propriedades mecânicas:

Flexão estática (MOE): norma DIN 52362,1982

Flexão estática (MOR): norma DIN 52362,1982

Ligação interna (LI): norma ASTM 1980:D1037-28

Para a análise dos dados utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três repetições para cada tratamento. Foi efetuada análise de variância (ANAVA) e o teste de média de Scott-Knott, a 5% de significância. Subsidiou-se, para tanto, o programa computacional Sisvar (DEX-UFLA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade das madeiras e dos painéis produzidos

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios das densidades da madeira, teor de extrativos totais, densidade e razão de compactação dos painéis produzidos para cada clone de eucalipto, para o MIX dos clones e para o Pinus.

Tabela 1 – Valores médios das densidades da madeira, teor de extrativos totais, densidade e razão de compactação dos painéis produzidos.

Table 1 – Mean values of wood density, extractives content, density and compression ratio of the panels produced.

Tratamento	Densidade da madeira (g/cm ³)	Extrativos totais (%)	Densidade do painel (g/cm ³)	Razão de compactação
Clone 62	0,53	6,35	1,21	2,28
Clone 19	0,65	8,81	1,29	1,98
Clone 36	0,59	8,91	1,29	2,19
Clone 28	0,52	8,65	1,23	2,37
Clone 26	0,60	6,91	1,30	2,17
Clone 58	0,56	8,52	1,30	2,32
MIX - Clones	0,57	8,03	1,28	2,25
<i>Pinus oocarpa</i>	0,52	5,55	1,22	2,35

Observa-se que o clone 19 foi o que apresentou maior densidade (0,65 g/cm³) e o clone 28 a menor densidade (0,52 g/cm³), sendo esta igual a da madeira de pinus. No que se refere a extrativos totais, nota-se que o maior valor observado foi para o clone 36 (8,91%) e o menor valor para *Pinus oocarpa* (5,55%). Esses valores são de extrema importância, pois, de acordo com Iwakiri et al. (2005), a capacidade de solidificação do cimento na presença da madeira é determinada pela composição química da mesma, sendo os extrativos os principais responsáveis pela inibição da solidificação do cimento. Isso implica influências diretas nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis cimento-madeira.

Já para a densidade dos painéis, observa-se que todos os tratamentos ficaram acima da densidade nominal (1,20 g/cm³), devido ao fato de que, no momento do cálculo, foram considerados 10% a mais de materiais para suprir possíveis perdas geradas durante o processo de manuseio dos componentes dos painéis no momento da homogeneização na betoneira e na divisão para a determinação da massa correspondente a cada painel antes de serem levados para a prensa. Com relação a razão de compactação, pode-se observar que esta apresentou variação entre 1,98 e 2,37, sendo esses valores, respectivamente, dos clones 19 e 28.

3.2 Propriedades físicas

Na Tabela 2, podem-se observar os valores de inchamento em espessura e absorção de água após 2 e 24 horas de imersão.

Para inchamento em espessura após duas horas de imersão em água, não houve diferença estatística entre os clones e também com a mistura dos mesmos (MIX). Já os painéis de pinus apresentaram maior porcentagem de inchamento, sendo diferentes estatisticamente dos painéis produzidos com os clones e a mistura entre eles. Para inchamento em espessura após vinte e quatro horas de imersão em água, houve diferença estatística entre os clones, sendo os clones 62, 36 e 26 os que apresentaram maior porcentagem de inchamento que os demais, também em comparação com o MIX, mas com menor inchamento em espessura que os painéis produzidos com madeira de pinus.

Latorraca (2000), estudando a influência de quatro espécies de eucalipto sobre as propriedades físicas de painéis cimento-madeira, encontrou valores médios para inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas de imersão entre 1,28% a 1,75% e 1,64% a 2,12%, respectivamente.

Tabela 2 – Valores médios de absorção de água e inchamento em espessura, após 2 e 24 horas de imersão.

Table 2 – Average values of the water absorption and thickness swelling, after 2 and 24 hours of immersion.

Treatament	Inchamento 2h (%)	Inchamento 24h (%)	Absorção 2h (%)	Absorção 24h (%)
Clone 62	1,48 A	1,91 B	3,00 A	6,00 A
Clone 19	0,27 A	0,46 A	8,00 B	10,50 B
Clone 36	1,07 A	2,60 B	8,16 B	10,83 B
Clone 28	0,70 A	1,03 A	8,00 B	11,16 B
Clone 26	0,78 A	2,18 B	8,66 B	11,00 B
Clone 58	0,18 A	0,89 A	6,83 B	9,66 B
MIX-Clones	0,88 A	0,89 A	9,33 B	11,83 B
<i>Pinus oocarpa</i>	13,44 B	21,50 C	12,50 C	16,06 C
CV%	54,59	32,6	22,73	16,92

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. CV% = Coeficiente de variação.

Já o processo Bison Wood-Cement board (1978) estabelece valores máximos para inchamento em espessura de 0,8% após 2 horas de imersão em água e entre 1,2 a 1,8% após 24 horas. Diante disso, os painéis produzidos com clones de eucalipto estão de acordo com os valores encontrados na Literatura, mas em comparação com o processo bison, para duas horas, apenas os clones 19, 28, 26 e 58 estão de acordo com o valor máximo estabelecido, e para vinte e quatro horas apenas os clones 19, 28, 58 e o MIX.

Para absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as médias. Os menores valores foram obtidos para o clone 62 (3,00 e 6,00% respectivamente); enquanto os painéis produzidos com madeira de pinus apresentaram valores superiores (12,50 e 16,06% respectivamente).

Os valores para absorção de água em 2 e 24 horas são inferiores aos encontrados por Latorraca e Albuquerque (2002), que, estudando diferentes espécies de eucalipto, obteve os seguintes valores médios: *Eucalyptus pellita*, 15,86% e 20,27%; *Corymbia citriodora*, 14,13% e 15,69%; *Eucalyptus urophylla*, 12,90% e 16,21% e, para *Eucalyptus robusta*, de 18,74% e 22,22%, para 2 horas e 24 horas, respectivamente.

Esses resultados de propriedades físicas são de extrema importância do ponto de vista industrial, por serem um indicativo de que os clones de *Eucalyptus urophylla* apresentam desempenho superior em relação à madeira de *Pinus oocarpa*. Uma das possibilidades para que esse fato

tenha ocorrido é que a madeira de pinus apresenta uma baixa quantidade de extrativos totais podendo levá-la a uma maior afinidade com a água. Isso ocorre porque a maior concentração de extrativos nas camadas superficiais das partículas de madeira pode bloquear a passagem da água, promovendo certa “impermeabilização” destas. Aliado as propriedades químicas da madeira de Pinus, pode-se relatar que os painéis produzidos a partir dessa matéria-prima apresentaram valores de razão de compactação elevados. Vital et al. (1974) concluíram que painéis com maior razão de compactação apresentaram menor absorção de água que painéis com menor razão de compactação. Eles atribuíram esse fenômeno à redução na porosidade e ao aumento na quantidade de material lenhoso.

3.2 Propriedades mecânicas

Na Tabela 3, são apresentados valores médios das seguintes propriedades mecânicas: módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR), ligação interna e compressão paralela à superfície dos painéis, para os diferentes tratamentos.

Tabela 3 – Valores médios em MPa para MOE, MOR, ligação interna e compressão paralela.

Table 3 – Average values, in MPa, for MOE, MOR, internal bond and parallel compression.

Tratamento	MOE	MOR	Ligação interna	Compressão paralela
Clone 62	1211,51 A	4,17 A	0,54 A	9,24 C
Clone 19	1406,48 A	4,41 A	0,39 B	10,96 A
Clone 36	1354,37 A	4,26 A	0,51 A	11,26 A
Clone 28	1198,61 A	4,19 A	0,48 A	9,82 B
Clone 26	1370,04 A	3,49 A	0,49 A	10,51 B
Clone 58	1665,73 A	3,65 A	0,38 B	12,00 A
MIX-Clones	1196,71 A	3,64 A	0,45 A	7,42 D
<i>Pinus oocarpa</i>	1290,22 A	4,55 A	0,46 A	10,59 B
CV%	33,35	26,62	28,96	11,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. CV% = Coeficiente de variação.

Para MOE, não houve diferença estatística significativa entre as médias avaliadas para os clones de *Eucalyptus urophylla*, MIX e *Pinus oocarpa*. Contudo, o clone 58 apresentou o maior valor com 1665,73 Mpa e o menor valor encontrado foi para o MIX (1196,71 MPa).

Latorraca (2000) encontrou valores de MOE em torno de 1838,71e 3397,15 MPa para *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente. Já o processo Bison Wood-Cement board (1978) estabelece valores mínimos em torno de 3000 MPa. Diante disso, todos os clones, o MIX e os painéis produzidos com pinus apresentaram valores abaixo dos observados nas literaturas e no processo Bison Wood-Cement board (1978).

Para o MOR, também não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tratamentos analisados. Porém, o painel confeccionado a partir de pinus apresentou o maior valor (4,55 MPa), enquanto o clone 26 apresentou o menor valor (3,49 MPa).

Iwakiri e Prata (2008), estudando a utilização de madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni* na produção de painéis cimento-madeira, obtiveram valores entre 3,53 a 9,90 MPa. Enquanto que o valor mínimo estabelecido pelo processo Bison Wood-Cement board (1978) é de 8,92 MPa. Dessa forma, todos os painéis estudados apresentaram desempenho inferior ao observado em literatura e em relação ao mínimo prescrito no processo de Bison Wood-Cement board (1978).

Observa-se que os materiais genéticos estudados apresentaram certa homogeneidade no que se refere às propriedades de flexão estática. Entretanto essa homogeneidade é refletida em baixos valores de MOE e MOR. Esse fenômeno pode ter ocorrido em virtude de interações química entre os extrativos presentes nas partículas das matérias-primas estudadas e o cimento. Esses constituintes químicos presentes na madeira podem retardar e, em alguns casos, impedir a pega do cimento, levando a valores baixos de propriedades mecânicas (BERALDO et al., 2002).

Para ligação interna, pode-se observar que houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo que o MIX, pinus e os clones 62, 36, 28 e 26 se mostraram estatisticamente superiores aos demais. Iwakiri e Prata (2008), utilizando *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni* na produção de painéis cimento-madeira, obtiveram valores entre 0,24 e 0,47 Mpa, enquanto que o valor mínimo estabelecido pelo processo Bison Wood-Cement board (1978), é de 0,39 MPa. Portanto os painéis apresentaram resultados satisfatórios em relação aos encontrados na literatura, e, de acordo com o processo Bison, apenas os painéis produzidos com o clone 58 não atenderam o valor mínimo estabelecido para essa propriedade.

Pode-se verificar que houve uma tendência de que os materiais genéticos com maiores valores de extrativos totais apresentassem menores valores para a propriedade de ligação interna. Esse fato também pode estar associado ao mecanismo de inibição de cura do cimento quando em contato com partículas de madeiras com maiores teores de extrativos.

O teste de compressão paralela à superfície do painel também apresentou diferença estatística entre os tratamentos, estando os clones 19, 36 e 58 estatisticamente iguais e ainda superiores aos demais. Sendo o menor valor obtido pelo MIX da madeira dos clones de eucalipto (7,42 MPa). Apesar disso, todos os tratamentos apresentaram-se com valores superiores aos obtidos por Latorraca (2000), que estudando o efeito de quatro espécies de eucalipto na resistência à compressão paralela, observou valor médio de 6,55 MPa.

4 CONCLUSÕES

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

- com relação às propriedades físicas, os painéis de *Eucalyptus urophylla* mostram valores inferiores aos da madeira de *Pinus oocarpa*;

- no inchamento em espessura, os clones 19, 28 e 58 se destacaram, por apresentarem menores valores e se enquadrarem nas exigências mínimas do processo de Bison Wood-Cement board (1978). Para absorção de água o clone que se destacou foi o 62;

- na flexão estática, os materiais estudados se mostram iguais (homogêneos), sendo que todos os painéis apresentaram valores inferiores ao mínimo exigido pelo processo de Bison Wood-Cement board (1978);

- para ligação interna, todos os painéis se adequaram aos requisitos mínimos descritos no processo de Bison Wood-Cement board (1978), com exceção dos produzidos a partir do clone 58;

- indicativos mostram tendência de que a presença de extrativos tenha levado a uma redução nos valores de propriedades físicas e principalmente das propriedades mecânicas.

Sugere-se a continuação de estudos, principalmente de detalhamento da composição química da madeira desses materiais genéticos e de diferentes tratamentos das partículas para que os painéis consigam atingir a qualidade necessária para sua utilização, principalmente no que se refere a adequação de suas propriedades mecânicas.

Cerne, Lavras, v. 17, n. 1, p. 69-75, jan./mar. 2011

5 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos à FAPEMIG e ao CNPq pelo financiamento deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. In: _____. **Annual book of ASTM standard**: ASTM D 1037-78B. Philadelphia, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14660**: madeira: amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro, 2004. 7 p.

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

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

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength**: DIN 52362. Berlin, 1982. 40 p.

IWAKIRI, S.; KEINERT JUNIOR, S.; ALBUQUERQUE, C. E. C. de; LATORRACA, J. V. de F.; MENDES, L. M. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Ajir, 2005. v. 1, 247 p.

IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis cimento-madeira. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 68-74, jan./mar. 2008.

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

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. de. Produção de painéis cimento-madeira de eucalipto. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. CD-ROM.

LOPES, Y. L. V. **Utilização da madeira e cascas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na produção de painéis cimento-madeira.** 2004. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

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.

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, Indonésia. **Proceedings...** Indonésia, 1978.

VITAL, B. R.; LEHMANN, W. F.; BOONE, R. S. How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboard. **Forest Product Journal**, Madison, v. 24, n. 12, p. 37-45, 1974.