

CHAPA AGLOMERADA DE CIMENTO-MADEIRA DE *Hevea brasiliensis* Müll. Arg.¹

Esmeralda Yoshico Arakaki Okino², Mário Rabelo de Souza³, Marcos Antonio Eduardo Santana⁴, Maria Eliete de Sousa⁵ e Divino Eterno Teixeira⁶

RESUMO - Chapas de partículas de cimento-madeira foram confeccionadas com a madeira de quatro clones de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (seringueira): IAN 717, IAN 873, GT 711 e AVROS 1301. Confeccionaram-se as chapas na proporção de 1:4:1 (madeira:cimento:água) por peso e nas dimensões de 450 x 450 x 13 mm e densidade nominal de 1,4 g/cm³, com a adição de 4% de cloreto de cálcio di-hidratado (CaCl₂·2H₂O) como acelerador. Foram testadas partículas fervidas e não-fervidas dos quatro clones, totalizando oito tratamentos, sendo em cada um destes, com quatro repetições, avaliadas as propriedades mecânicas e físicas das chapas, segundo a norma ASTM D 1037 – 96a. De forma geral, os melhores resultados de propriedades físicas e mecânicas foram obtidos nas chapas com partículas do clone AVROS 1301. No teste de hidratação do cimento, a madeira de seringueira *in natura* foi classificada como de “inibição extrema”, porém com a adição de CaCl₂ o foi como de “baixa inibição”. Essa madeira se mostrou tecnicamente viável à produção de chapas de cimento-madeira, independentemente do clone.

Palavras-chave: Chapas, cimento-madeira, seringueira, propriedades.

CEMENT-BONDED PARTICLEBOARD OF *Hevea brasiliensis* Müll. Arg.

ABSTRACT - Cement-bonded particleboards of rubberwood were manufactured with four clones of *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (rubberwood): IAN 717, IAN 873, GT 711 and AVROS 1301. Boards of 450 x 450 x 13 mm were manufactured in a ratio of 1:4:1 (wood/cement/water), weight basis, with 1.4 g/cm³ density and 4% calcium chloride dihydrated - CaCl₂·2H₂O as accelerator. The particles of four clones were tested in treated and untreated conditions, totaling eight treatments. In each treatment with four replicates, the physical and mechanical properties were evaluated according to ASTM D 1037 - 96a standard. Overall, the best mechanical and physical results were obtained with the cement-bonded particleboard made with particles from clone AVROS 1301. Rubberwood has shown to be “highly inhibitory” in the hydration test, however when CaCl₂ was added the inhibition index decreased and was classified as “low inhibitory”. Rubberwood is technically feasible to make cement-bonded particleboard.

Key words: Particleboards, wood-cement-bonded, rubberwood, properties.

1. INTRODUÇÃO

As chapas de cimento-madeira, na tecnologia convencional de produção, são mantidas sob pressão à temperatura ambiente durante várias horas, para que ocorra a consolidação do produto. O tempo de

pressagem torna-se muito longo devido ao fato de o processo de hidratação do cimento Portland ser lento. Na primeira fase (cura), cuja reação é exotérmica, a hidratação leva, pelo menos, oito horas. A segunda fase (endurecimento) é completada após 28 dias, muito embora esse processo possa levar anos para que as

¹ Recebido para publicação em 08.5.2001 e aceito para publicação em 08.6.2004.

² Engenheira Química, M.Sc. do IBAMA/LPF. SAIN. Av. L4 Lote 4, 70818-900 Brasília, DF.

E-mail: <okino@lpf.ibama.gov.br>.

³ Físico Ph. D. do IBAMA/LPF. E-mail: <msouza@lpf.ibama.gov.br>.

⁴ Químico Ph. D. do IBAMA/LPF. E-mail: <marcos@lpf.ibama.gov.br>.

⁵ Engenheira Química do IBAMA/LPF. E-mail: <eliete@lpf.ibama.gov.br>.

⁶ Engenheiro Florestal Ph. D. do IBAMA/LPF. E-mail: <divinot@lpf.ibama.gov.br>.

chapas atinjam a resistência máxima (LEA, 1956).

Testes com chapas usando *Leucaena leucocephala* amostraram que o uso externo em habitação é o mais indicado para esse tipo de painel (PABLO, 1986). Esse autor, testando também chapas confeccionadas com cavacos de madeira de *Swietenia* sp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Anthocephalus indicus* A. Rich., *Gmelina arborea* Roxb. e *Albizia falcata* (L.) Fosberg com a adição de aceleradores $MgCl_2$, $CaCl_2$, Al_2SO_4 , $Al_2(OH)_3$, $AlCl_3$ e $Ca(OH)_2$, obteve melhores resultados nas chapas de *Swietenia*, *Anthocephalus indicus* e *Leucaena leucocephala* com a adição de 3% de $CaCl_2$.

Sudin et al. (1989), usando madeira de seringueira na fabricação de chapas de cimento-madeira, verificaram que a resistência de ruptura à flexão estática (módulo de ruptura) variou de 10,17 a 10,55 MPa para madeira sem casca e armazenada por quatro a oito semanas, enquanto na madeira com casca esses valores ficaram entre 12,30 e 11,49 MPa, após 12 a 20 semanas de estocagem.

Lee e Short (1989) avaliaram a influência do pré-tratamento de partículas tipo “excelsior” de cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.), yellow-poplar (*Liriodendron tulipifera* L.), sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.), southern red oak (*Quercus falcata* Michx.) e white oak (*Quercus Alba* L.), nas propriedades mecânicas, realizando tratamentos com H_2O , $CaCl_2$, Na_2SiO_3 e NaOH.

Gnanaharan e Dhamodaran (1985) trataram partículas usando água fria, água quente e solução 0,5% de NaOH. Entre as 13 espécies de folhosas tropicais testadas, concluíram que a *Hevea brasiliensis*, embora apresente alto teor de extrativos, torna-se viável para a confecção de chapas de cimento-madeira com partículas “excelsior” quando se realiza um pré-tratamento, de extração em água fria, das partículas.

Teixeira e Guimarães (1989), em estudos realizados com partículas de *Acacia mearnsii* (Acácia negra) crescidas de 3% de $CaCl_2$ ou submetidas a banho de água quente a 80 °C (por 1/2 e 1 h) na confecção de chapas de cimento-madeira, obtiveram o melhor resultado no tratamento das partículas com fervura por uma hora crescida de 3% de $CaCl_2$.

Os trabalhos citados apresentaram processos de tratamento das partículas visando melhorar a compa-

tibilidade da espécie de madeira com o cimento. No Brasil, vários seringais estão atingindo a idade ideal para renovação do plantio, por ter chegado à fase de declínio na produção do látex. A madeira proveniente desses plantios poderia ser uma importante matéria-prima para vários tipos de produtos florestais, entre eles para a produção de chapas mineralizadas. Não se sabe o efeito da presença do látex na madeira, bem como dos vários tipos clonais na compatibilidade com o cimento e, por isso, deve ser estudado o efeito do tratamento das partículas nas propriedades das chapas produzidas.

O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade técnica de produção de chapas de cimento-madeira com seringueira, bem como avaliar as propriedades físicas e mecânicas segundo a norma ASTM D 1037 – 96a. Objetivou também verificar o comportamento termométrico (temperatura e tempo de hidratação) da mistura, levando em consideração o efeito da variação clonal, o tratamento prévio das partículas e a adição de aceleradores da cura do cimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção das partículas

Toretas da madeira de *H. brasiliensis* de clones brasileiros (IAN 873 e IAN 717) e de asiáticos (GT 711 e AVROS 1301) foram convertidos em partículas tipo “flakes”, nas dimensões de 40 x 25 x 0,6 mm, que foram, posteriormente, reduzidas a partículas menores em um triturador agrícola. O material foi classificado, e somente aquelas partículas retidas entre as malhas de 1 e 3 mm foram usadas. Parte das partículas foi fervida em água por quatro horas, para reduzir os teores de extrativos e açúcares, que podem interferir na cura do cimento. O material estudado era proveniente de reflorestamento estabelecido entre 1958 e 1961 pela empresa Michelin da Bahia, nas cidades de Ituberá e Grapiúna daquele Estado.

2.2. Teste de hidratação

O teste de hidratação foi realizado, em duplicata, com partículas que passaram na peneira de 20 mesh e ficaram retidas na de 40 mesh. Usaram-se 2,7 g de água por grama de partícula, acrescido de 0,25 g de água destilada por grama de material inorgânico, obtendo-se, assim, a proporção de partícula:cimento:água de 15:200:90,5, em grama, respectivamente, com base em

trabalhos desenvolvidos por Weatherwax e Tarkow (1964), Hofstrand et al. (1984) e Hachmi et al. (1990). A quantidade de cimento e partículas de madeira seca manteve a relação madeira:cimento de 1:13.

O índice de hidratação foi calculado pela fórmula abaixo:

$$I = \left\{ \left[\frac{(T_{\text{CIM}} - T_{\text{M}})}{T_{\text{CIM}}} \right] \left[\frac{(H_{\text{M}} - H_{\text{CIM}})}{H_{\text{CIM}}} \right] \left[\frac{(S_{\text{CIM}} - S_{\text{M}})}{S_{\text{CIM}}} \right] \times 100 \right\}$$

em que:

I = índice de hidratação da cura do cimento (%);

T_{CIM} = temperatura máxima da mistura cimento/água (°C);

T_{M} = temperatura máxima da mistura madeira/cimento/água (°C);

H_{CIM} = tempo para atingir a temperatura máxima de hidratação do cimento na mistura cimento/água (h);

H_{M} = tempo para atingir a temperatura máxima da mistura de hidratação do cimento na mistura madeira/cimento/água (h);

S_{CIM} = máximo incremento de temperatura da curva na mistura cimento/água (°C/h);

S_{M} = máximo incremento de temperatura da curva na mistura madeira/cimento/água (°C/h).

O efeito da hidratação da cura do cimento é classificado de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 1 - Classificação da madeira de acordo com o índice de hidratação obtido

Table 1 - Wood - cement compatibility

Índice de Hidratação (%)	Classificação
$I < 10$	Baixa inibição
$I = 10$ a 50	Moderada inibição
$I = 50$ a 100	Alta inibição
$I > 100$	Extrema inibição

Testou-se um aditivo mineral, a microssílica Silmix ND, da empresa Camargo Corrêa Metais S/A, com as seguintes especificações técnicas: massa específica de 360 kg/m³, teor de umidade de 0,82% e superfície específica de 20.000 m²/kg, partícula esférica de 0,2 mm de diâmetro e 94% de sílica (SiO₂). A concentração aplicada foi de 10% em relação ao peso do cimento.

2.3. Fabricação das chapas de cimento-madeira

Usou-se o cimento Tocantins CP II-F 32 com 95% de sólidos, fabricado pela Votorantin Cimentos. Na produção de chapas de cimento-madeira, estabeleceu-se a razão de 1:4:1 para madeira: cimento:água, baseada no peso. O aditivo químico cloreto de cálcio (CaCl₂·2H₂O) na proporção de 4%, em relação ao peso do cimento, foi incorporado como agente acelerador da cura do cimento. Chapas de 450 x 450 x 13 mm foram prensadas a frio por 12 horas, a uma pressão de 40 kgf/cm². Posteriormente, as chapas foram climatizadas a (65 ± 2)% de umidade relativa e temperatura de (20 ± 1) °C. Testes físicos e mecânicos foram conduzidos segundo a norma ASTM D 1037 – 96a (1998).

2.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi de um fatorial completo (4 x 2), sendo quatro clones e dois tipos de tratamento das partículas (fervidas e não-fervidas). Quatro repetições foram confeccionadas para cada tratamento, totalizando 32 chapas de camada única. Os resultados dos ensaios físicos e mecânicos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), para avaliar o efeito dos tratamentos (partículas e clones) e as interações a 5% de probabilidade. A homogeneidade das combinações foi verificada pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de hidratação

Os valores de índice de hidratação encontram-se listados na Tabela 2. O teste de hidratação para partículas sem ferver e sem aditivo classificou a madeira de seringueira como de “extrema inibição”, de acordo com a Tabela 1 (Material e Métodos). Fervendo as partículas, porém isentas de aditivo, a classificação foi de “moderada inibição”, exceto aquelas com partículas do clone IAN 717, que foram classificadas como de “alta inibição”. A adição do CaCl₂ alterou a compatibilidade das partículas, que passaram a ser classificadas como de “baixa inibição”, tanto para misturas com partículas fervidas quanto para aquelas com partículas não-fervidas. A adição de microssílica melhorou a compatibilidade entre o cimento e a madeira, classificando-os como de “baixa a moderada inibição”.

Tabela 2 - Índice de hidratação da madeira de seringueira
Table 2 - *Inhibitory index of rubberwood*

Clone	Partícula/ Tratamento ^c	Sem Aditivo	Cloreto de Cálcio ^a	Microsílica ^b
		I (%)	I (%)	I (%)
IAN 717	Não-fervida	135,79	0,25	13,54
	Fervida	76,04	0,05	12,87
IAN 873	Não-fervida	121,12	0,02	13,52
	Fervida	34,44	0,09	13,22
GT 711	Não-fervida	123,86	-0,17	10,71
	Fervida	30,13	-0,58	9,80
AVROS	Não-fervida	124,69	-0,74	8,29
1301	Fervida	33,92	-0,14	5,74

^a Aditivo a 4% em relação ao peso do cimento.

^b Aditivo a 10% em relação ao peso do cimento.

^c Média de duas repetições para a mistura madeira/cimento/água.

3.2. Propriedades físicas e mecânicas das chapas de cimento-madeira

Os valores para Tração Perpendicular (TP) indicaram que no tratamento com o clone IAN 717 a fervura das partículas diminuiu a adesão interna das chapas.

Os valores de TP ficaram entre 0,27 e 0,45 MPa (Tabela 3). O tipo de tratamento das partículas e o tipo de clone apresentaram diferenças significativas, e a interação entre ambos não foi significativa. Pelo teste de Tukey, houve a formação de três grupos homogêneos (Tabela 4).

Tabela 3 - Valores médios das propriedades mecânicas de chapas de cimento-madeira de seringueira^a
Table 3 - *Mean values of mechanical properties of cement-bonded particleboard of rubberwood^a*

Clone	Tratamento Aplicado às Partículas	Módulo de Ruptura ^b (MPa)	Módulo de Elasticidade ^b (MPa)	Tração Perpendicular ^c (MPa)	Arranque de Parafuso ^d (N)
IAN 717	Não-fervida	7,6 ^{AB}	5.377 ^{AB}	0,43 ^{AB}	1.711 ^{AB}
IAN 717	Fervida	7,3 ^{AB}	6.144 ^A	0,27 ^C	1.265 ^B
IAN 873	Não-fervida	6,8 ^{AB}	5.171 ^{AB}	0,37 ^{ABC}	1.664 ^{AB}
IAN 873	Fervida	6,6 ^{BC}	5.188 ^{AB}	0,27 ^C	1.824 ^A
GT 711	Não-fervida	7,6 ^{AB}	6.280 ^A	0,33 ^{BC}	1.844 ^A
GT 711	Fervida	4,8 ^C	4.238 ^B	0,28 ^C	1.272 ^B
AVROS 1301	Não-fervida	8,7 ^A	6.055 ^A	0,45 ^A	2.032 ^A
AVROS 1301	Fervida	8,3 ^{AB}	6.142 ^A	0,41 ^{AB}	1.689 ^{AB}
BISON tipo HZ ^e	-	9,0	3.000	0,40	-

^a As letras maiúsculas, em sobrescrito, são agrupamentos obtidos pelo teste de Tukey (HSD) a 95% de confiança. Médias de mesma letra em uma coluna específica não são estatisticamente diferentes.

^b Média de 12 amostras, três para cada uma das quatro repetições.

^c Média de 20 amostras, cinco para cada uma das quatro repetições.

^d Média de 8 amostras, duas para cada uma das quatro repetições.

^e Bison (1978) – Chapa de cimento-madeira estrutural tipo HZ.

Tabela 4 - Análise estatística de chapas de cimento-madeira de seringueira
Table 4 - Statistical analysis of cement-bonded particleboard of rubberwood^a

VARIÁVEL	Módulo de Elasticidade	Módulo de Ruptura	Tração Perpendicular	Arranque de Parafuso
Partícula ^b	S (<0,0001)	S (<0,0045)	S (<0,0002)	S (<0,0157)
Clone	S (<0,0023)	NS (<0,1227)	S (<0,0001)	S (<0,0014)
Partícula x clone	S (<0,0076)	S (<0,0001)	NS (<0,0954)	S (<0,0251)
VARIÁVEL	Absorção de Água		Inchamento em Espessura	
	2 horas	24 horas	2 horas	24 horas
Partícula ^b	S (0,0006)	S (0,0004)	NS (<0,1898)	S (<0,0176)
Clone	S (0,0005)	S (0,0004)	NS (<0,1151)	S (<0,0228)
Partícula x clone	S (0,0340)	S (0,0143)	NS (<0,2141)	NS (<0,1229)

^aS = diferença significativa 0,05; números entre parênteses são valores de P.

NS = diferença não-significativa 0,05.

^bTratamento aplicado às partículas (fervida e não-fervida).

Os valores do Módulo de Elasticidade (MOE) apresentaram valores entre 4.238 e 6.280 MPa, sem tendência com relação aos tratamentos. O tipo de tratamento das partículas e a interação deste com o tipo de clone foram estatisticamente significativos. Quanto ao tipo de clone, não se verificou diferença significativa.

Os valores do Módulo de Ruptura (MOR) variaram de 4,8 a 8,7 MPa, sem efeito pronunciado do tratamento aplicado dentro de cada clone. O tipo de partícula, o tipo de clone e a interação entre ambos foram significativos, com a formação de três grupos homogêneos.

Valores de Arranque de Parafuso (AP) variaram de 1.265 a 2.032 N. Todos os resultados de AP nas chapas com partículas sem tratamento foram superiores àqueles das chapas com partículas fervidas, exceto no clone IAN 873, em que o valor de AP nas chapas de cimento-madeira confeccionadas com partículas fervidas foi 9,6% maior do que o valor de AP das chapas cujas partículas não foram fervidas. O tipo de partícula, o tipo de clone e as interações entre ambos foram significativos, com a formação de apenas dois grupos homogêneos.

Entre os dados de MOR, os tratamentos do clone AVROS 1301 apresentaram resultados mais próximos do módulo de ruptura especificado por Bison (1978)

para painel estrutural tipo HZ. Os valores de MOE foram superiores ao estipulado por essa mesma especificação. O painel estrutural é usado para fechamento e, além disso, suporta carga conforme a especificação. O painel tipo HZ tem as características de ser resistente a fungos, cupins e intempéries, não sendo combustível, além de apresentar boas propriedades mecânicas e de processamento. Vale ressaltar que a metodologia adotada pela Bison, uma das pioneiras na produção de chapas mineralizadas, é um dos padrões de especificação usados para efeito de comparação.

Os resultados das propriedades físicas estão apresentados na Tabelas 5. Os valores de Absorção de Água (AA), após duas horas, variaram de 11,25% (AVROS 1301) a 16,85% (GT 711). Após 24 horas, houve aumento nos valores de AA em todos os clones, ressaltando-se que o valor de AVROS 1301 aumentou para 14,15% e o de GT 711, 21,60%. As chapas de cimento-madeira com partículas não-fervidas após duas e 24 horas tiveram menores valores de AA que aquelas confeccionadas com partículas fervidas, à exceção das chapas do clone AVROS 1301, que apresentaram praticamente o mesmo percentual de absorção nos dois períodos testados. Houve diferença significativa no tipo de tratamento da partícula, o tipo de clone e a interação entre ambos, após duas e 24 horas (Tabela 4), com a formação de três grupos homogêneos.

Tabela 5 - Valores médios das propriedades físicas de chapas de cimento-madeira de seringueira^a
Table 5 - Mean values of physical properties of cement-bonded particleboard of rubberwood^a

Clone	Tratamento Aplicado às Partículas	Densidade (g/cm ³)	Teor de Umidade(%)	Absorção de Água ^b		Inchamento em Espessura ^b	
				(%)		(%)	
				2 horas	24 horas	2 horas	24 horas
IAN 717	Não-fervida	1,32 ^A	9,41	13,67 ^{ABC}	16,75 ^{BC}	1,07 ^A	1,20 ^A
IAN 717	Fervida	1,32 ^A	8,99	15,12 ^{AB}	18,50 ^{AB}	0,70 ^A	0,80 ^{AB}
IAN 873	Não-fervida	1,30 ^A	9,07	12,67 ^{BC}	15,70 ^{BC}	0,77 ^A	0,87 ^{AB}
IAN 873	Fervida	1,29 ^{AB}	8,94	15,12 ^{AB}	18,30 ^{ABC}	0,82 ^A	0,87 ^{AB}
GT 711	Não-fervida	1,32 ^A	9,40	12,20 ^{BC}	15,45 ^{BC}	0,75 ^A	0,80 ^{AB}
GT 711	Fervida	1,24 ^B	9,41	16,85 ^A	21,60 ^A	0,55 ^A	0,60 ^B
AVROS 1301	Não-fervida	1,32 ^A	9,97	11,27 ^C	14,25 ^C	0,87 ^A	0,92 ^{AB}
AVROS 1301	Fervida	1,33 ^A	9,73	11,25 ^C	14,15 ^C	0,82 ^A	0,95 ^{AB}
BISON tipo HZ ^c	-	1,20	9,00	-	-	0,80 - 1,3	1,2 - 1,8

^a As letras maiúsculas, em sobrescrito, são agrupamentos obtidos pelo teste de Tukey (HSD) a 95% de confiança. Médias de mesma letra em uma coluna específica não são estatisticamente diferentes.

^b Média de 16 amostras, quatro para cada uma das quatro repetições.

^c Bison (1978) – Chapas de cimento-madeira estrutural tipo HZ.

Os valores de Inchamento em Espessura (IE) variaram de 0,55 a 1,07%, após duas horas, e subiram para 0,60 e 1,20% após 24 horas de imersão. Os valores de IE em todos os clones, após duas horas, foram menores nas chapas com partículas fervidas, à exceção do clone IAN 873. Após 24 horas, o mesmo comportamento foi observado, exceto nos clones AVROS 1301 e IAN 873. Estatisticamente, não houve diferença significativa do tipo de tratamento aplicado às partículas, tipo de clone e interação entre ambos, após duas horas. Após 24 horas, a diferença foi não-significativa somente na interação tipo de tratamento aplicado às partículas e ao tipo de clone. No teste de Tukey para IE, constataram-se um e dois grupos homogêneos, após duas e 24 horas, respectivamente.

Os dados obtidos para IE, após 24 horas de imersão em água, foram aqueles citados no catálogo da Bison (1978) para chapas de cimento-madeira estruturais do tipo HZ.

O efeito da variação clonal foi estatisticamente significativo (Tabela 4) em quase todas as propriedades físicas e mecânicas, exceto para MOE e IE após duas horas, possibilitando, mesmo assim, a mistura dos clones para a confecção de painéis.

4. CONCLUSÃO

O teste de hidratação do cimento classifica a madeira de seringueira como de “inibição extrema”, confirmando a necessidade de aditivo como acelerador da cura do cimento, no processo de fabricação de chapas cimento-madeira. Com a adição de CaCl₂, a madeira foi classificada como de “baixa inibição”.

A madeira de seringueira, após o ciclo produtivo de látex, é viável tecnicamente para a produção de chapas de cimento-madeira de boa qualidade, independentemente do clone.

Chapas de cimento-madeira de seringueira são bastante estáveis dimensionalmente, mesmo quando submetidas à exposição severa de imersão em água por 24 horas.

Os resultados confirmam a possibilidade de misturar diferentes clones de seringueira para a produção de chapas de cimento-madeira.

O tratamento que consiste em ferver as partículas previamente à confecção das chapas de cimento-madeira não foi eficaz, podendo, portanto, ser dispensado neste caso.

Alguns aspectos devem ser mais aprofundados,

como:

a) O tipo de tratamento mais adequado às partículas.

b) Em que proporção o tempo de estocagem da madeira afeta a qualidade da chapa cimento-madeira.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos João Evangelista Anacleto e Luís Domiciano Santana, pela ajuda na confecção das chapas e realização dos testes; à pesquisadora Márcia Helena Bezerra Marques, pela revisão do trabalho; e também a todos aqueles que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos nesta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM: **Standard test methods for evaluating properties of wood-based fiber and particle panel materials**: ASTM D 1037 – 96a. Philadelphia: ASTM, 1998. v. 04.09: (Annual Book of ASTM Standards).
- BISON WOOD-CEMENT BOARD. **Bison** – Report 1978. p.10.
- GNANAHARAN, R.; DHAMODARAN, T.K. Suitability of some tropical hardwoods for cement-bonded wood-wool board manufacture. **Holzforschung**, Berlin, v. 39, n. 6, p. 337-340, 1985.
- HACHMI, M. et al. A new technique to classify the compatibility of wood with cement. **Wood Science Technology**, v. 24, p. 345-354, 1990.
- HOFSTRAND, A.D.; MOSLEMI, A.A.; GARCIA, J.F. Curing characteristics of wood particles from nine northern Rocky Mountain species mixed with portland cement. **Forest Production Journal**, v. 34, n. 2, p. 57-61, 1984.
- LEA, F.M. **The chemistry of cement and concrete**. London: Edward Arnold, 1956. 591 p.
- LEE, A.W.C.; SHORT, P.H. Pretreating hardwood for cement-bonded excelsior board. **Forest Products Journal**, v. 39, n. 10, p. 68-70, 1989.
- PABLO, A.A. Particleboard, cement bonded boards and hardboards from plantations species. **FPRDI J**, v. 15, n. 1/2, p. 43-50, 1986.
- SUDIN, R.; CHEW, L.T.; ONG, C.L. Storage effects of rubberwood on cement-bonded particleboard. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 1, n. 4, p. 365-370, 1989.
- TEIXEIRA, D.E.; GUIMARÃES, T.M. **Tratamento de partículas de *Acacia mearnsii* De Wild. para produção de chapas de cimento-madeira**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1989. 9 p. (Série Técnica, 11).
- WEATHERWAX, R.C.; TARKOW, H. Effect of wood on setting of Portland cement. **Forest Products Journal**, v. 14, p. 567-570, 1964.