

CARACTERÍSTICAS DE CHAPAS DE CIMENTO-MADEIRA COM PARTÍCULAS DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) TRATADAS COM CCA

**Divino Eterno Teixeira¹
Marcus Vinícius da Silva Alves²
Alexandre Florian da Costa³
Nilton Goulart de Sousa³**

RESUMO

Chapas de cimento-madeira confeccionadas com partículas tratadas com CCA foram comparadas com chapas controle (sem tratamento) quanto ao índice de inibição e suas propriedades físico-mecânicas. Os resultados mostraram a viabilidade técnica da produção de chapas cimento-madeira com partículas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) tratadas com CCA. O processo de preservação influenciou significativamente nos resultados, contribuindo para a melhoria de qualidade das chapas (como detectado pelo teste de compatibilidade). Todas as propriedades alcançaram as especificações para este tipo de painel.

Palavras-chaves: Chapas de cimento-madeira, CCA, *Hevea brasiliensis*

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF WOOD-CEMENT BONDED PARTICLEBOARD WITH PARTICLES OF RUBBERWOOD (*Hevea brasiliensis* Müell. ARG.) TREATED WITH CCA

Wood-Cement bonded particleboard made with particles treated with CCA were compared with the control, without treatment, as for the inhibition index and physical-mechanical properties. The results showed the technical viability of the production of panels with particles of rubberwood (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) treated with CCA. The preservation process was highly significant in the improvement of the boards quality (as detected by the hydration index). All the properties reached the specifications for this type of panel.

Key words: Wood-cement bonded particleboard, CCA, *Hevea brasiliensis*

^{1,2} LPF/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

³ Universidade de Brasília

INTRODUÇÃO

Atualmente, as atividades da indústria florestal são, via de regra, geradoras de significativos volumes de resíduos cujo potencial de reutilização ou reciclagem tem aumentado progressivamente (ALMEIDA, 1999). A reciclagem de rejeitos produzidos pela atividade industrial se apresenta como uma alternativa viável para evitar que essa valiosa matéria-prima tenha como destino final os aterros sanitários, causando graves conseqüências ambientais. Uma promissora fonte de matéria-prima para a indústria de painéis é a madeira preservada, retirada de serviço. A necessidade de sua reciclagem é de incontestável importância, já que a mesma encontra restrições para ser descartada em aterros e não pode ser incinerada a céu aberto, pois libera à atmosfera substâncias químicas impróprias ao meio ambiente. É crescente a conscientização sobre a intensidade do impacto ao meio ambiente e a dificuldade do descarte de madeira preservada, pois uma grande quantidade sai de serviço todo ano (nos EUA, por exemplo, foram 10,51 milhões de m³ em 1997). No Brasil existem expectativas de aumento da malha ferroviária e renovação de dormentes de madeira tratada das já existentes, o que se traduz em mais material a ser reciclado.

Entre os múltiplos produtos do setor de processamento de madeira os painéis têm apresentado uma crescente demanda e uma produção diversificada, com um grau satisfatório de incorporação de tecnologia. O fato dos painéis aumentarem a superfície útil em relação à madeira serrada, aliada a sua versatilidade de usos, a partir da variação dos seus elementos constituintes, tem contribuído para aumentar a participação desses materiais no mercado (NAHUZ & WATAI, 1998).

Inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas para reutilização de resíduos para fabricação de painéis (ALMEIDA, 1999). Trabalhos visando a utilização de madeira preservada descartada na manufatura de compósitos, realizados por WOLFE & GJINOLLI (1999), apresentaram resultados bastante promissores.

O gênero *Hevea*, oriundo da Região Amazônica, engloba cerca de 11 espécies, dentre as quais pode-se destacar *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. A árvore, da qual se extrai o látex para a produção de borracha natural, tem o ciclo de produção esgotado entre 25 a 30 anos, quando surge uma nova oferta de madeira, a qual poderia servir também para produção de painéis de cimento-madeira, como comumente ocorre na Ásia. O maior desafio encontrado na manufatura desses painéis é a incompatibilidade do cimento com certas espécies de madeira. A madeira de seringueira é uma matéria-prima problemática à produção de chapas de cimento-madeira, principalmente quando recém abatida. O fator principal para isto é a quantidade de açúcares e de goma livres (na faixa de 1,05 % a 2,29 % e 7,53 % a 10,17 %, respectivamente) que constituem esta espécie. Este fato pode ser solucionado ou minimizado com a utilização de aditivos aceleradores da cura, pela injeção de gás carbônico ou pelo tratamento das partículas de madeira.

Neste trabalho avaliou-se a compatibilidade de partículas de madeira de *Hevea brasiliensis* Müell.Arg., preservadas com arseniato de cobre cromatado (CCA), com o cimento e a influência das mesmas nas propriedades físicas e mecânicas de chapas de cimento-madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamento preservativo

Dez peças de madeira de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. de 150x300x50 mm foram selecionadas e submetidas ao tratamento preservativo sob sistema de vácuo e pressão (Bethel), em uma planta piloto de impregnação. Utilizou-se uma solução hidrossolúvel a base de cobre, cromo e arsênio, CCA tipo C, a 3%, para a preservação das amostras.

Classificação das partículas

As madeiras de seringueira (preservadas e não preservadas) foram transformadas em partículas tipo “flake” em um picador de disco rotativo modelo Bezner 7875. A massa específica e a retenção de CCA-C das partículas foram determinadas de acordo com a norma A11-93 (1993) da American Wood Preservers Association (AWPA). Em seguida, esses “flakes” foram classificados em peneiras de 1,5 mm e 1 mm. As partículas que ficaram retidas na peneira de 1,5 mm foram posteriormente processadas em picador agrícola de martelo Cremasco DP-2 com peneira de 0,9 mm de abertura.

O Processo de lixiviação

Parte das partículas preservadas e classificadas foi exposta à lixiviação segundo norma da National WoodWork Manufacturers Association (NWMA, 1960). Essa metodologia consiste em submeter a madeira a ciclos úmidos e secos alternadamente. As partículas foram mantidas a temperatura de 50 °C por períodos subsequentes de 22 horas, intercalados por períodos de 2 horas de agitação em água destilada por 2 horas durante um período total de duas semanas.

Tratamentos usados para as chapas de cimento-madeira

Madeira preservada, lixiviada e não lixiviada e testemunha foram utilizadas na confecção das chapas de cimento-madeira. Os tratamentos avaliados foram os seguintes:

T 1: Chapas com partículas de seringueira sem tratamento - Testemunha;

T 2: Chapas com partículas de seringueira tratadas com CCA;

T 3: Chapas com partículas de seringueira tratadas com CCA e expostas à lixiviação.

Teste de calor de hidratação

A fase seguinte foi o teste de calor de hidratação, que avalia o comportamento de

compatibilidade das partículas de madeira com o cimento. Amostras das partículas de cada tratamento foram picadas em aparelho marca Thomas-Welly Modelo 4. O material utilizado no teste foi aquele que passou na peneira de 20 mesh e ficou retido na de 40 mesh. O teste foi efetuado em duas repetições, na proporção madeira:cimento:água de 15g:200g:90,5g, através de registrador híbrido de laboratório modelo SD-100H. A proporção de partículas refere-se à madeira seca em estufa. Cada mistura foi homogeneizada em saco plástico, condicionada em recipiente isolante térmico (para evitar perda do calor da reação de hidratação). Em seguida um termopar foi colocado no interior e o conjunto fechado hermeticamente. O período de duração do teste foi de 24 horas. Para o cálculo da inibição à cura do cimento, foi utilizada a equação (1) sugerida por HOFSTRAND et al. (1984).

$$I = \left\{ \left[\frac{(T_{cim} - T_m)}{T_{cim}} \right] \left[\frac{(H_m - H_{cim})}{H_{cim}} \right] \left[\frac{(S_{cim} - S_m)}{S_{cim}} \right] \right\} \times 100$$

onde:

I - índice de inibição (%);

T_{cim} - temperatura máxima do cimento (°C);

T_m - temperatura máxima da mistura cimento/água/partícula (°C);

H_{cim} - tempo para alcançar a temperatura máxima do cimento (h);

H_m - tempo para alcançar a temperatura máxima da mistura cimento/água/partícula (h);

S_{cim} - máximo incremento da curva do cimento (°C/h);

S_m - máximo incremento da curva da mistura cimento/água/partícula (°C/h);

O efeito da inibição da cura do cimento pode ser classificado de acordo com o índice de inibição apresentado na Tabela 1.

Confecção das chapas cimento-madeira

Após o teste de hidratação as chapas de cimento-madeira foram manufaturadas e cada

tratamento constou de três repetições, totalizando nove chapas. As especificações de cada uma das chapas foram as seguintes: dimensões de 450x450x13 mm, massa específica esperada de 1,4 g/cm³, proporção madeira/cimento de 1:2,75, proporção de água/cimento igual a 0,40 e adição de 3% de CaCl₂ em relação à proporção de cimento.

As chapas foram confeccionadas através da mistura das partículas e do cimento tipo Portland II, seguida da aspersão de solução aquosa de CaCl₂, em um misturador mecânico. A mistura foi então espalhada uniformemente num molde para formação de um colchão. Este foi então levado à prensa hidráulica marca SIMI, com uma carga de 42 kgf/cm² por 24 horas. Após esse processo as chapas foram climatizadas em uma sala com condições controladas de umidade relativa e temperatura, onde ficaram por um período de 28 dias, até atingirem a média de 10% de teor de umidade.

Os ensaios físicos e mecânicos foram feitos segundo a norma da ASTM D 1037 (1998) para painéis à base de madeira. O número dos corpos-de-prova retirados de cada chapa foi o seguinte:

a) três para Ligação Interna; b) três para Teor de Umidade; c) três para Flexão Estática; d) uma para Absorção de Água e Inchamento em Espessura; e) três para Arranque de Parafuso.

Análise estatística

Para todas as variáveis acima citadas, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições por tratamento, tendo as chapas como unidade experimental. Foram efetuados a análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey HSD ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Cálculo de retenção do produto preservativo

O resultado do processo de tratamento preservativo da madeira de seringueira com CCA é apresentado na Tabela 2. A massa específica das

Tabela 1. Índice de inibição entre a madeira e o cimento para o teste de hidratação.

Índice de inibição (%)	Classificação
I < 10	Baixa
10 ≤ I < 50	Intermediária
50 ≤ I ≤ 100	Alta
I > 100	Muito Alta

duas amostras (tratadas e não tratadas) foi medida com partículas secas em estufa a 105±2 °C. Os dados mostraram que nessa condição houve um acréscimo de aproximadamente 15% (de 0,47 g/cm³ da não tratada para 0,54 g/cm³ da tratada) dos componentes do CCA. Quando as peças iniciais (antes de serem picadas) foram tratadas com o CCA, foi feito o teste para avaliar a penetração, com o indicador cromazurol. Aparentemente houve uma penetração total e uniforme, resultado que coincidiu com SANTANA & EIRAS (1999) sobre preservação de seringueira com CCA. Quanto à retenção, o resultado aqui obtido de 22,30 kg/m³ foi superior ao obtido por SANTANA & EIRAS (1999) de 14,08 kg/m³.

Teste de calor de hidratação

Os resultados observados durante o teste de calor de hidratação são apresentados na Tabela 3.

Os resultados do teste de hidratação são importantes, já que auxiliam na previsão de como será a cura do cimento, dando uma indicação da possível qualidade das chapas produzidas. A figura (1) mostra o comportamento da curva de hidratação para cada tratamento.

Como se pode perceber, o índice de inibição sobre o cimento foi bem inferior para os tratamentos T2 e T3 em relação ao tratamento T1 (testemunha) conforme ilustrado na Tabela 3. SIMATUPANG et al. (1988) cita que a cura das chapas de cimento-

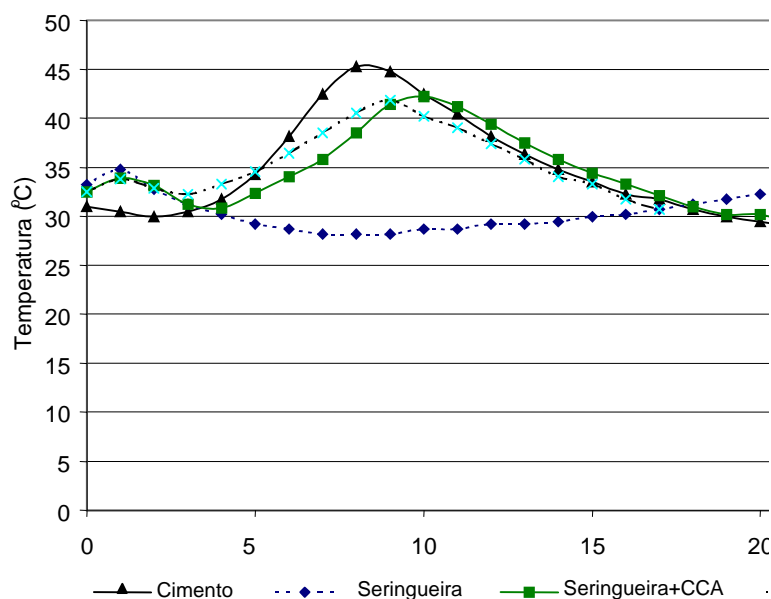


Figura 1. Teste de hidratação de cimento com partículas de *Hevea brasiliensis* para os diferentes tratamentos.

madeira é influenciada por carboidratos solúveis ou compostos fenólicos (extrativos). Os tratamentos preservativos a que as partículas foram submetidas resultaram em grande diminuição do índice de inibição em comparação com o controle (T1). Segundo SANTANA & EIRAS (1999), a porcentagem de carboidratos no lúmen da madeira de seringueira, da ordem de 8%, pode ter influenciado neste resultado.

Propriedades físicas e mecânicas das chapas de cimento-madeira

Após a manufatura e retirada da prensa, as chapas de partículas de seringueira não tratadas (T1) apresentaram acabamento muito inferior, quando comparado com os demais tratamentos, com desagregação das partículas, sendo extremamente frágeis e quebradiças. Por outro lado, as chapas contendo seringueira tratada com CCA (T2) e tratada com CCA e lixiviada (T3) apresentaram

bom acabamento, com superfície lisa e sem desagregação das partículas. Um fato interessante durante a produção das chapas é que visualmente as partículas dos tratamentos T2 e T3 pareciam menos úmidas que as do tratamento T1, ou seja, a água parece ter sido mais bem absorvida na mistura. Esta característica também foi observada por WOLF (1999), que estudou chapas de cimento-madeira de *Pinus* sp. tratadas com CCA. Os resultados das propriedades físicas e mecânicas estão apresentados na Tabela 4.

Massa específica aparente

A massa específica aparente (MEA) é uma variável de grande importância e a alteração do seu valor influencia diretamente as propriedades mecânicas das chapas, já que quanto mais alta a MEA, menos espaço vazio haverá no interior das mesmas (ALMEIDA, 1999). Os tratamentos com seringueira preservada com CCA (T2) e seringueira tratada com CCA e lixiviada (T3), segundo

Tabela 2. Dados de massa específica aparente (MEA) da madeira de *Hevea brasiliensis* e de porcentagem de retenção de ingredientes ativos.

Tratamento	MEA (g/cm ³)	Retenção (%)			Total(kg/m ³)
		CuO	CrO,	AsA	
Não tratada	0,47	---			
Tratada c/ CCA	0,54	0,83	2,01	1,29	22,30

Tabela 3. Compatibilidade do cimento com os três tratamentos das partículas de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	TMAX (°C)	Tempo (h)	SMAX (°C/h)	ICALCULADO	Inibição
T1	33,12	22,98	0,41	42,73	Intermediária
T2	42,57	10,14	2,49	0,53	Baixa
T3	42,03	9,22	2,12	0,37	Baixa
Testemunha*	45,50	8,15		—	—

T1 = Seringueira; T2 = Seringueira+CCA; T3 = Seringueira+CCA+Lixiviação

(*) Cimento+água

SIMATUPANG (1989), enquadram-se na classe dos painéis de alta massa específica. Já as chapas de seringueira não tratadas (T1), mesmo que planejado, não alcançaram a massa específica desejada, enquadrando-se na classe dos painéis de média a alta massa específica. Analisando-se essa diferença na massa específica entre os tratamentos, duas possíveis razões podem estar relacionadas ao fato:

a) a melhoria no processo de cura das chapas promovida pelo tratamento das partículas com CCA (T2 e T3) ocasionou uma maior compatibilidade das mesmas com o cimento, como observado pelo baixo índice de inibição, e uma melhora acentuada na qualidade das chapas. Como consequência disto, o processo de endurecimento do cimento foi mais rápido e houve maior retenção de água após a prensagem e climalização. Isto é mostrado pelos valores de teor de umidade que foram 62% (T2) e

44% (T3) superiores para as chapas com partículas tratadas em comparação com as sem tratamento e;

b) outra razão pode ser atribuída ao fenômeno da dilatação das chapas ("springback") ao sair da prensa. As chapas do tratamento T1 apresentaram maior dilatação, com espessura média de 15,5 mm, enquanto as espessuras médias dos tratamentos T2 e T3 foram respectivamente de 13,9 e 14,2 mm. Este fato deve-se à obstrução parcial do endurecimento do cimento pela ação de extrativos da seringueira que impedem a reação completa do cimento.

Absorção de água e inchamento em espessura

No teste de absorção de água (A_Á) a análise estatística mostrou que a diferença entre o tratamento da testemunha e os demais foi

Tabela 4. Resultados das propriedades físicas e mecânicas de chapas de cimento-madeira com partículas de *Hevea brasiliensis*.

	MEA*	TU	MOR	MOE	SLP	LI	AP	IE	(%)	AA	(%)
Tratamento	(g/cm ³)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(N)	2 horas	24 horas	2 horas	24 horas
	0,93'	7,39°	0,89°	750'	0,64"	0,013°	349"	3,41"	4,05"	36,51"	41,59"
T1'	(0,05)	(0,46)	(0,21)	(0,50)	(0,21)	(0,005)	(98,6)	(0,44)	(0,40)	(1,62)	(2,22)
	1,35"	11,98"	9,01"	6,710"	5,44'	0,41"	1,200"	0,50"	0,75 "	11,70"	15,66"
T2	(0,03)	(0,26)	(1,21)	(2,06)	(1,28)	(0,05)	(131,8)	(0,45)	(0,43)	(2,10)	(2,27)
	1,24"	10,64"	6,40"	4,000 "	3,65"	0,28"	1,167"	0,95"	1,15 "	14,12"	18,06"
T3	(0,01)	(0,60)	(0,48)	(0,37)	(0,40)	(0,05)	(133,1)	(0,14)	(0,14)	(2,23)	(2,44)
BISON"	1,20	9,00	9,00	3,000	~	0,40	-	0,8-1,2	1,2-1,8	~	~

(') MEA = massa específica aparente; TU = teor de umidade; MOR = módulo de ruptura; MOE = módulo de elasticidade; LI = ligação interna; AP = arranque de parafuso; IE = inchamento em espessura; AA = absorção de água; (") T1 = chapas de partículas sem tratamento; T2 = chapas de partículas tratadas com CCA; T3 = chapas de partículas tratadas com CCA e expostas à lixiviação; Resultados são médias de três repetições por tratamento. Médias de propriedades com a mesma letra dentro da mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de significância de 5%. Números em parênteses são desvio padrão; (") BISON (1978) - Especificações para chapas comerciais usadas na construção civil. Valores mínimos, exceto para IE que são máximos. IE após 28 dias = 1,2%-2,0%.

significativa. A maior absorção ocorreu no tratamento T1, onde a incompatibilidade entre a madeira sem tratamento e o cimento causou um retardamento na cura das chapas, resultando em baixa qualidade e conseqüentemente, maior absorção de água. Os tratamentos onde as partículas foram submetidas a tratamento com CCA (T2 e T3) não apresentaram diferença significativa. A absorção de água foi maior para T2 e T3, em comparação com os valores observados por SIMATUPANG (1989), mas inferior aos melhores resultados obtidos por SUDIN et al. (1989) para chapas manufaturadas com seringueira. Para a propriedade de inchamento em espessura (IE) o mesmo resultado obtido para AA foi observado. Os resultados aqui obtidos foram melhores que os de SUDIN et al. (1989). Em outro trabalho utilizando partículas de red pine (*P. resinosa*) tratadas com CCA e com adição de silicato de sódio, o valor encontrado por HSU (1995) para IE foi de 1,18% após 24 horas. As chapas controle apresentaram maior inchamento em espessura segundo o teste

de Tukey ao nível de 5% de significância, o que era esperado, devido ao efeito dos açúcares na cura das chapas com partículas sem nenhum tratamento. Um fato interessante a ser ressaltado no teste de inchamento em espessura foi a dificuldade na coleta dos dados no tratamento T1, que possuía acabamento inferior, quando comparada aos outros tratamentos. Características como baixa absorção de água e pouca variação na espessura são importantes para chapas que tenham aplicações estruturais, já que nas condições de serviço grandes variações na absorção de água facilitariam o processo de intemperismo destas.

Resistência à flexão estática

Quando comparados à testemunha, chapas dos tratamentos T2 e T3 apresentam valores de Stress no Limite Proporcional (SLP), Módulo de Elasticidade (MOE) e Módulo de Ruptura (MOR) bem superiores, mostrando que os tratamentos são estatisticamente diferentes entre si. O tratamento

T2 apresentou os melhores resultados de MOR, seguido de T3 e T1, evidenciando que também as propriedades mecânicas são influenciadas pela massa específica. Para as demais propriedades de flexão estática não houve diferença estatística entre os tratamentos T2 e T3.

Ligação interna e arranque de parafuso

As propriedades de ligação interna (LI) e de arranque de parafuso (AP) são de incontestável importância para painéis de madeira, já que conforme a condição de serviço podem vir a ser intensamente solicitadas, como no caso de esforços em ângulos diferentes de 90°, como parafusos ou pregos. Para os testes de ligação interna e arranque de parafuso, a ANOVA mostrou que as diferenças entre os tratamentos foram significativas ao nível de significância de 5%. Nessas propriedades foi grande a diferença entre chapas com partículas tratadas com CCA e chapas controle (sem tratamento), sendo as primeiras sempre muito superiores.

CONCLUSÕES

A produção de chapas cimento-madeira com partículas de seringueira tratadas com CCA é tecnicamente viável, conforme os dados obtidos no presente trabalho. O processo de preservação das partículas atuou de forma muito positiva na melhoria da cura das chapas e conseqüentemente na melhoria acentuada de suas propriedades físicas e mecânicas. Para todas as propriedades testadas as chapas produzidas com partículas que não sofreram nenhum tratamento sempre apresentaram os piores resultados. Praticamente todas as propriedades estudadas superaram as especificações da BISON, empresa que é a maior fabricante de painéis de cimento-madeira do mundo.

O teste de compatibilidade entre as partículas de madeira e o cimento foi efetivo, pois forneceu uma estimativa da qualidade final das chapas.

Recomendam-se posteriores estudos sobre uso

de madeira tratada que tenha sido retirada de serviço para manufatura de chapas de cimento-madeira. No caso da madeira de seringueira sem tratamento, recomendam-se outros tratamentos que possibilitem a extração dos açúcares de seu lúmen.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, R.R. Utilização do Epicarpo Fibroso do Coco de Babaçu (*Orbignya* sp.) na Fabricação de Painéis Compostos. Brasília: Universidade de Brasília, 39 p., 1999.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. Standart Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. ASTM D 1037-96a. Philadelphia (USA): *Annual Book of ASTM Standards*, v. 04.09 Wood, 30 p., 1998.
- AMERICAN WOOD PRESERVERS ASSOCIATION. Analysis of Treated Wood and Treating Solutions by Atomic Absorption Spectroscopy. *AWPA Book of Standards*, A11-93, 255 p., 1993.
- BISON DO BRASIL. Bison NC Plac- Matéria Prima Aglomerados Mineralizados. s.l.: s.ed. *Bison do Brasil Indústria e Comércio Ltda.* 27p., 1983.
- 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 Products Abstract*. V.34, nº. 2, p. 57-61, 1984.
- HSU, W.E. Cement-Bonded Particleboard From Recycled CCA-Treated and Virgin Wood. In: *IV Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composite Materials*. USA: s.ed. pg.3-5, 1995.
- NAHUZ, M.A.R. & WATAI, L.T. Uma Visão Ampla dos Materiais à Base de Madeira no Brasil.

Brasil: *Silvicultura* V.19, n.35, pg.34-38, 1998.

NWMA. N.W.M.A.-Soil Block Test-Standart
N.W.M.A. Methods for Testing the Preservative
Property of Oil-Soluble Wood Preservatives by
Using Wood Specimens Uniformly Impregnated.
USA:, s. ed. 1960.

SANTANA, M.A.E.; EIRAS,K.M. Madeira de
Hevea brasiliensis: Adequação Tecnológica
para sua Utilização-Relatório Final. IBAMA/
LPF. Brasília, 90p. 1999.

SIMATUPANG, M.H. Mineral-Bonded Wood
Composites. In Schniewind,A.P. ed. *Advance
in Material Science & Engineering, Concise
Encyclopedia of Wood & Wood-Based
Materials*. USA:Pergamon Press pg 250, 1989.

SIMATUPANG, M.H.; LANGE,H.; KASIM,A.;
SEDDIG,N. Influence of Wood Species on the
Setting of Cement and Gypsum. In:
Moslemi,A.A.; Hamel,M.P. *Fiber and
Particleboards Bonded with Inorganic
Binders*. USA: s.ed. Conference Proceedings.
Pg. 33-42,1988.

SUDIN, R; CHEW, L.T.; ONG, C.L. Storage effects
of rubberwood on cement-bonded particleboard.
Journal of Tropical Forest Science 1 (4):365-
370, 1989.

WOLFE, R.W.; GJINOLLI,A. Durability and
Strenght of Cement-Bonded Wood Particle
Composites Made From Contruction Waste.
USA: *Forest Products Journal*. Vol.49 n.2
pg.24-3, 1999.