

EFEITO DA TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NA CURA DE PAINÉIS CIMENTO MADEIRA

Luana Elis de Ramos e Paula¹, Lourival Marin Mendes²,
Raphael Nogueira Rezende³, Marina Donária Chaves Arantes⁴

(recebido: 25 de novembro de 2008; aceito: 28 de agosto de 2009)

RESUMO: Os painéis cimento-madeira são versáteis, resistentes, de fácil trabalhabilidade e apresentam custo reduzido comparado a outros painéis de madeira. Porém, este tipo de painel apresenta algumas particularidades indesejáveis, dentre elas o elevado tempo de cura do cimento, que interfere no processo de produção. Uma alternativa utilizada para reduzir o tempo de maturação deste tipo de painel é o uso da cura a vapor. No presente trabalho, objetivou-se o desenvolvimento de uma câmara a vapor para redução do tempo de cura de painéis cimento-madeira. O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 3, sendo 2 tempos de vaporização (3 e 10 dias) e 3 temperaturas (50, 60 e 70°C). Os resultados indicaram que a câmara de vaporização é viável na aceleração da cura dos painéis cimento-madeira; o efeito da temperatura foi significativo para as propriedades físicas e mecânicas estudadas, sendo 60°C a de melhor desempenho. Em relação ao tempo, não houve diferença estatística na maioria dos ensaios para 3 e 10 dias.

Palavras-chave: Painéis cimento madeira, cura a vapor.

EFFECT OF TEMPERATURE AND VAPORIZATION TIME ON THE MATURING OF WOOD-CEMENT PANELS

ABSTRACT: The wood-cement panels are versatile, durable, present easy workability and reduced cost when compared to other wood panels. However, this type of panel has some undesirable features, among them the high cement curing time which interferes in the production process. An alternative used to reduce the time needed for maturation of such panels is the use of steam curing. This study aimed to develop a steam chamber for curing time reduction for wood-cement panels. The experiment was conducted under a completely randomized design in a 2 x 3 factorial, with 2 exposure times to the steam (3 and 10 days) and 3 temperatures (50, 60 and 70° C). The results indicated that the vaporization chamber is viable in accelerating the curing of wood-cement panels, the effect of temperature was significant for the physical and mechanical properties studied, and 60°C presents the best performance. For the time, there was no statistical difference in most tests for 3 and 10 days.

Key words: Wood-cement panels, steam curing.

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material biológico de alta resistência mecânica, durabilidade e de fácil trabalhabilidade. Construções feitas com este material proporcionam grande conforto térmico e excelente estética.

Apesar de apresentar inúmeras qualidades, a madeira possui algumas restrições quanto a suas dimensões, defeitos naturais, higroscopicidade e anisotropia.

Uma solução para minimizar estas propriedades indesejáveis e aproveitar melhor a madeira é a produção

de painéis reconstituídos. Com os avanços tecnológicos é possível produzi-los, utilizando os mais variados componentes, como, por exemplo, a madeira combinada com o cimento.

Os painéis cimento-madeira são compostos particulados minerais produzidos a partir de madeira, aglutinante mineral (cimento Portland), aditivo químico e água, unidos por prensagem a frio (IWAKIRI et al., 2005).

Segundo Chittenden et al. (1975), citados por Latorraca (2000), a maioria dos produtos lignocelulósicos, teoricamente, podem ser empregados como matéria-prima para compor as chapas minerais juntamente como o cimento,

¹Engenheira Florestal, Mestranda em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – luanafloresta@hotmail.com

²Engenheiro Florestal, Professor Dr. do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@dcf.ufla.br

³Engenheiro Florestal, Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – nogueiraphael@hotmail.com

⁴Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciência e Tecnologia da Madeira, Professora da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – NEDTEC – 29550-000 – Jerônimo Monteiro, ES – mdonariac@hotmail.com

sendo as espécies florestais as mais utilizadas. A exigência maior se refere à composição química desse material, a qual pode prejudicar a solidificação do cimento.

A incompatibilidade química entre a madeira e o aglomerante ocorre em razão da presença de determinadas substâncias químicas presentes na madeira, denominadas genericamente de extrativos. Esses extrativos podem retardar e, em alguns casos, impedir a pega do cimento, sendo necessária a utilização de processos que minimizem a influência desse fenômeno sobre a hidratação do cimento (BERALDO et al., 2002).

O cimento utilizado para produção destes painéis é o cimento Portland de alta resistência inicial (CP V ARI). De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2002), este cimento é usado quando o processo exige elevada resistência inicial e desforma rápida, o que é possível em razão da utilização de uma dosagem diferente de calcário e argila na produção do clínquer, bem como pela moagem mais fina do cimento. Assim, ao reagir com a água, o CP V ARI adquire elevadas resistências, com maior velocidade.

Os aditivos químicos modificam as propriedades do concreto, sendo geralmente utilizados na melhora da trabalhabilidade, aceleração ou desaceleração de tempo de pega e controle do desenvolvimento da resistência do concreto (Mehta & Monteiro, 1994). Segundo Neville (1982), o cloreto de cálcio foi um aditivo químico comumente utilizado durante muitas décadas, provavelmente por ser de custo reduzido e eficiente para aceleração da hidratação dos silicatos de cálcio.

De acordo com Simatupang et al. (1978), citados por Latorraca (2000), a água é necessária para que ocorram as reações químicas do aglutinante para os aditivos se dissolverem e permitir a mistura do cimento que irá revestir as partículas de madeira uniformemente.

Os painéis cimento-madeira são versáteis, resistentes, de fácil trabalhabilidade e apresentam custo reduzido comparado a outros tipos de painéis de madeira. Porém, apresentam algumas particularidades indesejáveis como a incompatibilidade da madeira de algumas espécies com o cimento, em razão da presença de extrativos, como foi dito anteriormente. Alternativas vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de reduzir esse tempo, dentre elas, alterações na composição do cimento, utilização de CO₂ durante a prensagem e adição de autoclaves no processo de produção (LATORRACA, 2000).

Outra possibilidade, segundo Neville (1982), é o uso da cura a vapor, que acelera o endurecimento do

cimento e, conseqüentemente, propicia um aumento de sua resistência, o que permite o manuseio do produto com menores idades e aumenta a produtividade.

Latorraca (2000), utilizando um compartimento para cura a vapor de painéis cimento madeira verificou um efeito benéfico nas propriedades MOE e compressão paralela. A cura provocou nessas duas propriedades a aquisição de resistência no 7° e 14° dias equiparável à resistência obtida no 28° dia de maturação dos painéis.

Nesse contexto, conduziu-se este trabalho, com os objetivos de desenvolver uma câmara de vaporização para reduzir o tempo de cura dos painéis cimento-madeira, e verificar os efeitos da temperatura e do tempo de vaporização na qualidade dos painéis produzidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Constituintes dos painéis

Para realização deste estudo foram utilizados seis clones de *Eucalyptus*, tendo como espécie paternal o *Eucalyptus urophylla*, cultivados pela Companhia Mineira de Metais no município de Vazante - MG, em sistema agrosilvopastoril, com espaçamento 10 x 4 metros, aos oito anos de idade.

Cinco árvores de cada clone foram abatidas e transportadas à Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG, onde ocorreu o processo de produção dos painéis.

As toras foram laminadas e os resíduos gerados, arredondamento e rolo resto, passaram em moinho martelo para serem transformados em partículas, as quais foram submetidas a um peneiramento mecânico. O material empregado na produção dos painéis foi aquele que passou por uma peneira de malha 2 mm e ficou retido na de 0,64 mm. Após o peneiramento, a madeira dos seis clones foi misturada.

O aglomerante utilizado foi o cimento Portland ARI V - alta resistência inicial, fabricado por Holcim, em Barroso - MG.

O aditivo químico cloreto de cálcio e a água tratada também foram utilizados como constituintes dos painéis.

2.2 Tratamento das partículas

Para o tratamento das partículas, foi empregada a metodologia utilizada por Loschi (2007).

2.3 Produção dos painéis

As variáveis de produção dos painéis estão definidas na Tabela 1.

Inicialmente, as partículas de madeira foram colocadas dentro de uma betoneira. O cloreto de cálcio foi previamente diluído na água, e esta mistura foi colocada lentamente sobre as partículas. O cimento foi o último componente adicionado, também de forma lenta para evitar a formação de grânulos.

O colchão foi formado e a prensagem ocorreu com três painéis de cada vez, a pressão aplicada foi de 3,92 MPa, a frio, por um período de dez minutos. Passado este tempo, efetuou-se o grampeamento e os painéis permaneceram nessa condição por um período de 24 horas.

2.4 Vaporização dos painéis

Após desgrampeamento, os painéis foram levados para a câmara de vaporização. Esta foi construída utilizando chapa galvanizada, com 69 x 55 cm de base e 67 cm de altura (Figura 1a), com termostato em sua parte externa que regula a temperatura da resistência instalada no fundo da câmara. Sobre a resistência, foi colocado um aparato de madeira (Figura 1b) para sustentação dos painéis no momento da vaporização. Ao fundo da câmara, o nível de água era mantido acima da resistência elétrica.

Tabela 1 – Variáveis da produção dos painéis cimento madeira.

Table 1 – Production variables of wood-cement panels.

Variável	Valor
Dimensões	49,5 cm de largura
	49,5 cm de comprimento
	1,5 cm de espessura
Relação Madeira : Cimento	1: 2,5
Relação Água : Cimento	1: 1,5
Taxa de água hidratação cimento	0,25
Aditivo: CaCl ₂	3% em relação à massa do cimento
Densidade	1,2 g/cm ³
Porcentagem de perdas	6%

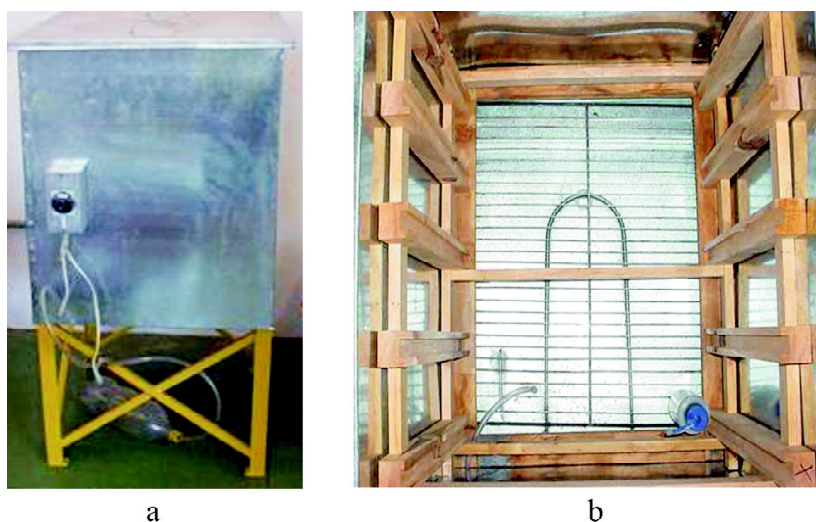


Figura 1 – Câmara de vaporização, (a) vista externa e (b) vista interna.

Figure 1 – Vaporization chamber, (a) external view and (b) internal view.

Os painéis foram submetidos a dois diferentes tempos e três temperaturas de vaporização. Após a vaporização, os painéis passaram por secagem em estufa, com a respectiva temperatura aplicada durante a vaporização. Em seguida, permaneceram por três dias em câmara climática sob temperatura de $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $(65 \pm 2)\%$, para completar seu período de maturação. Na Tabela 2, apresenta-se o delineamento experimental.

2.5 Avaliação das propriedades dos painéis

Para a avaliação das propriedades físico-mecânicas dos painéis adotaram-se os procedimentos recomendados pela norma DIN, com algumas modificações, e a norma ASTM 1037.

As propriedades avaliadas foram: Ligação Interna, Flexão Estática (Módulo de Elasticidade - MOE e Módulo de Ruptura - MOR), Compressão Paralela, Inchamento em Espessura e Absorção em Água.

2.6 Análise estatística

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado com diferentes números de repetição por tratamento. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 2×3 , sendo 2 tempos e 3 temperaturas de vaporização. As médias de temperaturas foram comparadas pelo teste Tukey e as médias de tempo pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Propriedades físicas

Para os ensaios de absorção de água, o efeito da temperatura, tempo e interação foram estatisticamente significativos.

Os valores de absorção de água para os painéis imersos por duas horas são apresentados na Tabela 3.

Para o tratamento 3 dias, não houve diferença estatística para o teste absorção em água por duas horas

Tabela 2 – Delineamento experimental.

Table 2 – *Experimental design.*

Tratamento	Temperatura de vaporização (°C)	Tempo de vaporização (dias)	Ensaio (dia)
1	50	10	14°
2	50	3	7°
3	60	10	14°
4	60	3	7°
5	70	10	14°
6	70	3	7°

Tabela 3 – Valores médios de absorção de água por duas horas de imersão (AA_{2h}) em função dos tratamentos propostos.

Table 3 – *Average water absorption values for two hours of immersion (AA_{2h}) in function of the proposed treatments.*

Temperatura ²	Tempo ¹		Médias (erro-padrão)
	3 dias AA_{2h} (%)	10 dias AA_{2h} (%)	
50 °C	15,02 (0,50) a A	5,32 (0,50) b C	10,17 (0,35)
60 °C	14,60 (0,50) a A	13,87 (0,50) a B	14,24 (0,35)
70 °C	12,77 (0,55) b A	19,05 (0,50) a A	15,91 (0,37)
Médias (erro-padrão)	14,13 (0,29)	12,75 (0,28)	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível nominal de significância de 5%.

entre as diferentes temperaturas testadas. Já para 10 dias, os valores apresentados são estatisticamente diferentes, sendo a temperatura 50°C a que apresentou menor valor, e 70°C o maior.

Os resultados encontrados para o teste de absorção de água durante vinte e quatro horas de imersão podem ser observados na Tabela 4.

Os resultados encontrados no teste de absorção de água por vinte e quatro horas de imersão seguem o mesmo comportamento para imersão durante duas horas.

Loschi (2007) produziu painéis cimento-madeira utilizando a mesma mistura de clones deste estudo, porém sem utilização de cura a vapor, encontrando valores de 9,42% e 11,64% para absorção de água em duas e vinte e quatro horas, respectivamente. A diferença entre os valores encontrados por este autor e os deste trabalho, provavelmente, ocorreu em razão da alteração na cinética de hidratação do cimento. Com o aumento da temperatura, os picos de calor ocorrem mais rapidamente, ocasionando um aumento da permeabilidade pela redução da área superficial dos hidratos e engrossamento da estrutura porosa (KJELLEN, 1996).

Latorraca & Albuquerque (2002), para ensaios em duas e vinte quatro horas, encontraram valores médios de absorção de água 12,90% e 16,21% para madeira de *Eucalyptus urophylla* em painéis testados aos 28 dias. Estes valores estão próximos aos obtidos neste estudo para ensaios aos 7 e 14 dias.

No teste inchamento em espessura por duas horas, os valores variaram de 0,3 a 0,5% e no teste por vinte quatro horas de 0,4 a 0,6%. Estes resultados foram

satisfatórios de acordo com Bison (1978), citado por Latorraca & Albuquerque (2002). Porém, o efeito da temperatura, tempo e interação não foram estatisticamente significativos para este teste.

3.2 Propriedades mecânicas

Para os ensaios de ligação interna, o efeito da temperatura e interação foram significativos. Na Tabela 5, podem ser verificados os valores de ligação interna para os painéis em função dos tratamentos.

Verificou-se que, independente do tempo, houve um aumento dos valores de ligação interna quando a temperatura aumentou de 50 para 60°C, e deste para 70°C, ocorreu um decréscimo. Nota-se que para o tratamento 10 dias a temperatura de 50°C apresentou o menor valor para ligação interna sendo estatisticamente diferente dos demais. Para 3 dias, o tratamento 60°C apresentou o maior valor, estatisticamente igual ao de temperatura 50°C.

Loschi (2007) encontrou 0,46 MPa para o teste de ligação interna de painéis produzidos sem utilização de cura a vapor, valor este próximo aos encontrados neste estudo. A exigência mínima do processo Bison (1978), citado por Lopes (2004), é de 0,39 MPa para ligação interna. Isso significa que os painéis deste estudo, curados a vapor, apresentaram desempenho satisfatório para essa propriedade.

Para o ensaio de compressão paralela, verificou-se que somente o efeito da temperatura foi significativo. Na Tabela 6, apresentam-se os resultados para o teste.

Observa-se, no teste de compressão, para temperatura, que o melhor tratamento foi 60°C, com 8,42 MPa. Os demais tratamentos apresentaram valores

Tabela 4 – Valores médios de absorção de água por vinte e quatro horas (AA_{24h}) de imersão, em função dos tratamentos estudados.

Table 4 – Average water absorption values for twenty-four hours (AA_{24h}) of immersion (AA_{2h}) in function of the proposed treatments.

Temperatura ²	Tempo ¹		Médias (erro-padrão)
	3 dias AA_{24h} (%)	10 dias AA_{24h} (%)	
50 °C	17,61 (0,50) a A	9,51 (0,50) b C	13,56 (0,35)
60 °C	17,42 (0,50) a A	17,62 (0,50) a B	17,52 (0,35)
70 °C	16,41 (0,54) b A	22,21 (0,50) a A	19,31 (0,37)
Médias (erro-padrão)	17,15 (0,30)	16,45 (0,29)	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível nominal de significância de 5%.

intermediários, de 7,91 e 7,37 MPa, para 50 e 70°C, respectivamente.

Os valores encontrados neste teste, para os tempos 3 e 10 dias, são iguais estatisticamente. Isso significa que para resistência à compressão, a vaporização por 3 dias apresentou resistência equiparável à de 10 dias.

Loschi (2007) encontrou o valor de 7,43 MPa para painéis produzidos com os mesmos clones, porém sem cura a vapor. Latorraca (2000), para painéis produzidos com madeira de *E. urophylla*, sem cura a vapor, encontrou 6,56 MPa. Verifica-se, então, que os resultados encontrados neste estudo para compressão estão dentro do esperado.

No ensaio de resistência à flexão verificou-se que, para o módulo de elasticidade (MOE), o efeito da temperatura e tempo de vaporização foram significativos, enquanto que para o módulo de ruptura (MOR), apenas o

efeito da temperatura foi significativo. Na Tabela 7 apresentam-se os resultados obtidos para MOE e MOR para os painéis produzidos.

Verifica-se na Tabela 7 que, tanto para MOE quanto para MOR, em relação a temperatura, os tratamentos 60 e 70°C, apresentaram valores estatisticamente iguais e superiores ao de 50°C. Para a variável tempo, 10 dias apresentou melhor resultado para MOE; para MOR, os valores encontrados foram estatisticamente iguais.

Tais valores são semelhantes aos obtidos por Loschi (2007), que encontrou 1197,05 MPa para MOE e 3,64 MPa para MOR, com painéis produzidos com a mesma madeira deste estudo sem tratamento a vapor.

Para propriedades mecânicas a cura a vapor proporcionou uma resistência aos 7 e 14 dias de produção próxima àquela obtida por Loschi (2007) aos 28 dias.

Tabela 5 – Valores médios de ligação interna (LIG) em função dos tratamentos.

Table 5 – Average internal bonding values (LIG) in function of the treatments.

Temperatura ²	Tempo ¹		Médias (erro-padrão)
	LIG (MPa) - 3 dias	LIG (MPa) - 10 dias	
50 °C	0,5207 (0,2660) a AB	0,3917 (0,2733) b B	0,4562 (0,1907)
60 °C	0,6042 (0,2733) a A	0,5697 (0,2813) a A	0,5869 (0,1961)
70 °C	0,4490 (0,2733) b B	0,5372 (0,2733) a A	0,4931 (0,1933)
Médias (erro-padrão)	0,5246 (0,1564)	0,4931 (0,1593)	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 6 – Valores médios de compressão (COMP) para os tratamentos estudados.

Table 6 – Average compression (COMP) values for the treatments studied.

Temperatura ¹	Médias (erro-padrão)
	COMP (MPa)
50 °C	7,9100 (2,47) AB
60 °C	8,4229 (2,53) A
70 °C	7,3707 (2,47) B
Tempo ²	COMP (MPa)
3 dias	7,7002 (2,02) a
10 dias	8,1023 (2,05) a

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível nominal de significância de 5%; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 7 – Valores médios de módulo de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR).**Table 7** – Average modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR) values.

Temperatura ¹	Médias (erro-padrão)	
	MOE (MPa)	MOR(MPa)
50 °C	1167,49 (485,1) B	3,5392 (1,62) B
60 °C	1411,72 (417,9) A	4,2963 (1,39) A
70 °C	1394,32 (435,7) A	4,4277 (1,45) A
Tempo ²	MOE (MPa)	MOR (MPa)
3 dias	1270,71 (354,0) b	4,0590 (1,18) a
10 dias	1378,31 (375,8) a	4,1159 (1,25) a

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível nominal de significância de 5%; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%.

4 CONCLUSÕES

A câmara de vaporização é viável na aceleração da cura dos painéis cimento-madeira.

Os efeitos da temperatura e do tempo de vaporização influenciaram as propriedades físicas e mecânicas avaliadas. A temperatura de 60°C apresentou melhor desempenho para a maioria das propriedades estudadas e foi possível obter painéis de qualidade satisfatória com vaporização de 3 dias.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. São Paulo, 2002. 28 p. (Boletim técnico, 106). Disponível em: <http://www.abcp.org.br>. Acesso em: 8 jan. 2008.

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.

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

KJELLEN, K. O. Heat curing and post-heat curing regimes of high-performance concrete: influence on microstructure and C-S-H composition. **Cement and Concrete Research**, v. 26, n. 2, p. 295-307, 1996.

LATORRACA, J. V. F. **Eucalyptus spp. na produção de painéis de cimento-madeira**. 2000. 191 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, 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.

LOSCHI, F. A. P. **Potencial de utilização da madeira de Eucalyptus na produção de painéis cimento-madeira**. 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994. 309 p.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. São Paulo: Pini, 1982. 738 p.