

ESTUDO DA COMPATIBILIDADE ENTRE A MADEIRA E AS CASCAS DE *Eucalyptus grandis* E CIMENTO PORTLAND

STUDY OF THE COMPATIBILITY BETWEEN *Eucalyptus grandis* WOOD AND BARK AND PORTLAND CEMENT

Fábio Akira Mori¹ Yústane Lerissa Veiga Lopes²
Lourival Marin Mendes³ João Vicente de Figueiredo Latorraca⁴

RESUMO

As características dos painéis cimento-madeira podem ser prejudicadas em virtude da incompatibilidade química do cimento com alguns materiais lignocelulósicos que podem inibir a “pega” do cimento. Porém, este efeito pode ser minimizado com tratamentos químicos dos materiais. As diferentes espécies de *Eucalyptus* podem ser promissoras como matéria-prima na produção desse tipo de painel, principalmente os resíduos gerados na forma de cascas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade química da madeira e cascas tratadas e não-tratadas quimicamente de *Eucalyptus* com o cimento Portland. O tratamento químico das cascas foi realizado com solução de hidróxido de sódio. Os resultados obtidos mostraram que a madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou uma aptidão moderada ao cimento, as cascas tratadas, alta aptidão e as cascas não-tratadas, aptidão extremamente baixa. Verificou-se a influência positiva do tratamento químico nas cascas, possibilitando futuramente sua incorporação na manufatura de painéis cimento-madeira.

Palavras-chave: compatibilidade; painéis cimento-madeira; *Eucalyptus grandis*; cascas.

ABSTRACT

The characteristics of cement bonded particleboards can be jeopardized by chemical incompatibility between some lignocellulosic materials and cement, which can inhibit the glue of this cement; however, this effect can be minimized with chemicals treatments of the materials. The different species of *Eucalyptus* can be promising as raw material in the production of these panels, mainly residues produced in form of barks. The objective of the work was to evaluate chemical compatibility of wood and barks (without and with chemical treatment) of *Eucalyptus grandis* with cement. The chemical treatment of barks was carried out with sodium hydroxide. Results showed that the *Eucalyptus grandis* wood presented a moderate aptitude with cement, the treated barks presented high aptitude and the untreated bark presented extremely low aptitude. It was verified positive influence of the chemical treatment in the barks, making possible, in the future, the incorporation of these elements in the manufacturing of cement-bonded particleboard.

Keywords: compatibility; cement bonded particleboards; *Eucalyptus grandis*; barks.

INTRODUÇÃO

As madeiras apresentam algumas características que dificultam sua utilização na construção civil devido, principalmente, a sua anisotropia. A variação das propriedades nas madeiras também é observada entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e até mesmo entre peças de uma mesma árvore (TSOUMIS, 1991). Em consequência disso, fez-se necessário o desenvolvimento de produtos que mantivessem as suas qualidades e minimizassem as suas propriedades indesejáveis, podendo ser aplicados em situações antes restritas a outros tipos de materiais. Surgiram, assim, os painéis de madeira, dentre eles: compensados, vigas laminadas, LVL, chapas de partículas, fibras etc. (MARRA, 1992).

Os chamados painéis minerais, que são produtos fabricados a partir de partículas de madeira e um

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). morif@ufla.br ou fabio.mori@pq.cnpq.br

2. Engenheira Florestal, MSc., Analista Ambiental do Instituto Estadual de Florestas (IEF), Rua Ascanio Lima, 03, Centro, CEP 35588-000, Arcos (MG). veigalopes@yahoo.com.br/yustane.lobes@ief.mg.gov.br

3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). lourival@ufla.br

4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 07, CEP 23890-000, Seropédica (RJ). latorraca@ufrj.br/latorraca@hotmail.com

aglutinante mineral, estão iniciando produção comercial no mercado nacional; porém, possuem uma longa história de aplicação e aceitação no setor de construção civil, principalmente na Europa e Ásia. Exemplos são painéis de cimento-madeira, que já são produzidos em larga escala no Japão, na comunidade europeia, dentre outros, com uma produção em torno de 2,5 milhões de m³ em 1996 (MOSLEMI, 1998).

A grande aceitação na utilização deste tipo de painel é devido a sua boa trabalhabilidade, grande resistência ao ataque de fungos e cupins, bom isolamento térmico e acústico, parcialmente incombustível (ELTOMATION, 2003), menos exigências em relação à matéria-prima (madeira) quanto a sua forma, dimensões, defeitos naturais etc., e não utilização de adesivo sintético como aglutinante, sendo o cimento Portland de custo bastante reduzido em relação aos demais.

Esses fatores contribuem para que a utilização dos painéis cimento-madeira adquira uma posição de destaque entre os produtos florestais. Porém, algumas limitações, como a incompatibilidade de espécies, pode, de certa forma, restringir o emprego destes painéis. A presença de algumas substâncias químicas do material lignocelulósico, os chamados extrativos, retardam a “pega” e o endurecimento do cimento, podendo prejudicar as propriedades finais dos painéis (MOSLEMI, 1998, LATORRACA e IWAKIRI, 2000).

O efeito causado pelos extrativos pode ser minimizado pela utilização de algum processo que diminua sua influência sobre a hidratação do cimento. A remoção dessas substâncias pela ação de soluções aquosas ou imobilização das substâncias através do recobrimento por uma película protetora (oleosa ou salina) podem melhorar a compatibilidade do material com o cimento (BERALDO et al., 2002).

As diferentes espécies de *Eucalyptus* podem ser promissoras como matéria-prima na fabricação deste tipo de painel. O gênero tem sido um dos mais promissores em termos de utilização comercial, e suas características têm sido bem aproveitadas pelas indústrias de celulose e papel e de carvão, começando ser bem aproveitadas pelas indústrias moveleiras. Com o aumento do consumo de madeira de *Eucalyptus*, há um aumento também na geração de resíduos, como serragem, costaneiras, aparas e cascas, que poderiam ser utilizados para a produção de painéis cimento-madeira.

A utilização de cascas das essências florestais geralmente não é aconselhável nos concretos e também nos painéis de cimento-madeira, visto que possuem altos teores de matéria orgânica que podem interferir nas reações de hidratação do cimento (NEVILLE, 1982). Geralmente, a presença de cascas reduz a compatibilidade do cimento.

Porém, ressalta-se que as cascas, porque exercem um papel excessivamente negativo nas indústrias madeireiras, por envolver problemas de descarte, representando, em torno, de 10 a 15% do peso total da madeira (BROWNING, 1975), tornam-se matéria-prima interessante para pesquisa e utilização na produção deste tipo de painel.

Vários são os métodos para se avaliar a aptidão de um material com o cimento: a determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos (LEE et al., 1986 *apud* LATORRACA, 2000), assim como o método utilizado para avaliar a resistência de um concreto (NEVILLE, 1982); a razão do índice de temperatura máxima, ou seja, a utilização da evolução da temperatura de hidratação para gerar equações, como é o caso empregado por Hachmi et al. (1990), utilizando os valores de temperatura máxima e tempo de hidratação (LATORRACA, 2000); mensuração de forma sistemática da evolução da temperatura da mistura por um certo período de tempo, como a metodologia proposta por Hofstrand et al., 1984, entre outras formas de se avaliar a compatibilidade da madeira com o cimento.

Sob este contexto, o trabalho apresenta o objetivo de avaliar, através do ensaio de termometria, a aptidão do cimento com a madeira, cascas tratadas e não-tratadas quimicamente de *Eucalyptus grandis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, utilizaram-se amostras de madeira e de cascas de *Eucalyptus grandis* com 9 (nove) anos de idade, provenientes do Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG. As partículas de madeira e cascas foram obtidas através de cavacos moídos em moinho martelo. Parte desses materiais foi destinada à análise química do mesmo.

O tratamento químico aplicado em parte das partículas de cascas utilizando água e hidróxido de sódio foi realizado conforme descrito a seguir.

Tratamento químico das cascas

As cascas foram colocadas em um recipiente com a adição de água até a completa saturação, deixando-se um volume de água acima delas, durante dois dias, agitando-se periodicamente. Após isso, a água foi retirada, e as cascas lavadas com água corrente e retornadas ao recipiente, acrescentando novamente água mais hidróxido de sódio (NaOH) 1% p/v, deixando-se por mais 48 horas. Após esse período, novamente prosseguiu-se a lavagem e a troca de água, verificando-se, de 72 em 72 horas, a coloração da água até que se tornasse clara (tratamento que durou aproximadamente uma semana), indicando a não mais remoção de compostos químicos. Em seguida, foram secas ao ar livre até a umidade de equilíbrio.

Determinação dos extrativos totais

Para realização da análise química, a madeira e cascas foram moídas e classificadas por um sistema de peneiras metálicas. Utilizou-se o material, que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retido na de 60 mesh. Esse material foi acondicionado em ambiente climatizado com $20 \pm 3^\circ\text{C}$ de temperatura e $60 \pm 5\%$ de umidade relativa.

As metodologias utilizadas nas análises químicas de extrativos totais para a madeira e as cascas são descritas a seguir:

Extrativos totais da madeira

Pesou-se 1 g de amostra seco da serragem em cadinho de vidro sinterizado de porosidade dois, previamente secos e tarados em balança analítica com resolução de 0,0001g. O cadinho foi colocado em um extrator soxhlet, e a extração foi realizada primeiramente com álcool etílico/tolueno (1: 2 v/v) por um período de tempo de 6 horas após o primeiro refluxo. Na seqüência, realizou-se a extração com álcool etílico também durante 6 horas após o primeiro refluxo, deixando-se as amostras secarem ao ar após cada extração.

Com a ajuda de uma bomba de vácuo, filtrou-se cada cadinho com água quente até verificar a transparência da água, indicando a não-remoção de outros componentes.

Os cadinhos foram conduzidos à secagem em estufa a 50°C para eliminar o excesso de água, depois, transferidos para uma estufa a $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante, em torno de 24 horas.

Foram retirados os cadinhos da estufa, armazenando-os em um dessecador, esfriados e pesados. Utilizaram-se, para esta análise, três repetições.

Calculou-se a percentagem de extrativos totais através da expressão:

$$\text{ET (\%)} = (1 - \text{Ps}) * 100$$

Em que: ET = extrativos totais; Ps = peso seco da serragem após extrações (g).

Extrativos totais da casca

Pesou-se 1g absolutamente seca de cascas em cadinho de vidro sinterizado de porosidade dois, previamente seco e tarado em balança analítica com resolução de 0,0001 g.

O cadinho foi colocado em extrator soxhlet, sendo que, primeiramente, realizou-se a extração com tolueno por um período de tempo de 6 horas, após o primeiro refluxo. Em seguida, realizou-se a extração com álcool etílico também por um período de 6 horas. Posteriormente, em álcool etílico/tolueno (1: 2 v/v) também por 6 horas. Em seguida, em diclorometano por 6 horas, deixando-se o cadinho mais à mostra secar ao ar após cada uma das extrações. A grande diferença na retirada de extrativos totais em relação à madeira é que os tempos da retirada em cada solvente foram maiores, devido às cascas apresentarem maiores quantidades de extrativos.

Posteriormente, com a ajuda da bomba de vácuo, o cadinho mais à mostra foi filtrado com água quente, durante 3 horas, até notar-se a transparência da água. Utilizaram-se três repetições para esta análise.

Seguindo o mesmo procedimento realizado para análise de extrativos totais da madeira, foi calculada a percentagem dos extrativos totais da casca.

Determinação de extrativos das cascas após o tratamento químico

Repetiram-se exatamente os passos realizados na determinação de extrativos das cascas tratadas

quimicamente em uma amostra com cerca de 100g, utilizando-se quatro repetições.

Análise de aptidão das partículas e cimento

O método utilizado para avaliar a aptidão das partículas com o cimento foi o utilizado por Hofstrand *et al.* (1984) com algumas modificações. Este teste foi realizado no Laboratório de Anatomia do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ.

Para esta avaliação, utilizaram-se partículas de madeira que passaram pela peneira de 0,61 mm. Determinou-se o teor de umidade das partículas para proceder o cálculo da quantidade de madeira e água.

Este ensaio consistiu em mensurar, de forma sistemática, a evolução da temperatura da mistura cimento-madeira durante certo período de tempo. O monitoramento dessa temperatura de reação é utilizado como parâmetro para se determinar índices de inibição da “pega” ou endurecimento.

Dentro de um saco plástico, foram colocados 200 g de cimento Portland CP V – ARI/ Plus, 15 g de partículas secas e adicionados 90 mL de água. Rapidamente, sem exceder 5 minutos, esses materiais foram bem misturados e colocados um cabo de termopar tipo “J” conectados a um modular condicionador de sinais analógicos acoplados a uma placa de conversão analógica-digital instalada em um microcomputador, no qual os dados gerados foram armazenados em intervalos de um minuto, durante um período de tempo de 24 horas.

Cada saco plástico, com a mistura e o cabo para medição da temperatura (termopar), foi amarrado com barbante, envolvido em papel alumínio e colocado num frasco Dewar forrado com lã de vidro hermeticamente fechado dentro de uma caixa térmica também bem fechada, a fim de evitar a perda de calor para o ambiente, uma vez que as reações que ocorrem com a mistura de cimento-madeira e água são exotérmicas. Em seguida, iniciou-se a aquisição dos sinais.

A caixa térmica continha 4 frascos, conforme a Figura 1, cada um deles com um cabo termopar conectado na placa de conversão analógica-digital. Portanto, todo ensaio de termometria apresentava quatro repetições.

A caixa térmica e o sistema de aquisição dos dados encontravam-se dentro de uma sala climatizada com temperatura de 20 ± 1 °C e umidade relativa de 60 ± 5 %.

A quantidade de cimento e partículas secas para o teste obedeceram à relação madeira: cimento de 1: 13,33. A quantidade de água foi calculada pela equação sugerida por Souza (1994) *apud* Latorraca (2000), conforme apresentada a seguir:

$$\text{ÁGUA(g)} = \text{taxa água: cimento} \times \text{cimento(g)} + \left[\text{madeira(g)} \times \left(0,3 - \frac{\text{UM}(\%)}{100} \right) \right]$$

Em que: UM = umidade da madeira base seca.

Repetiu-se o teste de aptidão para as cascas tratadas e as não-tratadas quimicamente.



FIGURA 1: Sistema utilizado para armazenar as amostras para o ensaio de termometria
 FIGURE 1: Used system to store the samples for the aptitude assay.

Os índices de inibição foram calculados conforme a equação descrita na metodologia de Hofstrand *et al.* (1984), apresentada a seguir.

$$I = 100 \left[\left(\frac{t_2 - t'_2}{t_2} \right) \left(\frac{T'_2 - T_2}{T'_2} \right) \left(\frac{S'_2 - S_2}{S_2} \right) \right]$$

Em que: I = índice de inibição; t_2 = tempo para se alcançar a temperatura máxima de hidratação da mistura cimento-madeira-água; t'_2 = tempo para se alcançar a temperatura máxima de hidratação da mistura cimento-água; T_2 = Temperatura máxima atingida pela mistura cimento-madeira-água; T'_2 = Temperatura máxima atingida pela mistura cimento-água; S_2 = Variação máxima da temperatura por hora para mistura cimento-madeira-água; S'_2 = Variação máxima da temperatura por hora para mistura cimento-água.

Para classificar a compatibilidade da madeira e cascas com o cimento foi utilizada a classificação de Okino *et al.* (2003), conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Índice de inibição utilizado para classificar a compatibilidade da madeira e cascas com o cimento.

TABLE 1: Inhibition index used to classify the wood and barks compatibility with the cement.

Índice de inibição (%)	Classificação
I < 10	Inibição baixa
I = 10 – 50	Inibição Moderada
I = 50 – 100	Inibição Alta
I > 100	Inibição Extrema

Fonte: Okino *et al.* (2003)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química da madeira e cascas

A análise química da madeira apresentou uma quantidade de extrativos totais de 4%. Silva (2002) encontrou para a madeira de *Eucalyptus grandis* um valor médio de 4,6% de extrativos totais e citou Oliveira e Della Lúcia (1994), que encontraram valor de 3,6% de extrativos totais para madeira de *Eucalyptus grandis*. Verifica-se que o resultado encontrado é similar ao encontrado por estes autores.

A análise química da casca apresentou uma quantidade de extrativos totais de 19,60%. Em geral, a quantidade de extrativos encontrada nas cascas varia de 20 a 40% (BROWNING, 1975), valor considerado bastante próximo do normalmente encontrado na literatura. Verifica-se que a quantidade de extrativos nas cascas é bem superior ao encontrado na madeira, podendo causar problemas de incompatibilidade com o cimento na produção dos painéis.

A quantidade de extrativos removida com o tratamento químico foi de 33,74%, valor superior aos

extrativos totais das cascas. Verificou-se que a soda retirou bastante extrativos, não devendo aumentar o tempo de exposição à solução ou a proporção desta, para evitar uma possível degradação do material.

Resultados da análise de aptidão das partículas de madeira e cascas

Com base nos resultados da análise de aptidão, pode-se verificar o grau de inibição do material lignocelulósico com o cimento utilizado, e, assim, adiantar a qualidade do painel produzido com esse material. A Figura 2 apresenta os índices de inibição da madeira, cascas tratadas quimicamente e não-tratadas.

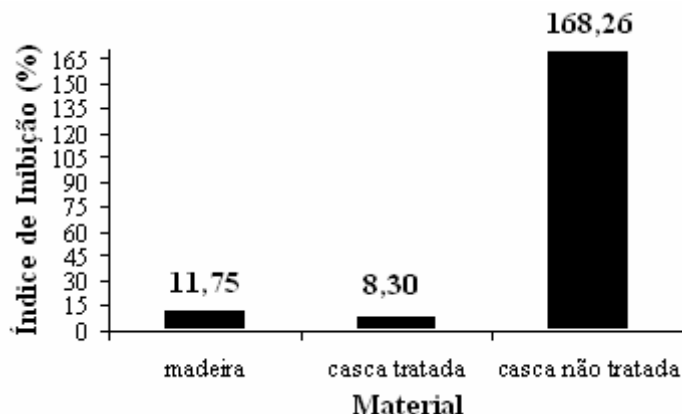


FIGURA 2: Efeito do tipo de material sobre o índice de inibição.

FIGURE 2: Effect of the type of material on the inhibition index.

Observa-se, pela Figura 2, que o índice de inibição da madeira de *Eucalyptus grandis* foi de 11,75% (coeficiente de variação: 4,5%); das cascas após tratamento químico, de 8,3 % (coeficiente de variação: 3,0 %); e das cascas não-tratadas, de 168,26% (coeficiente de variação: 4 %).

Conforme a Tabela 1, apresentada anteriormente, a madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou um índice de inibição moderado (11,75%). Madeiras de *Eucalyptus* podem conter polissacarídeos e extrativos fenólicos que podem causar uma certa inibição na hidratação do cimento Portland (YANG *et al.*, 1992 *apud* por SEMPLE *et al.*, 2000), podendo ser esta a causa da inibição moderada. Através da Figura 3, verifica-se que a temperatura máxima atingida pela mistura madeira e cimento foi em torno de 60°C, próxima da temperatura máxima da pasta de cimento e água, que foi em torno de 70 °C. Notando-se que o efeito da madeira sobre a reação de hidratação do cimento incidiu mais sobre o tempo, em torno de 15 horas para a mistura cimento/madeira e de 8 horas para a pasta de cimento.

Hawkes e Robinson (1978), *apud* Evans *et al.* (2000), estudaram a susceptibilidade do *Eucalyptus grandis* para a manufatura de painéis cimento-madeira e observaram que esses painéis exibiram de pequena a severa inibição com o cimento. Concluíram, então, que a espécie era inadequada para a manufatura desses painéis, mas alertaram que esta inibição da hidratação do cimento poderia ser devido a um óleo preservativo usado para prevenir contaminação por fungos nas toras de *Eucalyptus grandis* utilizadas neste estudo.

O índice de inibição da casca de *Eucalyptus grandis* não-tratada foi de 168,26%, sendo considerado de inibição extrema. As cascas, como verificado na análise química, apresentaram grandes quantidades de extrativos, o que normalmente inibe a pega do cimento. Pela Figura 3, pode-se observar que a temperatura máxima e o tempo de hidratação da mistura com cascas não-tratadas foram, respectivamente, baixa e elevado, em relação à temperatura máxima e ao tempo da pasta de cimento-água, confirmando o alto índice de inibição e a incompatibilidade com o cimento. Evans *et al.* (2000) encontraram que a utilização de resíduos *Eucalyptus loxopleba* com inclusão de cascas reduziu a compatibilidade da espécie com o cimento.

Nota-se, pela Figura 2, que o tratamento químico das cascas proporcionou um comportamento bem diferente, tornando-as compatíveis com o cimento, As cascas tratadas apresentaram índice de inibição de 8,30%, considerado como de baixa inibição, indicando a eficiência do tratamento químico nas cascas do eucalipto estudado. Conforme a Figura 3, observa-se que as curvas da mistura madeira/cimento e cascas tratadas/cimento tiveram comportamentos bem semelhantes. Quando amostras de madeira são “lavadas” com

água em temperatura ambiente, provavelmente por a água remover substâncias que podem inibir a hidratação do cimento, essa taxa de hidratação aumenta, tornando o material menos inibidor (SEMPLE *et al.*, 2000).

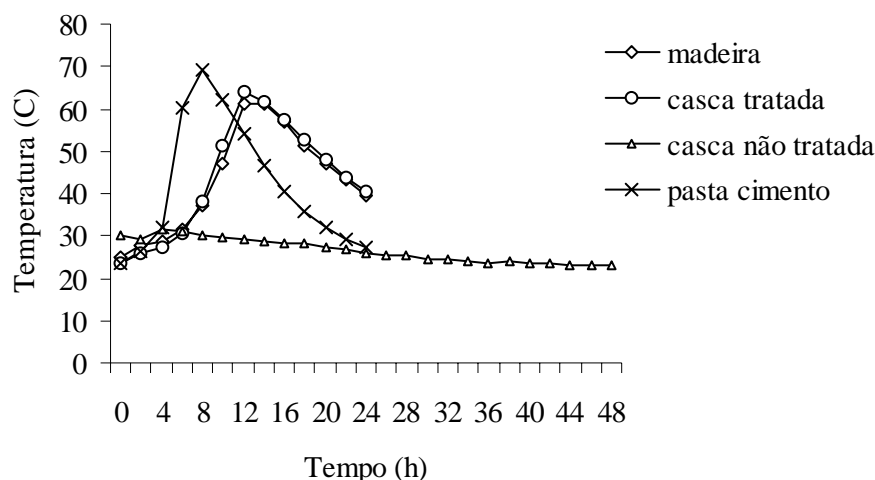


FIGURA 3: Curvas de evolução da temperatura das reações de hidratação do cimento na presença dos materiais lignocelulósicos e apenas cimento-água.

FIGURE 3: Curves of evolution of the temperature of the reactions of hydration of the cement in contact with lignocelulosics materials and only cement-water.

CONCLUSÕES

A madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou aptidão moderada ao cimento, as cascas tratadas, alta aptidão e as cascas não-tratadas, aptidão extremamente baixa.

Verificou-se a influência positiva do tratamento químico nas cascas, possibilitando futuramente sua incorporação na manufatura de painéis cimento-madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERALDO, A. L.; ARRUDA, A.C. de; STANCATO, A.C. *et al.* Compósito à base de resíduos vegetais e cimento Portland. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: FECIV-UFU, 2002. 1 CD-ROM.

BROWNING, B. L. **The chemistry of wood**. New York : Robert E. Krieger, 1975. 689p.

ELTOMATION. **Apresenta informações sobre os produtos a base de cimento e madeira da indústria**. Disponível em: < <http://www.eltomation.nl> >. Acesso em: 19 out. 2003.

EVANS, P.; SEMPLE, K.; EUSEBIO, D. *et al.* The suitability of *Eucalyptus* for wood-cement composites. In: IUFRO-INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANISATIONS, 2000, Launceston. **The future of Eucalyptus for wood products**. Launceston : IUFRO, 2000. p.90-97.

HOFSTRAND, A. D.; MOSLEMI, A. A.; GARCIA, J. F. Curing characteristics of particles from nine northern Rocky Mountain species mixed with portland cement. **Forest Products Journal**, v. 34, n. 2, p. 57-61, Feb.,1984.

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

LATORRACA, J. V. de F.; IWAKIRI, S. Efeitos do tratamento das partículas de *Eucalyptus dunnii* (maiden), da variação da relação madeira-cimento e do uso de aditivos sobre as propriedades físicas e mecânicas de chapas de madeira-cimento. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 68-76, 2000.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: Van-Nostrand Reinhold, 1992. 454p.

MOSLEMI, A. A. Emerging technologies in mineral-bonded wood and fiber composites. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRIO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p. 44-156.

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

OKINO, E. Y. A.; SOUZA, M. R. de; SANTANA, M. A. E. *et al.* Cement-bonded wood particleboard with a mixture of eucalypt and rubberwood. **Cement & Concrete Composites**, p.1-6, Jan., 2003. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/sciencedirectonline>>. Acesso em: 20 nov. 2003.

SEMPLE, K. E.; CUNNINGHAM, R. B.; EVANS, P. D. Compatibility of Eight Temperate Australian *Eucalyptus* Species with Portland Cement. In: WOOD-CEMENTE COMPOSITES IN THE ASIA PACIFIC REGION. Canberra, Australia. 10 Dez. 2000. p. 40-47. Disponível em: <<http://www.aciar.gov.au/web.nsf/doc/JFRN-5J47H/>> Acesso em: 10 out. 2003.

SILVA, J.R.M. **Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2002. 179f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). **Estatísticas: área plantada com pinus e eucaliptos no Brasil**. 2001 Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas>> Acesso em: 10 out. 2003.

TOUMIS, G. **Science and technology of wood: struture, properties, utilization**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494p.