

Efeito inibidor da madeira de candeia em misturas com aglutinantes minerais

Inhibitory effect of candeia wood blended with mineral binders

Rosimeire Cavalcante dos Santos¹, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro²,
Ana Flávia Neves Mendes Castro³, Renato Vinícius Oliveira Castro³,
Alexandre Santos Pimenta⁴, Solange de Oliveira Araújo³ e Glauciana da Mata Ataíde³

Resumo

Os painéis cimento-madeira utilizam o cimento como material aglutinante e são de boa aceitação em diversas partes do mundo, pois, por meio dessa mistura, se reúnem as propriedades desejáveis da madeira e do cimento. Em geral, a principal matéria-prima no Brasil para esse tipo de painel são as madeiras do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. A utilização de outras madeiras também deve ser avaliada, e uma boa estratégia é o uso de espécies que a partir do seu uso principal geram muitos resíduos, a exemplo da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) que é muito utilizada para extração de seu óleo e que gera elevados volumes de resíduos madeireiros. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito inibidor da madeira de candeia em associação às madeiras de *Eucalyptus* e *Pinus* na cura do cimento durante testes de compatibilidade e em qual dessas associações a inibição foi mais pronunciada. Foram utilizadas partículas das madeiras de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. e resíduos da madeira de candeia. O aglutinante utilizado foi o cimento Portland CPV – ARI/Plus. Foram avaliadas sete misturas, analisadas em um sistema de aquisição de dados de temperatura por 18 horas. O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado. Como resultado observou-se que todas as misturas apresentaram baixa inibição. Para baixas proporções de candeia, a inclusão tanto do *Pinus* quanto do *Eucalyptus* na mistura ocasionou tendências próximas, de baixa inibição. Em altas proporções da madeira de candeia na produção dos compósitos, recomenda-se associá-la apenas à madeira de *Pinus*, devido ao significativo aumento da inibição observado durante a cura do cimento quando essa foi associada à madeira de *Eucalyptus*.

Palavras-chave: resíduos de madeira, inibição, função weibull, identidade de modelos.

Abstract

The wood-cement board using cement as binding material is well accepted in various parts of the world because it meets the desirable properties of both wood and cement. The main raw material for this panel type is usually the wood of *Eucalyptus* and *Pinus* in Brazil. The use of other woods should also be evaluated, and a good strategy is to use species which generate much waste, as candeia wood (*Eremanthus erythropappus*), which is widely used to extract oil and which generates high volumes of waste wood. This work evaluated the inhibitory effect of candeia wood in association with *Eucalyptus* and *Pinus* on the cement curing during compatibility testing, and associations in which the inhibition was more pronounced. Used were *Eucalyptus* spp. and *Pinus* spp. particles and candeia wood waste. The binder used was Portland cement CPV - ARI / Plus. Seven mixtures were evaluated and analyzed in a temperature data acquisition system for 18 hours. The experiment was analyzed using an experimental design. All mixtures showed low inhibition. For low proportions of candeia wood, the inclusion of both *Pinus* and *Eucalyptus* in the mix had similar trends and resulted in low inhibition. At higher proportions of candeia wood in the composite, it is recommended to associate it only with *Pinus* wood, due to significant growth inhibition observed during the cement curing when it was associated with *Eucalyptus* wood.

Keywords: Wood waste, inhibition, Weibull function, identity models.

¹Engenheira Florestal, Dsc. em Ciência e Tecnologia da Madeira, Professora e Pesquisadora do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP: 59072 970, Natal-RN. - E-mail: meire_caico@yahoo.com.br

²Engenheira Florestal, Dsc. em Ciência Florestal. Professora do Dep. Eng. Florestal – Universidade Federal de Viçosa - UFV, CEP:36570-000, Viçosa-MG. - E-mail: cassiacarneiro@ufv.br

³Pós Graduandos em Ciência Florestal – Universidade Federal de Viçosa - UFV, CEP:36570-000, Viçosa-MG. - E-mail: mendesafn@hotmail.com, castrorvo@ymail.com, solangeeoa@yahoo.com.br, glaucianadamata@yahoo.com.br

⁴Engenheiro Florestal, Pós-Doutor em Ciência Florestal. Professor e pesquisador do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, CEP: 59072 970, Natal-RN - E-mail: aspimenta@ufrnet.br

INTRODUÇÃO

Os painéis de cimento-madeira são considerados tipos especiais de painéis aglomerados, constituídos basicamente de partículas de madeira com um aglutinante de origem mineral, no lugar de uma resina sintética, sendo o cimento o produto mais utilizado (IWAKIRI; PRATA, 2008; LATORRACA; IWAKIRI, 2001). Nesse caso, o processo de endurecimento é decorrente de reações exotérmicas resultantes da hidratação do cimento na presença de água (IWAKIRI; PRATA, 2008).

A produção de chapas de cimento-madeira no Brasil é ainda inexistente em escala industrial, e isso se deve, principalmente, ao fato de a cultura local priorizar as construções de alvenaria. Entretanto esse já é um produto consolidado em diversos países, principalmente na Europa e Japão (LATORRACA *et al.*, 1999; LATORRACA; IWAKIRI, 2000; IWAKIRI; PRATA, 2008), e de acordo com Lopes *et al.* (2005) a utilização deste tipo de painel em outros países não é recente, estando no mercado há mais de 70 anos.

A boa aceitação dos painéis cimento-madeira se deve principalmente à sua resistência ao fogo, ao ataque de fungos e cupins, por ser bom isolante acústico (LATORRACA *et al.*, 1999), relativamente resistentes à umidade (SILVA *et al.*, 2006), menor exigência em relação à matéria prima (madeira), quanto a sua forma, dimensões, defeitos naturais e não utilização de adesivo sintético como aglutinante, sendo o cimento Portland de custo bastante reduzido em relação aos demais (MORI *et al.*, 2007). Porém, alguns fatores podem influenciar negativamente a produção de painéis cimento-madeira sendo eles o elevado peso, a lenta velocidade de cura das chapas e principalmente a seleção de espécies inadequadas para a produção (LOPES *et al.*, 2005).

A composição química da madeira é de grande importância na cura e endurecimento do cimento quando misturada com esse agente aglutinante (IWAKIRI; PRATA, 2008). Os açúcares e extrativos solúveis em água ou álcali são responsáveis pelas diferenças nas reações com o cimento, e tendem a prolongar o tempo de "pega" (LOPES *et al.*, 2005). As madeiras mais utilizadas na manufatura desses painéis são de coníferas, exatamente por apresentarem propriedades, principalmente químicas, que as tornam mais compatíveis para serem combinadas com o cimento, não causando inibição da "pega" e endurecimento (LATORRACA; IWAKIRI, 2001).

Algumas pesquisas, como é o caso do trabalho realizado por Iwakiri e Prata (2008), utilizam as madeiras de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. como testemunhas, com a finalidade de comparar com outras espécies e testar a aptidão destas na produção de painéis cimento-madeira. Ainda segundo esses autores, a utilização de *Pinus* como testemunha deve-se ao fato dessa espécie apresentar baixo índice de inibição na cura do cimento, mesmo sem tratamento prévio das partículas da madeira.

Estudos também foram desenvolvidos com a madeira de *Eucalyptus* a exemplo da pesquisa desenvolvida por Mori *et al.* (2007) na qual a madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou aptidão com o cimento, mostrando que é uma espécie indicada para a produção de painéis cimento-madeira. Existe, entretanto, a necessidade de testar outras espécies para a produção de painéis cimento-madeira, principalmente àquelas que geram grandes quantidades de resíduos após o uso principal. Um exemplo seria a madeira da candeia (*Eremanthus erythropappus*), que gera um grande volume de resíduo após a extração de óleos, largamente utilizado na indústria farmacêutica e de cosméticos.

A candeia é uma espécie da família Asteraceae, pertence ao grupo ecológico das pioneiras, sendo considerada precursora na invasão de campos. Ela se desenvolve rapidamente em campos abertos, e em solos pouco férteis, rastos, predominantemente em áreas de campos de altitude, variando entre 900 e 1.700 m. Os principais usos para esta espécie se restringem a moirão de cerca, pela sua durabilidade natural, e para a produção de óleo essencial, por possuir propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológica e espasmódica (TONETTI *et al.*, 2006).

No entanto, a madeira de candeia, por apresentar grande quantidade de extrativos que podem inibir a cura do cimento durante a fabricação de painéis cimento-madeira, deve ser avaliada de modo especial, mesmo ao ser associada com outras madeiras como o *Eucalyptus* e o *Pinus*, para a produção dos painéis.

O emprego da madeira de candeia na produção dos painéis cimento-madeira pode ser promissor, considerando a possibilidade e a necessidade de melhor utilização dos resíduos gerados nos processos que utilizam esta madeira. Portanto, esse trabalho teve como objetivos avaliar o efeito inibidor da madeira de candeia em associação às madeiras de *Eucalyptus* e *Pinus*

na cura do cimento durante testes de compatibilidade e em qual dessas associações a inibição foi mais pronunciada.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação dos níveis de inibição durante as análises foram utilizadas partículas das madeiras de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. originadas de pesquisas desenvolvidas com painéis aglomerados e resíduos da madeira de candeia procedentes de uma indústria de óleo de candeia localizada no estado de Minas Gerais. O aglutinante utilizado foi o cimento Portland CPV – ARI/Plus. Utilizou-se também água destilada e cloreto de cálcio (CaCl_2) comercial como aditivo químico.

As partículas foram submetidas a peneiramento mecânico, sendo utilizadas àquelas que passaram pela peneira de 10 mesh e ficaram retidas na de 30 mesh. Em seguida, as partículas foram colocadas em recipientes distintos e imersas em água fria por seis horas. Após a imersão, as partículas foram lavadas em água corrente até que a água se apresentasse incolor, indicando a retirada dos extrativos. Posteriormente, as mesmas foram secas ao ar livre e ao atingirem umidade final de 11% foram utilizadas na confecção das misturas para então serem avaliadas durante a cura do cimento.

Para os cálculos dos componentes de cada mistura (madeira, cimento, água e aditivo), utilizou-se a metodologia sugerida por Souza (1994).

Foram avaliadas sete misturas visando identificar a compatibilidade das madeiras com o cimento, sendo três diferentes proporções de madeira de candeia em mistura com madeira de *Eucalyptus* spp. e três proporções de madeira de candeia em mistura com madeira de *Pinus* spp., além da que utilizava apenas a madeira de candeia (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados para a avaliação da inibição.

Table 1. Treatments used for inhibition evaluation.

Tratamento	Candeia (%)	<i>Eucalyptus</i> spp. (%)	<i>Pinus</i> spp. (%)
1	25	75	-
2	50	50	-
3	75	25	-
4	25	-	75
5	50	-	50
6	75	-	25
7	100%	-	-

Nas misturas, utilizou-se 200 g de cimento Portland CPV – ARI/Plus, 15 g de partículas secas ao ar conforme a proporção predefinida e 90 mL de água. Sem exceder 5 minutos, o material foi misturado e colocado em saco plástico (4 x 20 cm). Nesses sacos contendo a mistura foi colocado um cabo termopar tipo “J” acoplado a um sistema de aquisição de dados de fabricação da YOCOGAWA, modelo DC100 –12–11–1D –Data Collector, no qual os dados foram gerados e armazenados em intervalos de um minuto (Figura 1). Os sacos foram colocados em caixas térmicas, cada uma contendo quatro sacos, sendo cada saco uma repetição. O monitoramento da temperatura e do tempo de reação foi realizado durante 18 horas, a cada minuto. Latorraca (1996) descreve que o estudo do calor de hidratação do cimento é muito utilizado para identificar o nível de inibição da cura do cimento que determinadas espécies causam na mistura.

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado, disposto no esquema fatorial (3 x 2). Os tratamentos foram constituídos por três proporções de madeira de candeia (25%, 50% e 75%) misturadas a duas outras espécies (*Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp.). A testemunha (100%) de candeia foi utilizada apenas para avaliar a inibição quando utilizada sozinha na mistura com o cimento, para avaliar o efeito destes fatores nas variáveis ponto de



Figura 1. Sistema utilizado na análise de aptidão da mistura cimento-madeira.

Figure 1. System used in the aptitude analysis of the cement-wood mix.

máxima temperatura (TTm); e tempo que este levou para ser atingido (TP) os quais são referências durante a referida análise.

Para a avaliação destas variáveis, foram utilizados os testes de Lilliefors e Cochran para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Em seguida, procedeu-se à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Considerou-se sempre o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa STATISTICA 8.0 (STATSOFT INC, 2009).

Em seguida, ajustou-se a função Weibull, conforme descrito por Araujo Júnior *et al.* (2010), para determinar a tendência média da reação, para cada tratamento, de acordo com seguinte equação:

$$f(x) = (\beta/\gamma)(x/\beta)^{\gamma-1} e^{-(x/\beta)^\gamma} \quad (1)$$

Em que x é o tempo, em horas, γ é o parâmetro de forma, β é o parâmetro de escala e e é exponencial.

O método empregado para a estimação dos parâmetros da função Weibull foi o da máxima verossimilhança, como definido por Gove e Fairweather (1989).

No ponto de máximo da função Weibull, para cada tratamento, obteve-se a temperatura máxima média pela leitura do eixo y e também, o tempo que levou para ser atingido, pela leitura do eixo x.

A compatibilidade das misturas com o cimento foi realizada ao comparar a tendência média dos índices de inibição encontradas nas diferentes proporções de madeira de candeia nas misturas com eucalipto e *Pinus*. Os índices de inibição (In) foram calculados conforme Hofstrand *et al.* (1984) e classificados segundo Okino *et al.* (2004), em que $In < 10$, é classificado como baixa inibição; $10 < In \leq 50$, inibição moderada; $50 < In \leq 100$, alta inibição e $In > 100$, extrema inibição.

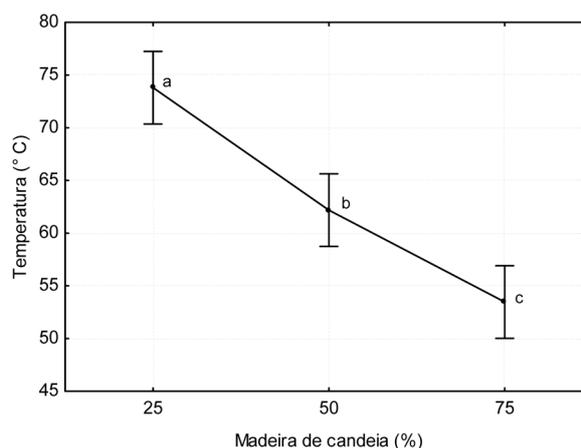
Ajustou-se um modelo linear simples para estudar o comportamento dos índices de inibição variando a porcentagem de madeira de candeia para os tratamentos que utilizam a madeira de eucalipto na mistura e outro para aqueles que utilizam a madeira de *Pinus*, definidos por: $In = \beta_0 + \beta_1(MC) + \varepsilon$, em que: In é o Índice de inibição da cura do cimento; MC é a proporção de madeira de candeia utilizada na mistura; β_0 e β_1 , os parâmetros do modelo; e ε o erro aleatório. As equações estimadas foram comparadas por

teste de identidade de modelos, segundo Regazzi (1993), para avaliar se existia igualdade das tendências de inibição, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas variáveis analisadas (TTm e TP) apresentaram normalidade ($p > 0,20$) e homogeneidade das variâncias ($p < 0,05$). Verificou-se, através do teste F que não houve interação entre os fatores (porcentagem de madeira de candeia e a espécie utilizada na mistura) para a variável temperatura ($p = 0,2541$).

O tipo de madeira na mistura (eucalipto e *Pinus*) com a candeia, analisada isoladamente, não influenciou a variável TTm ($p = 0,3661$). Com o aumento da porcentagem de candeia ocorreu uma diminuição da temperatura máxima de reação, sendo que a diferença entre as porcentagens foi significativa ($p < 0,05$) (Figura 2).

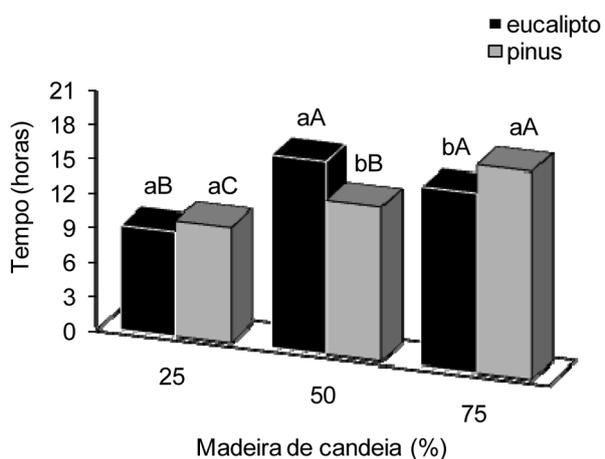


Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 2. Comparação entre as médias de porcentagem de candeia, em mistura com eucalipto e pinus para avaliação da temperatura máxima de reação.

Figure 2. Comparison between the percentage means of candeia wood when mixed with eucalyptus and pine for maximum reaction temperature evaluation.

Através do teste F, verificou-se que houve interação entre os fatores (porcentagem de madeira de candeia e a espécie utilizada na mistura) para a variável TP ($p < 0,05$). Com a proporção de 25% de candeia em mistura com a madeira de eucalipto ou com a madeira de *Pinus*, os tempos de reação foram estatisticamente iguais. A proporção de 50% de candeia, em mistura com a madeira de *Pinus*, proporcionou um menor tempo para atingir a máxima temperatura. Já com 75% de madeira de candeia, a utilização da madeira de eucalipto obteve melhor resultado (Figura 3).



Médias seguidas da mesma letra minúscula entre as espécies (eucalipto e pinus) e maiúscula entre a porcentagem de candeia não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Figura 3. Comparação entre as médias de porcentagem de candeia, em mistura com eucalipto e pinus para avaliação do tempo para se atingir a temperatura máxima de reação.

Figure 3. Comparison between candeia wood percentage means in the mix with eucalyptus and pine for the evaluation of the time to reach maximum reaction temperature.

De maneira geral, o aumento da proporção de madeira de candeia influenciou de forma negativa a variável tempo de reação, uma vez que proporcionou o aumento desta variável.

Beraldo *et al.* (2002), Moslemi *et al.* (1983) e Simatupang *et al.* (1978) deduziram que a elevada concentração de extrativos é prejudicial à cura do cimento. Assim, infere-se que devido à grande quantidade de extrativos presentes na madeira de candeia, a sua utilização em grandes

proporções na fabricação de compósitos cimento-madeira promoverá o aumento no nível de inibição durante a cura do cimento. Lopes *et al.* (2005) estudaram a influência da utilização de casca de *Eucalyptus grandis* na confecção de painéis cimento-madeira e verificaram que o uso de casca sem remoção de extrativo prejudicou as propriedades dos painéis, ou seja, extrativos das cascas inibem as reações de hidratação do cimento na interação cimento-casca-madeira.

Todos os parâmetros da função Weibull foram significativos ($p < 0,05$) e a tendência média estimada por tratamento para determinar a temperatura de reação é apresentada na Figura 4.

Com base nos resultados dos índices de inibição, os tratamentos T1 a T6 apresentaram baixa inibição (0,31; 2,4; 3,01; 0,2; 2,5; 1,14 respectivamente), e o tratamento T7 (47,8), moderada inibição. Os índices dos tratamentos T1 a T6 são considerados satisfatórios, pois elevadas temperaturas foram alcançadas em um menor intervalo de tempo, o que indica aptidão das espécies com o cimento. O uso somente da madeira de candeia é incompatível com o cimento, apresentando significativa inibição, o que sugere o uso desta madeira em mistura. Neste sentido, realizou-se um teste de identidade de modelos para verificar se inibição causada pelas misturas de candeia com eucalipto durante a cura do cimento diferiam estatisticamente em relação às misturas de candeia e *Pinus*. A tendência de inibição é ilustrada na Figura 5.

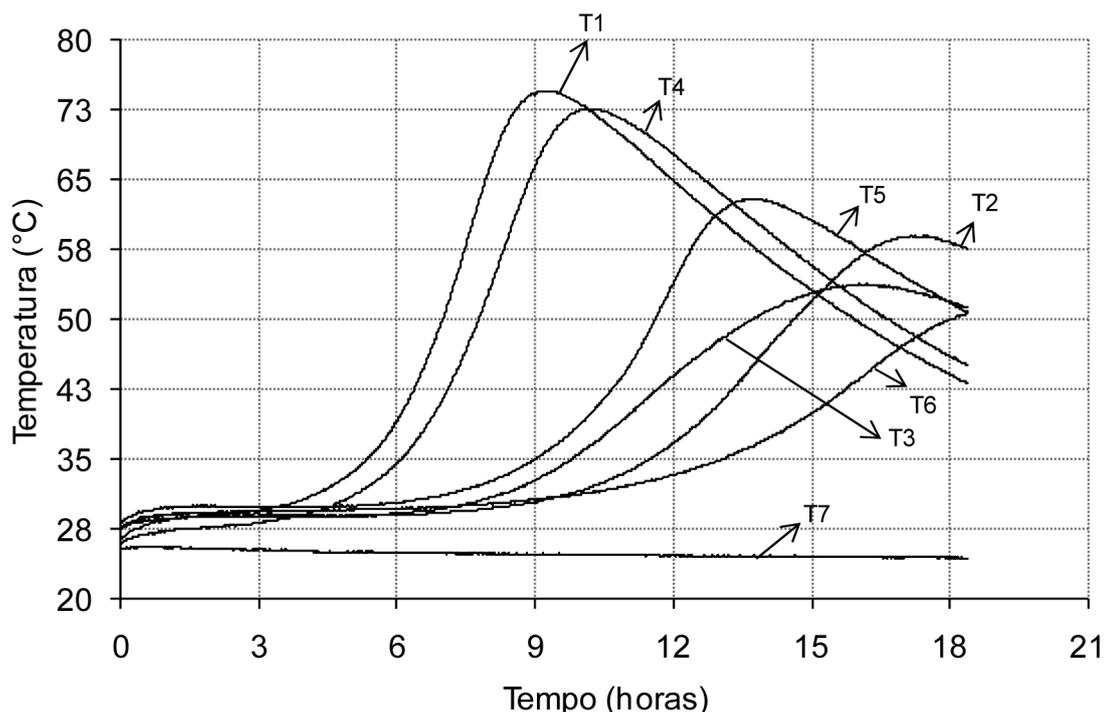


Figura 4. Efeito das proporções de madeira estudadas sobre reação exotérmica com o cimento.
Figure 4. Effect of the studied wood proportions on the exothermic reaction with cement.

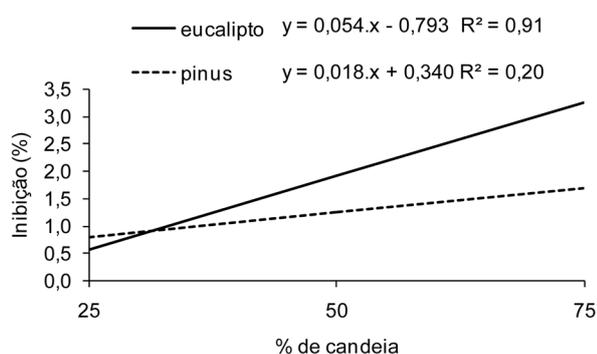


Figura 5. Tendência dos índices de inibição ao variar a porcentagem de madeira de candeia para os tratamentos que utilizam a madeira de eucalipto na mistura e para aqueles que utilizam a madeira de pinus.

Figure 5. Inhibition rates trend by varying the percentage of candeia wood for treatments that use eucalyptus wood in the mix and for those which use the wood of pine.

A partir dos resultados do teste de identidade de modelos, constatou-se que as tendências de inibição causada pelas misturas de candeia e eucalipto foram estatisticamente diferentes da inibição causada pelas misturas de candeia e *Pinus* ($p < 0,05$).

Misturas com até 31,5% de candeia e *Pinus* apresentaram tendência maiores de inibição em relação às misturas com madeira de eucalipto, mas esta diferença foi pequena. Entretanto, acima deste valor de porcentagem de candeia na mistura, houve uma inversão da tendência, sendo que misturas com eucalipto apresentaram tendências maiores de inibição.

De acordo com os resultados estatísticos obtidos, recomenda-se uma menor proporção de candeia para produção de painéis cimento-madeira, podendo ser utilizada tanto com madeira de eucalipto quanto *Pinus*. Em altas proporções de candeia, recomenda-se misturá-la apenas com madeira de *Pinus*, devido ao significativo aumento na inibição.

A utilização de altas proporções de madeira de candeia não é indicada. Os extrativos contribuem sobremaneira para a inibição da mistura (HOFSTRAND *et al.*, 1984; SAVASTANO JUNIOR *et al.*, 1994). Cabe-se destacar que essa inibição pode ser evitada ou minimizada com o tratamento das partículas mais eficiente, considerando que, neste estudo, foi realizado apenas com água fria.

Iwakiri e Prata (2008) verificaram que as propriedades mecânicas e de estabilidade dimensional dos painéis produzidos com madeira de *Eucalyptus grandis* sem tratamento de partículas, foram estatisticamente iguais em comparação

aos painéis testemunhas produzidos com madeira de *Pinus taeda*. Porém, os painéis produzidos com madeira de *Eucalyptus dunni* apresentaram valores de propriedades mecânicas expressivamente inferiores em comparação aos painéis testemunhas de *Pinus taeda*. Os mesmos resultados foram encontrados quando realizado o tratamento das partículas.

No sentido de aproveitar o grande volume de resíduos obtidos após a extração de óleos da madeira de candeia, vê-se um grande potencial de utilização destas misturas, preferencialmente, com baixa proporção de candeia.

CONCLUSÕES

- Todas as misturas apresentaram baixa inibição;
- Inclusão de menores proporções de candeia nas misturas resultou em menor inibição na cura do cimento;
- A inibição foi superior nas misturas com maiores proporções de candeia associadas à madeira de eucalipto;
- Em baixas proporções de inclusão da madeira de candeia nas misturas, não foi observada grandes diferenças entre a associação com eucalipto ou *Pinus*;
- Não se recomenda a utilização da madeira de candeia sem associá-la ao *Pinus* ou eucalipto quando essa for empregada em compósitos cimento-madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO JÚNIOR, C.A.; NOGUEIRA, G.S.; OLIVEIRA, M.L.R.; MIRANDA, R.O.V.; CASTRO, R.V.O.; PELL, E. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.11, p.1275-1281, 2010.
- BERALDO, A.L.; ARRUDA, A.C.; STANCATO, A.C.; SAMPAIO, C.A.P.; FERNANDES FILHO, O.P.; LEONEL, V.M. Compósito à base de resíduos vegetais e cimento portland. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: FECIV-UFU, 2002. CD-ROM.
- GOVE, J.H.; FAIRWEATHER, S.E. Maximum-likelihood estimation of Weibull function parameters using a general interactive optimizer and grouped data. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.28, p.61-99, 1989.

- HOFSTRAND, A.D.; MOLESMI, A.A.; GARCIA, J.F. Curing characteristics of particles from nine northern Rocky Mountain species mixed with portland cement. **Forest Products Journal**, Madison, v.34, n.2, p.57-61, 1984.
- IWAKIRI, S.; PRATA, J.G. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis cimento-madeira. **Revista Cerne**, Lavras, v.14, n.1, p.68-74, 2008.
- LATORRACA, J.V.F. **Estudo da viabilidade do uso da espécie *Eucalyptus dunnii* (Maid) na manufatura de painéis de madeira-cimento**. 1996. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.
- LATORRACA, J.V.F.; IWAKIRI, S. Efeito da cura a vapor sobre as propriedades mecânicas de painéis de cimento-madeira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.84-93, 2001.
- LATORRACA, J.V.F.; IWAKIRI, S. Efeitos do tratamento das partículas de *Eucalyptus dunnii* (Maid), da variação da relação madeira-cimento e do uso de aditivos sobre as propriedades físicas e mecânicas de chapas de madeira-cimento. **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.68-76, 2000.
- LATORRACA, J.V.F.; IWAKIRI, S.; LELIS, R.C.C. Efeito inibidor de cinco espécies florestais sobre a cura do compósito cimento-madeira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.6, n.1, p.75-82, 1999.
- LOPES, Y.L.V.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; LATORRACA, J.V.F.; TRUGILHO, P.F.; SILVA, G.C. Avaliação do potencial técnico da madeira e cascas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na produção de painéis cimento-madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.67, p.111-122, 2005.
- MORI, F.A.; LOPES, Y.L.V.; MENDES, L.M.; LATORRACA, J.V.F. Estudo da compatibilidade entre a madeira e a casca de *Eucalyptus grandis* e cimento Portland. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.3, p.257-264, 2007.
- MOSLEMI, A.A.; GARCIA, J.F.; HOSFSTRAND, A.D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cementwater systems. **Wood and Fiber Science**, Madison, v.15, n.2, p.164-176, 1983.
- OKINO, E.Y.A.; SOUZA, M.R.; SANTANA, M.A.E.; ALVES, M.V.S.; SOUSA, M.E.; TEIXEIRA, D.E. Cement bonded wood particleboard with a mixture of eucalypt and rubberwood. **Cement and Concrete Composites**, v.26, n.6, p.729-734, 2004.
- REGAZZI, A. Teste para identificar a identidade de modelos de regressão e igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, Lavras, v.40, n.228, p.176-195, 1993.
- SAVASTANO JUNIOR, H.; DANTAS, F.A.S.; AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras: correlação entre a zona de transição fibra matriz e propriedades mecânicas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1994.
- SILVA, G.C.; LATORRACA, J.V.F.; CARMO, J.F.; FERREIRA, E.S. Efeito de aditivos minerais sobre as propriedades de chapas cimento madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.451-456, 2006.
- SIMATUPANG, M.H.; SCHWARZ, G.H.; BROKER, F.W. Small scale plants for the manufacture of mineral-bonded wood composites. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 8., 1978, Indonésia. **Anais... Indonésia: FAO**, 1978. Special Paper.
- SOUZA, M.R. **Durability of cement-bonded particle board made conventionally and carbon dioxide injection**. 1994. 123p. Tese (Doctor of Philosophy) - University of Idaho, Idaho, 1994.
- STATSOFT INC. **STATISTICA (data analysis software system), version 8**. 2009. Disponível em: <<http://www.statsoft.com.br/pt/downloads.php>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- TONETTI, O.O.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac. Leish. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.114-121, 2006.

Recebido em 09/06/2011
Aceito para publicação em 02/02/2012