



AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM ÁGUA QUENTE E FRIA NAS PARTÍCULAS DE MADEIRA NAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS CIMENTO-MADEIRA

Maria F. F. Silva^{1*}, Natalia A. Bianchi², João V. F. Silva² e Cristiane I. Campos^{1,2}

1 – Instituto de Ciência e Engenharias, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rua da Pátria, 519, Itapeva, CEP 18409-010, SP.

2 - Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá (UNESP), Guaratinguetá, SP.

mff.silva@unesp.br

RESUMO

Os compósitos cimento-madeira são formados pela união do aglomerante e partículas de madeira e possuem uso na construção civil. Suas propriedades de isolamento térmico e acústico, densidade inferior as placas cimentícias e resistências as intempéries e ataques de fungos e insetos, o tornam um material competitivo em relação aos demais. Entretanto, um fator limitante é a baixa compatibilidade entre os materiais. Uma forma que vem sendo estudada para contornar este obstáculo é o tratamento em água, quente e fria, das partículas de madeira antes da produção do compósito, com o intuito de reduzir a quantidade de extrativos presentes na madeira. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de partículas de pinus em água quente e água fria nas propriedades do compósito cimentício. Os compósitos foram produzidos com cimento Portland CP II E 32 e *Pinus elliottii*. O tratamento em água fria consistiu na imersão das partículas em água a temperatura ambiente durante 24 horas, enquanto o tratamento em água quente foi realizado no banho-maria a 60°C durante 2 horas. Os corpos de prova foram produzidos e ensaiados conforme a ABNT NBR 7215 (2019), a mistura e compactação ocorreu de forma manual. As partículas de madeira utilizadas foram de 16 mesh e o traço foi de 1:0,45:0,7, para cimento, madeira e água, respectivamente. Ao final dos 28 dias, foram realizados os ensaios de densidade, módulo de elasticidade e módulo de ruptura. Após os ensaios, foi realizada a análise estatística para testar a normalidade dos dados e verificar se houve diferença estatística entre as médias através do teste de Tukey. Através dos resultados obtidos foi possível concluir que a realização dos tratamentos não influenciou na densidade, mas aumentou o desempenho mecânico dos compósitos, devido a retirada dos extrativos e, portanto, melhor interação entre as matérias-primas. Indica-se o compósito tratamento com água fria, devido o menor consumo energético em relação ao tratado em água quente, para usos na construção civil onde não haja exigências estruturais, como blocos para alvenaria, e placas para isolamento e tapumes, devido à baixa densidade, facilitando o transporte e montagem das peças.

Palavras-chave: Cimento Portland, *Pinus elliottii*, Propriedades físicas, Propriedades mecânicas.

INTRODUÇÃO

Um compósito é definido como um material produzido pela junção de duas ou mais matérias-primas distintas. O objetivo da produção de compósitos é obter propriedades mais vantajosas do que os materiais separados ⁽¹⁾.

Os compósitos cimento-madeira possuem baixa densidade em relação as placas cimentícias, resistência à intempéries e insetos, boas propriedades acústicas e térmicas, resistência ao fogo superior do que a madeira, baixa permeabilidade em relação ao compensado e apresenta a possibilidade de ser serrado e furado ^(2,3,4,5). Este compósito ainda pode ser produzido com madeiras de diâmetro pequeno ou resíduos de serraria ⁽⁶⁾.

Embora apresente inúmeras vantagens, um fator limitante é a baixa compatibilidade entre o cimento e as partículas de madeira. A madeira, e demais fibras vegetais, são formadas a partir de celulose, responsável pela estrutura da fibra, hemiceluloses e lignina ⁽⁷⁾. O cimento, em geral, não apresenta incompatibilidade com a celulose, mas sim entre as hemiceluloses solúveis e extrativos e os íons metálicos presentes no material cimentício ⁽⁸⁾.

A presença de extrativos na madeira retarda a pega do cimento. Além desses fatores, a natureza da madeira também afeta na cura do aglomerante ^(9,10). Uma forma que vem sendo estudada para contornar este obstáculo é o tratamento das partículas de madeira antes da produção do compósito.

Os tratamentos mais comuns são lavagem em água fria por 24 horas, lavagem em água quente por 6 horas, lavagem em solução de hidróxido de cálcio ou de sódio e lavagem em solução de cloreto de magnésio ^(11, 12, 13).

Dado o exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas em compósitos cimento-madeira produzidos com partículas tratadas em água quente e fria.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os compósitos foram produzidos na UNESP – Instituto de Ciências e Engenharia/ Campus de Itapeva, a partir de madeira de *Pinus elliotti* e cimento Portland CP II.

Primeiramente, as tábuas de madeira foram seccionadas em peças de 2 cm x 2 cm x 5 cm para facilitar o trabalho do picador. Os cavacos foram processados pelo picador e pelo moinho do tipo Wiley. As partículas foram classificadas em um jogo de peneiras vibratórias e a granulometria utilizada foi de 16 *mesh*.

O tratamento com água fria consistiu na imersão das partículas em água a temperatura ambiente durante 24 horas. Posteriormente, as partículas foram secas em estufa até a umidade de equilíbrio.

O tratamento com água quente foi realizado no banho-maria a 60°C durante 2 horas. No final, as partículas foram secas em estufa até a umidade de equilíbrio.

Posteriormente, foram produzidos os corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 50mm e altura de 100mm ⁽¹⁴⁾. O traço utilizado foi 1:0,45:0,7, para cimento, madeira e água, respectivamente.

A mistura dos materiais e compactação foram realizadas manualmente. Após 28 dias, os corpos de prova foram desmoldados e ensaiados. Os testes realizados foram de densidade, módulo de elasticidade e módulo de ruptura à compressão ⁽¹⁴⁾.

Para o ensaio de densidade, os corpos de prova foram medidos com o auxílio de um paquímetro com resolução 0,01 mm e pesados em uma balança semianalítica. O ensaio do módulo de elasticidade estático e módulo de ruptura foram realizados na máquina universal de testes EMIC com capacidade de 300 kN. A Figura 1 apresenta a realização dos ensaios.

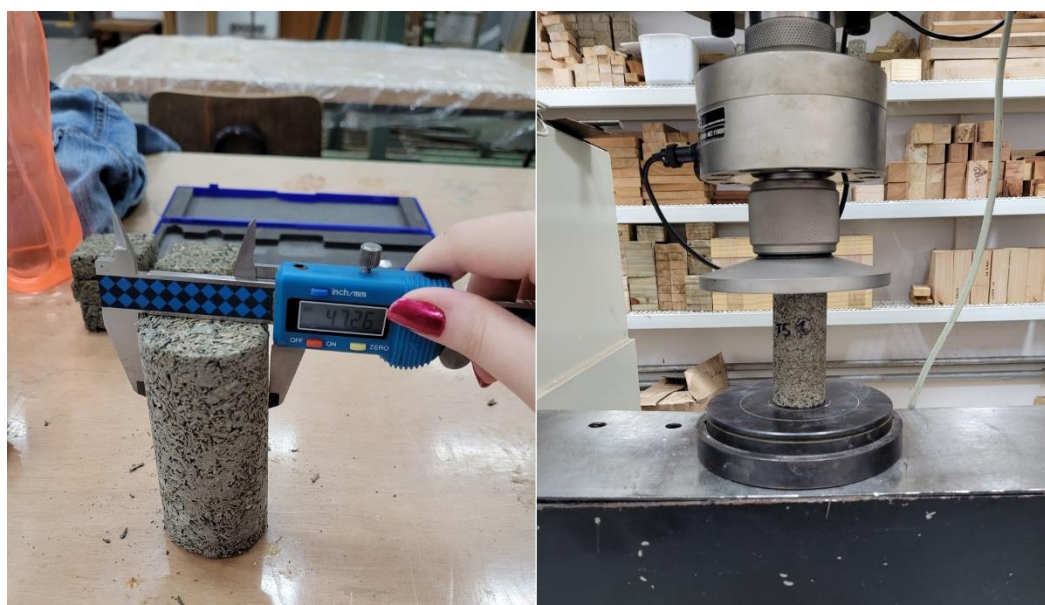


Figura 1: À esquerda, medição do corpo de prova e à direita, ensaio de compressão.

Ao final de todos os testes, foi realizada a análise estatística no software R versão 4.1.3, para testar a normalidade dos dados e verificar se há diferenças significativas entre as médias através do teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de densidade, módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR), contendo a média, desvio padrão e análise estatística, onde letras iguais na vertical não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 1: Resultados dos ensaios físico-mecânicos

Tratamento	Densidade (kg * m ⁻³)	MOE (MPa)	MOR (MPa)
Sem tratamento	903 A (48)	76 B (39)	1,91 B (0,19)
Água fria	918 A (49)	264 A (77)	3,57 A (0,60)
Água quente	891 A (18)	142 B (85)	3,44 A (0,23)

Embora a densidade dos compósitos não tenha sido alterada com a realização dos tratamentos, o desempenho mecânico foi superior. Ao que tudo indica, este aumento ocorreu devido a melhor interação entre as partículas de madeira e o cimento.

Analisou-se o aumento da resistência à compressão dos compósitos tratados em água fria de cerca de 20% em relação aos não tratados ⁽¹⁰⁾.

Quando tratadas as partículas de madeira em água quente, também se obteve um aumento das propriedades mecânicas MOE e MOR ⁽¹⁾.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos é possível concluir que a realização dos tratamentos aumentou o desempenho mecânico com compósitos, devido a retirada dos açúcares e melhora da interação entre as matérias-primas.

Indica-se o compósito tratamento com água fria, devido o menor consumo energético em relação ao tratado em água quente, para usos na construção civil onde não haja exigências estruturais, como blocos para alvenaria, e placas para isolamento e tapumes, devido à baixa densidade, facilitando o transporte e montagem das peças.

REFERÊNCIAS

Inserir o texto em fonte Times New Roman, tamanho 11, justificado, espaçamento entre linhas de 1,0 e apresentado em 1 coluna. Formatação das referências deve ser segundo a ABNT NBR 6023, veja exemplos a seguir:

1. RUTHES, H. C.; MORAIS, C. A. G. de; ALMEIDA, D. H. de; CAMPOS, C. I. de; CHRISTOFORO, A. L.; BERTOLINI, M. da S. Análise físico-mecânica de compósitos madeira-cimento e uso de modelos micro mecânicos na predição de suas propriedades. Revista Principia, E.V., 2021.
2. VILLAS-BÔAS, B. T.; PARCHEN, C. F. A.; IWAKIRI, S. PRATA, J. G.; COSTA, M. R. M. M. Avaliação dos efeitos de diferentes dosagens de água/cal na resistência à compressão axial de compósitos de madeira-cimento. Matéria, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2017.
3. CASTRO, V. G.; PARCHEN, C. F. A.; IWAKIRI, S. Produção de painéis madeira-cimento pelo método de vibro-compactação. Brazilian Journal Of Wood Science, v. 9, n. 3, p. 134-142, 2018.
4. SILVA, E. J. da; VELASCO, F. G.; LUZARDO, F. M.; MARQUES, M. L.; MILIAN, F. M.; RODRIGUES, L. B. Compósito cimentício com elevado teor de fibra de coco tratada: propriedades físicas e durabilidade. Matéria, v. 23, n. 3, p. 1-19, 2018.
5. BRAHMIA, F. Z.; HORVÁTH, P. G.; ALPÁR, T. L. Effect of pre-treatments and additives on the improvement of cement wood composite: a review. Bioresources, v. 15, n. 3, p. 7288-7308, 2020.
6. OLIVEIRA, C. A. B.; SILVA, J. V. F.; BIANCHI, N. A.; CAMPOS, C. I.; OLIVEIRA, K. A.; GALDINO, D. S.; BERTOLINI, M. S.; MORAIS, C. A. G.; SOUZA, A. J. D. de; MOLINA, J. C. Influence of Indian cedar particle pretreatments on cement-wood composite properties. Bioresources, v. 15, n. 1, p. 1656-1664, 2020.
7. MEI, L. H.; OLIVEIRA, N. Caracterização de um compósito polimérico biodegradável utilizando Poli (ϵ -caprolactona) e borra de café. Polímeros, v. 27, n. 1, p. 99-109, 2017.
8. GARCEZ, M. R.; SANTOS, T.; GARCEZ, E. O.; GATTO, D. A. Propriedades físicas de compósitos cimento-madeira com serragem de *Pinus elliottii* tratada. Brazilian Journal Of Wood Science, v. 7, n. 2, p. 70-80, 2018.
9. WEBER, A. M.; CECHEIN, L.; TOKARSKI, R. B.; MATOSKI, A. Análise da influência do traço nas propriedades do compósito cimento-madeira. Revista Principia, v. 1, n. 36, p. 50-59, 2017.
10. GOLINHAKI, S. Estudo de placas cimento-madeira não prensadas produzidas com resíduo de *Pinus* spp: dosagem, propriedades físicas, mecânicas e de reação inicial ao fogo. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

11. FRYBORT, S.; MAURITZ, R.; TEISCHINGER, A.; MÜLLER, U. Cement bonded composites: a mechanical review. *BioResources*, v. 3, n. 2, p. 602-626, 2008.
12. FAN, M.; NDIKONTAT, M. K.; ZHOU, X.; NGAMVENG, J. H. Cement-bonded composites made from tropical woods: compatibility of wood and cement. *Construction and Building Materials*, v. 36, n. 1, p. 135-140, 2012
13. CASTRO, V. G.; ARAÚJO, R. D.; PARCHEN, C. F. A.; IWAKIRI, S. Evaluation of pretreatment effects of *Eucalyptus banthamii* Maiden & Cambage wood on the compatibility degree with Portland cement. *Revista Árvore*, v. 38, n. 5, p. 935-942, 2014.
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019.

EVALUATION OF HOT AND COLD WATER TREATMENTS ON WOOD PARTICLES IN CEMENT-WOOD COMPOSITES PROPERTIES

ABSTRACT

*Cement-wood composites are formed by the binder and wood particles and are used in construction. Its thermal and acoustic insulation properties, lower density than cement slabs and resistance to weathering and attacks by fungi and insects, make it a competitive material in relation to others. However, a limiting factor is the low compatibility between these materials. One way to overcome this obstacle is the treatment in water, hot and cold, of the wood particles before the production of the composite, in order to reduce the amount of extractives in the wood. This work aimed to evaluate the effect of the treatment of pine particles in hot and cold water on the properties of the cementitious composite. The composites were produced with Portland cement CP II E 32 and *Pinus elliottii*. The cold-water treatment consisted of immersion of the particles in water at room temperature for 24 hours, while the hot water treatment there was immersion in a water bath at 60°C for 2 hours. The specimens were produced and tested according to ABNT NBR 7215 (2019), whereas mixing and compaction was manually. The wood particles used were 16 mesh and the proportion was 1:0.45:0.7 (cement, wood and water, respectively). After 28 days, density, modulus of elasticity and modulus of rupture tests were performed. After the tests, statistical analysis was performed to test the normality of the data and to verify if there was a statistical difference between the means using Tukey's test. Through the results obtained, it was possible to conclude that the performance of the treatments did not influence the density, but increased the mechanical performance with composites, due to the removal of extractives and improvement of the interaction between the raw materials. The composite treatment with cold water is recommended, due to the lower energy consumption compared to the treated in hot water, for uses in construction where there are no structural requirements, such as blocks for masonry, and plates for insulation and siding, due to the low density. , facilitating the transport and assembly of the parts.*

Keywords: *Portland cement, Pinus elliottii, Physical properties, Mechanical properties.*