

## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPÓSITOS CIMENTO- MADEIRA**

**ARMÃO, Tiago Pereira<sup>1</sup>; BOHN, Kátia Aline<sup>1</sup>; SANTOS, Thiara Moura dos<sup>2</sup>;  
GARCEZ, Mônica Regina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Curso de Engenharia Civil; <sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais; <sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias. tiago\_a2@hotmail.com

### **1 INTRODUÇÃO**

O setor da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais e energéticos, transformando-se em um potencial gerador de resíduos. Sendo assim, estudos atuais tem se esforçado para dar uma destinação a tais resíduos pesquisando a adição destes em materiais tradicionalmente empregados na construção civil para criação de novos materiais compósitos.

Segundo Callister Júnior (2002) materiais compósitos resultam da união de dois ou mais materiais, buscando propriedades especiais não apresentadas isoladamente pelos seus componentes quando utilizados métodos convencionais. Um dos materiais compósitos pesquisados atualmente para a aplicação na construção é o compósito cimento-areia-madeira, que busca dar uma destinação aos resíduos gerados pela indústria madeireira. De acordo com Pimentel (2000) estes apresentam vantagens de utilização, pois possuem disponibilidade de matéria-prima em grandes quantidades, isolamento termo-acústico e uma baixa massa específica, o que permite sua utilização como painel de fechamento, forros e telhas.

Contudo, o principal problema em compósitos de cimento-madeira diz respeito à incompatibilidade entre estes dois materiais. A constituição química da madeira, em função de açúcares e demais extrativos solúveis em água, podem afetar negativamente as reações de hidratação do cimento Portland (LIMA, 2009). De qualquer forma, é possível minimizar os efeitos da incompatibilidade por meio de tratamentos físicos aplicados sobre as partículas vegetais, como a lavagem em água quente, a fim de extrair principalmente os açúcares (PIMENTEL, 2000).

O presente trabalho tem por objetivo analisar as propriedades físicas de compósitos cimento-madeira através da avaliação das suas propriedades físicas: massa específica seca, saturada e real, índice de vazios, absorção de água e teor de umidade. O trabalho faz parte de um programa experimental mais amplo, que estuda a compatibilidade de compósitos cimento-madeira tratada por meio de diferentes tratamentos.

### **2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)**

Para este estudo foram escolhidos três tipos de compósitos: compósito cimento-areia (C1), compósito cimento-areia-madeira natural (C2), e compósito cimento-areia-madeira tratada por fervura (C3).

Os resíduos vegetais utilizados na pesquisa foram provenientes de uma serraria localizada no município de Pelotas. Trata-se de partículas de madeira de *Pinus elliottii* obtidas na serra fita, cuja granulometria é bastante homogênea. Logo após sair da serraria, a serragem foi submetida ao processo de peneiramento, com o intuito de retirar pequenas lascas e cascas, e então a mesma foi passada na peneira

de abertura 4,75mm. Após, a serragem foi dividida em duas partes iguais, onde uma foi levada imediatamente para a secagem em ambiente fechado (serragem natural) e a outra submetida ao processo de fervura (serragem fervida). A fervura da serragem consistiu em levar ao fogo 500g de serragem banhada em água (temperatura ambiente), por duas horas, à uma temperatura média de 90°C. Após o resfriamento, quando atingiu uma temperatura média de 24°C, retirou-se o excesso de água, obtendo-se então a serragem fervida, que também foi colocada em ambiente fechado para a secagem. Quando a serragem natural e a serragem fervida atingiram um teor de umidade de 12%, foram então moldados os compósitos.

Os corpos de prova do C1 foram moldados conforme as prescrições da ABNT – NBR7215. Para a moldagem do C2 e C3, foi utilizado o mesmo traço, sendo que houve a substituição de 1/10 (a) e de 2/10 (b) da massa de areia, pelo mesmo volume de serragem, ou seja, 187,2g de areia foram substituídas por 24g de serragem e 274,2g de areia foram substituídas por 48g de serragem.

Foram moldados dois corpos de prova cilíndricos de  $\phi$  5cm e 10cm de altura para cada tratamento, C1, C2a, C2b, C3a, C3b. Os mesmos foram desenformados com 24h de idade e submetidos à cura por imersão em água saturada de cal por 28 dias.

Após a cura, os corpos de prova foram ensaiados conforme as prescrições da ABNT – NBR9778. Foi determinado também a massa úmida e a massa seca de cada corpo de prova, para a obtenção do teor de umidade dos mesmos.

Os dados obtidos experimentalmente foram submetidos ao teste ANOVA utilizando o pacote estatístico Statgraphics na versão Centurion XV, para realização da comparação das propriedades físicas de cada tratamento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades físicas dos compósitos de cada tratamento, bem como sua análise estatística, estão representadas na Tab.1, onde se observa que houve uma redução das massas específicas (ME) seca e real para os tratamentos com serragem quando comparados àquele que não a possui (C1), porém esta não foi significativa (com exceção do tratamento C2b). Já para a ME saturada, a adição de serragem – tratamentos C2a, C2b, C3a e C3b – também levou a uma redução, sendo esta significativa estatisticamente, quando comparada ao tratamento C1.

A redução das massas específicas poderia ser verificada nos compósitos com serragem por estar relacionada à baixa ME que esta apresenta em relação à massa da areia. Entretanto, por ser estatisticamente diferente apenas para a ME saturada, reflete que o percentual de adição de serragem não foi suficiente para se obter um compósito com menor massa específica.

A adição de diferentes percentuais de serragem e a realização do tratamento físico por fervura não apresentaram diferença estatística significativa, quando analisados os três tipos de massa específica. Sendo assim, quanto à massa específica, a utilização do tratamento C2b é mais conveniente para fabricação de compósitos cimento-areia-madeira, por estes apresentarem uma maior quantidade de resíduos vegetais sem necessidade de aplicação de tratamento adicional.

Verifica-se que a presença de partículas de madeira nos compósitos resultou em um aumento do teor de umidade, com C1 diferenciando estatisticamente dos outros tratamentos. Entretanto, para mesmas porcentagens de adição de

serragem, não foi observada diferença entre os tratamentos C2 e C3. Disto decorre que a aplicação do método da fervura resulta indiferente para os percentuais de adição escolhidos, e que esta em percentuais maiores gera compósitos com maior teor de umidade. Percebe-se também que a adição da serragem, tanto na forma natural quanto na forma tratada fisicamente por fervura, leva ao aumento do teor de umidade, relacionada ao fato de se estar retirando areia seca e adicionando serragem a um teor de umidade de 12%.

Tabela 1 – Análise estatística das propriedades físicas dos compósitos, por tratamento.

Tratamento	ME Seca	ME Saturada	ME Real	TU (%)	Absorção água (%)	Índice vazios (%)
C1	1,79 <sup>a</sup> (2,02)	1,95 <sup>a</sup> (0,73)	2,13 <sup>a</sup> (3,66)	9,71 <sup>a</sup> (2,18)	8,89 <sup>a</sup> (32,77)	15,85 <sup>a</sup> (30,84)
C2a	1,71 <sup>ab</sup> (1,16)	1,88 <sup>b</sup> (0,00)	2,07 <sup>ab</sup> (1,03)	10,81 <sup>b</sup> (0,07)	10,15 <sup>a</sup> (10,17)	17,32 <sup>a</sup> (8,98)
C2b	1,68 <sup>b</sup> (2,73)	1,84 <sup>b</sup> (2,31)	2,01 <sup>b</sup> (0,00)	12,71 <sup>c</sup> (1,80)	10,02 <sup>a</sup> (28,23)	16,68 <sup>a</sup> (23,66)
C3a	1,72 <sup>ab</sup> (4,73)	1,88 <sup>b</sup> (1,50)	2,05 <sup>ab</sup> (2,07)	11,29 <sup>b</sup> (3,63)	9,50 <sup>a</sup> (1,12)	16,29 <sup>a</sup> (0,61)
C3b	1,68 <sup>ab</sup> (1,73)	1,85 <sup>b</sup> (0,76)	2,02 <sup>ab</sup> (0,70)	12,04 <sup>c</sup> (0,70)	9,95 <sup>a</sup> (4,55)	16,74 <sup>a</sup> (9,21)
F	2,14	6,17	2,43	37,44	0,15	0,07
P	0,21	0,04	0,18	<0,01	0,96	0,99

Em que: ME = Massa Específica, em g/cm<sup>3</sup>; TU = Teor de umidade; ( ) = Coeficiente de Variação; F = Valor de F calculado; P = Probabilidade de erro; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Para as propriedades físicas de absorção de água por imersão e índice de vazios não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando que a presença da serragem nas quantidades escolhidas não interferiu negativamente nestas propriedades. Estes resultados complementam os de Senff (2004) que concluiu que compósitos que possuem as partículas de madeira tratadas não obtêm resultados melhores na absorção de água para 28 dias comparados com os outros compósitos sem tratamento.

O tratamento físico (fervura) escolhido aplicado sobre as partículas vegetais não surtiu efeito sobre nenhuma das propriedades físicas dos compósitos. Entretanto, há outros fatores que podem ter influenciado o resultado, como, por exemplo, melhor adensamento e dispersão das partículas. Assim, este fato necessita de maiores estudos para confirmação.

#### 4 CONCLUSÃO

A adição de serragem à matriz de cimento levou a uma redução da massa específica saturada e um acréscimo do teor de umidade dos compósitos cimento-areia-madeira. Para as outras propriedades físicas, esta adição não trouxe

modificações relevantes, sendo que somente o teor de umidade mostrou-se sensível a variação da quantidade de serragem adicionada.

Sugere-se um estudo das propriedades mecânicas de compósitos com adição de partículas vegetais, visando complementar estes resultados, analisando ainda a influência de outros tratamentos físicos que possibilitem uma melhor interação entre o cimento e a madeira para melhores conclusões sobre a aplicação destes compósitos na construção civil.

## 5 REFERÊNCIAS

CALLISTER JUNIOR, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5. Ed. São Paulo: Ltc, 2002.

LIMA, Adauto José Miranda de. **Utilização de resíduo de pinus spp e materiais cimentícios alternativos na produção de blocos para alvenaria estrutural**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

PIMENTEL Lia Lorena; BERALDO, Antonio L. Utilização de Resíduos de Pinus Caribaea na Produção de Compósito Madeira–Cimento. In: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FEAGRI, 3., 2000, Campinas. **Anais do 3º Workshop de Pós-Graduação da FEAGRI**. Campinas, 2000, p.87-88.

SENEFF, Luciano. **Caracterização do compósito cimentício até 28 dias com a adição de particulados de madeira - espécie pinus taeda**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2004.

SILVA, Itala Coelho da; CAMPOS, Cristiane Inácio de; BERTOLINI, Marília da Silva. QUINTANA, Nina Morena Gagliardi. **Análise do tratamento do resíduo de Pinus sp. para produção do compósito cimento-madeira**. In: XXI Congresso de Iniciação Científica, 2009, São José do Rio Preto. Índice Geral dos Resumos do XXI CIC, 2009.