

## PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS POR FIBRAS NATURAIS OBTIDOS COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE CIMENTO

**POLLNOW, Edilson Nunes<sup>1</sup>; GONÇALVES, Margarete Regina Freitas<sup>1</sup>; TESSARO, Alessandra Buss<sup>1</sup>; CARREÑO, Neftalí Lenin Villarreal<sup>1</sup>; SILVA, Ricardo Marques e<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec, Curso de Engenharia de Materiais;  
[edilson.pollnow@hotmail.com](mailto:edilson.pollnow@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, como resultado do aumento do conhecimento e da maior quantidade e qualidade dos dados obtidos em pesquisas sobre os materiais, tem havido grande estímulo para o desenvolvimento de materiais compósitos reforçados com fibras, em especial os de matrizes cimentícias que tem como principal destinado a construção civil [1].

Compósito é uma classe de materiais heterogêneos, tanto em escala macroscópica quanto microscópica, multifásicos, resultantes de uma combinação racional em que um dos componentes, o descontínuo, melhora a resistência ao esforço (componente estrutural ou reforço) e o outro, o contínuo, é o meio de transferência do esforço (componente matricial ou matriz) [2].

Existem vários fatores capazes de alterar as propriedades físico-químicas de um compósito, dentre estes pode-se elencar os dois principais fatores: o tipo de matriz e o tipo de reforço.

Em compósitos cimentícios a fase contínua (matriz) é o cimento e a fase descontínua são, em geral, fibras naturais ou sintéticas. A matriz nos compósitos cimentícios pode ter diferentes propriedades, dependendo do cimento utilizado.

O cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), por exemplo, embora contemplado pela ABNT como norma separada do cimento portland comum, é na verdade um tipo particular deste, que tem a peculiaridade de atingir altas resistências já nos primeiros dias da aplicação. O desenvolvimento da alta resistência inicial é conseguido pela utilização de uma dosagem diferente de calcário e argila na produção do clínquer, bem como pela moagem mais fina do cimento, de modo que, ao reagir com a água, ele adquira elevadas resistências, com maior velocidade. [3]. Já o cimento Portland Pozolânico CP-IV-32, é uma mistura de cimento portland com pozolanas normalizado pela NBR 5736/91 [4]. A adição de materiais pozolânicos modifica a microestrutura do cimento, alterando diversas propriedades incluindo a diminuição do calor de hidratação, o aumento da resistência à compressão em idades avançadas, melhor trabalhabilidade, dentre outras.

Considerando que diversos fatores que podem alterar as propriedades físico-químicas de um compósito, neste trabalho avaliou-se a influência dos cimentos CPV-ARI e CP-IV-32 utilizados como matriz cimentícia em um compósito reforçado com fibras naturais do tipo celulose de eucalipto.

## 2. METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

As matérias primas empregadas no desenvolvimento desse trabalho foram os cimentos CPV-ARI e CPIV-32 e fibras de celulose de eucalipto.

Os cimentos foram adquiridos comercialmente e as fibras utilizadas foram fornecidas pela empresa Celulose Riograndense, situada no município de Guaíba/RS, produzidas através do processo de polpação Kraft.

Para a obtenção dos compósitos cimentícios reforçados com as fibras de celulose de eucalipto, foram formuladas massas com 5 e 10% de fibras. Para cada formulação foram produzidos 10 corpos de prova.

As massas foram misturadas com o auxílio de um agitador mecânico (argamassadeira) até atingirem uma completa homogeneização. A quantidade de água adicionada foi o suficiente para a obtenção de uma massa com fator água/cimento de 0,4, valor este indicado para obtenção de pré-moldados cimentícios.

Os corpos de prova foram moldados nas dimensões 127 mm x 12,7 mm x 6,4 mm, dimensões estas indicadas para o ensaio de flexão a três pontos, segundo a norma ASTM D790/03. Os ensaios de caracterização foram realizados em corpos de prova com idades de 28 dias.

Para a determinação das características físico-químicas e da verificação da efetiva interação entre a fibra e matriz cimentícia dos compósitos obtidos foram feitos ensaios de composição química, em um Espectrômetro por Energia Dispersiva acoplado ao MEV (EDS), e de resistência à flexão a três pontos, segundo norma ASTM D 790/03, em uma máquina de ensaios universal modelo EMIC DL30000.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta micrografias dos compósitos de cimento e fibras de celulose de eucalipto, obtidos a partir das formulações F3 e F4, respectivamente. As micrografias permitiram a análise de composição química das fibras utilizadas. Os resultados desta análise são mostrados na Tabela 1, que apresenta a composição química de uma fibra de celulose de eucalipto imersa em uma das matrizes cimentícias testadas comparativamente com a composição química de uma fibra pura de celulose de eucalipto.

A presença do elevado percentual de ouro na composição das fibras analisadas é resultado do recobrimento feito na fibra para a execução da análise no Espectrômetro por Energia Dispersiva acoplado ao MEV (EDS).

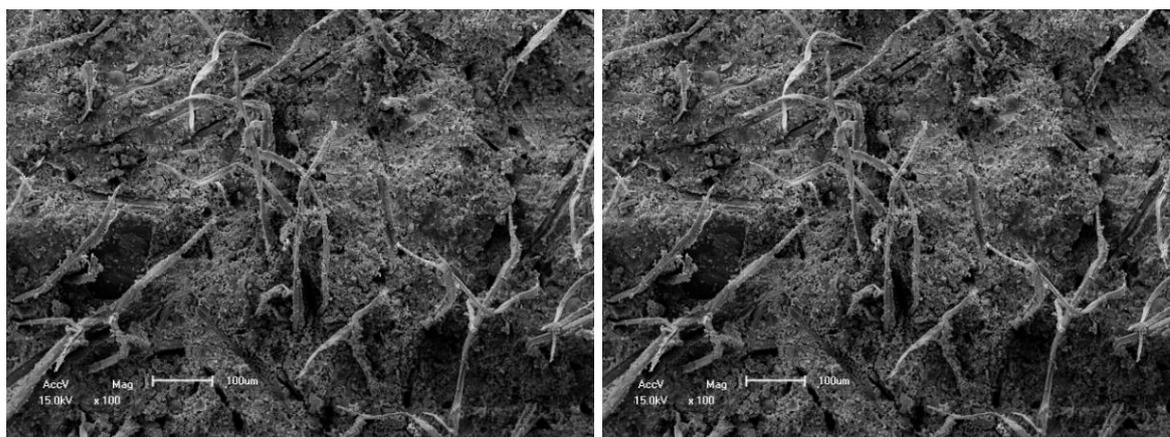


Figura 1: Micrografia de compósitos de cimento Portland Pozolânico e fibra de celulose de eucalipto, com magnificação de 100x. (a) Formulação F3; (b) Formulação F4.

Elementos	% em peso	
	Fibra pura	Fibra imersa em matriz de cimento
C	1,33	15,41
N	3,82	16,88
O	1,49	8,11
Na	-	1,29
Si	-	1,55
K	-	2,83
Au	93,21	52,92

Tabela 1: Composição Química da fibra de celulose de eucalipto.

Como pode-ser ver na Tabela 2, ocorre diferença na composição química da fibra de celulose de eucalipto pura para a da fibra de celulose de eucalipto presente em uma matriz cimentícia. Na fibra imersa observa-se a presença de Si, Na e K, elementos não constituintes da fibra pura. Este resultado indica ocorrer uma boa interação fibra-matriz e a formação de um compósito bifásico.

A Tabela 2 apresenta, comparativamente, os resultados de resistência mecânica de matrizes de cimento puro e dos compósitos obtidos. Nesta observa-se a influência da presença dos diferentes tipos de cimento, o CPV-ARI e CPIV-32, ao comparar as matrizes puras de cimento. A matriz de cimento CPV-ARI é cerca de 13% mais resistente que a matriz de cimento CPIV-32. Esta característica se acentua quando se analisa os compósitos obtidos com o cimento CPV-ARI que apresentam valores de resistência mecânica cerca de 35% maiores que os obtidos com o cimento CPIV-32. Esse comportamento deve-se, provavelmente, a algumas características intrínsecas do cimento CPV-ARI que, por possuir partículas de menor tamanho, possibilita maior hidratação, reação química e, provavelmente, maior interação na interface fibra-matriz.

Também, é possível observar que a adição de fibras a matriz de cimento CPV – ARI propicia ganhos de resistência, na ordem de 7%, e perda da mesma para a matriz de cimento CPIV\_ - 32, na ordem de 12%. O acréscimo da quantidade de fibras para uma mesma matriz não propicia ganhos de resistência mecânica.

Formulações	RM (MPa)	
	CPV – ARI	CPIV- 32
Cimento	10,2	9,0
5% fibra	10,7	7,9
10% fibra	10,4	7,4

Tabela 2: Ensaio de Resistência à Flexão a três pontos.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se inferir as seguintes conclusões:

- Comprovadamente o cimento influencia no desempenho dos compósitos reforçados com fibras naturais de celulose de eucalipto.
- O teor de 5% de fibra pode ser considerado como limitante.
- A presença de fibras de celulose de eucalipto somente possibilita ganhos de resistência mecânica aos compósitos obtidos com cimento CPV - ARI.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] SALES, Angela Teresa Costa. **Retração, fluência e fratura em compósitos cimentícios com Polpa de Bambu**. Fevereiro de 2006. Tese de Doutorado em Engenharia Civil- Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21 de fevereiro de 2006.
- [2] BERNARDI, Stefania Tesi. **Avaliação do Comportamento de Materiais Compósitos de Matrizes Cimentícias Reforçadas com Fibras de Aramida Kevlar**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre –RS. Outubro de 2003.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106).
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5736. Cimento Portland Pozolânico**. Especificações. Rio de Janeiro, 1991.
- [5] American Society for Testing and Materials. **ASTM D 790/03**. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003. DOI: 10.1520/D0790-03.