

Desenvolvimento de Compósitos Cimentícios de Alta Ductilidade do Tipo Engineered Cementitious Composites com Tecnologia Brasileira

THAUANN PINHEIRO SANTIAGO¹; LEONARDO LOPES DA SILVA²; ESTELA OLIARI GARCEZ³ e JEAN CARLO PECH DE MORAES⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – thauannsantiago@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – lopesdasilva.leonardo@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – estelagarcez@gmail.com

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Sul – jean.moraes@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

O ECC é um compósito cimentício de alta ductilidade reforçado com fibras de polipropileno, também chamado de SHCC (strain hardening cement-based composites), esse material à base de cimento, agregado miúdo e fibras curtas dispersas na matriz tem desenvolvimento recente e potencial de aplicação em diversas situações, como reparos de pavimentos e pontes de concreto, lajes de continuidade de pontes, reparos em barragens e muros de contenção e em elementos de absorção de energia para sistemas de amortecimento estrutural de edifícios.

Como o Engineered Cementitious Composite (ECCs) são um tipo especial de compósitos cimentícios de alto desempenho reforçados com fibras, cuja principal característica é a altíssima ductilidade. As pesquisas anteriormente realizadas com o material revelou possibilidades de novas aplicações, e decidiu-se investigar a utilização em uma solução estrutural para pontes. A alta capacidade de deformação que pode ser atingida com os ECCs pode ser aproveitada de maneira satisfatória nas chamadas lajes de continuidade, que são trechos de lajes de pontes tradicionalmente feitos de concreto armado que conectam dois vãos isostáticos de pontes.

Este trabalho teve como objetivo a geração de conhecimento sobre o comportamento do ECC ou bendable concrete como substituição de juntas de dilatação de pontes, bem como para aplicação como revestimento para pavimentos rígidos e asfálticos e para pisos industriais, verificando a viabilidade de adaptar a tecnologia de ECC à realidade brasileira, utilizando materiais disponíveis e comercializados no país.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi dividida em 3 etapas, primeiramente realizou-se uma ampla revisão bibliográfica, através da qual se compilou dados referentes as metodologias já utilizadas em diversos países.

Em segundo momento, realizou-se a caracterização dos materiais para a mistura de ECC, a partir da qual realizou-se as moldagens dos corpos de provas.

Finalmente enviou-se os traços para realização dos ensaios propostos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do projeto correspondeu a uma ampla pesquisa bibliográfica referente ao ECC, a partir da qual passou-se a realizar adequações nas metodologias descritas, de acordo com a realidade existente, para que então possibilitasse a moldagem dos corpos de prova propriamente ditos.

Em uma segunda etapa, realizou-se a caracterização dos materiais para a mistura do ECC, a qual contou com a colaboração do Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A seguir descreve-se uma tabela referindo as devidas proporções dos materiais para mistura do ECC descritas em PERRONE et al.

<i>Componentes</i>	<i>Traço Referência</i>				
	Densidade (g/cm ³)	Proporção	Peso (g)	%	Volume do ECC (cm ³)
<i>Cimento</i>	3,11	1	1917		616,3987138
<i>Areia</i>	2,52	0,75	1439		571,031746
<i>Água</i>	1	0,34	662,1		662,1
<i>Glenium</i>	1,09	0,006	13,4		12,29357798
<i>CCA</i>	2,03	-	-	-	
<i>Fibra PP</i>	0,9	0,018	34		37,77777778
<i>Volume total</i>					1899,601816

Tabela 1 Proporções dos Materiais ECC

Para elaborar o ECC buscando-se atingir uma mistura adequada para a região de Pelotas, foi necessário modificar as proporções dos materiais utilizados no seu preparo. A seguir descreve-se uma tabela com um exemplo das correções realizadas. (Tabela 2).

<i>Componentes</i>	<i>Traço 10% Substituição CCA PILECCO</i>				
	Densidade (g/cm ³)	Proporção	Peso (g)	%	Volume do ECC (cm ³)
<i>Cimento</i>	3,11	1	1725,3		554,7589138
<i>Areia</i>	2,52	0,75	1439		571,031746
<i>Água</i>	1	0,34	662,1		662,1
<i>Glenium</i>	1,09	0,006	13,4		12,29357798

CCA	2,03	-	-	-	
Fibra PP	0,9	0,018	34		37,77777778
Volume total					1899,601816

Tabela 2 Materiais ECC

Foram moldados corpos de prova para os ensaios de flexão a quatro pontos e tração direta. Os corpos de prova foram separados em grupos para fins de controle dos ciclos de secagem e molhagem.

4. CONCLUSÕES

Os resultados definitivos ainda não foram obtidos devido o tempo de cura dos corpos de prova ainda recentes, estando ainda a espera da realização de ensaios diversos para caracterização de suas propriedades e futuras aplicações no ramo da Engenharia.

Mesmo sem obter resultados concretos, devemos ressaltar que pelas experiências adquiridas, tanto na participação dos trabalhos desenvolvidos por outras instituições como UFRGS em mesma área de pesquisa, e com as ações realizadas na UFPel, que o material ECC apresenta-se como um material promissor, com diversas propriedades que devem ser estudadas com afinco, e parecem ser realmente interessantes.

Podemos descrever que foi de grande valia para o aprendizado profissional bastante gratificante pela experiência adquirida durante o biênio de desenvolvimento do ECC.

5. REFERÊNCIAS

GARCEZ, E. O. **Investigação do Comportamento de Engineered Cementitious Composites Reforçados com Fibras de Polipropileno como Material para Recapeamento de Pavimentos**. 2009. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ACI MATERIALS JOURNAL TECHNICAL PAPER, November-December 2010 - **Self-Healing Characterization of Engineered Cementitious Composite Materials** by Li-Li Kan, Hui-Sheng Shi, Aaron R. Sakulich, and Victor C. Li

CASTRO, A. L. **Aplicação de Conceitos Reológicos na Tecnologia dos Concretos de Alto Desempenho**. 2007. 320 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PERRONE, V. C.; BARCELOS, M.; STEIN, K.; SILVA FILHO, L. C. P. **Avaliação da influência do teor de agregados no comportamento em compressão de compósitos tipo SHCC**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2012,

Maceió. **Anais...**

Naaman, A.E., and Reinhardt, H.W., “**High Performance Fiber - Reinforced Cement Composites**” (HPFRCC4), 2003, 393 pp.

Lepech, M. D., and Li, V. C., “**Large-Scale Processing of Engineered Cementitious Composites**,” ACI Materials Journal, Vol. 105, No. 4, 2008, pp. 358-366.

Lin, Z., Kanda, T., and Li, V.C., “**On Interface Property Characterization and Performance of Fiber-Reinforced Cementitious Composites**,” Journal of Concrete Science and Engineering, RILEM, No. 1, 1999, pp. 173-184.