



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ENGINEERED CEMENTITIOUS COMPOSITES (ECCS) PRODUZIDOS COM ADIÇÃO DE MATERIAL POZOLÂNICO

Gustavo B. Wally

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pelotas
gustavo.wally@gmail.com

Liane P. Griep

Professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pelotas
liane.griep@ucpel.edu.br

Carlos H. H. Viegas

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande
chviegas@furg.br

Resumo. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um traço de Engineered Cementitious Composite (ECC), o qual tem sido bastante estudado em universidades de países desenvolvidos, com utilização de materiais facilmente encontrados no mercado – a saber, areia de rio e cimento CP IV, e adição de cinza volante, a qual é resíduo da geração térmica de energia elétrica. Deste serão analisadas as resistências à compressão axial e à tração na flexão afim de validar o emprego dos materiais adotados.

Palavras-chave: Engineered Cementitious Composite. Concreto de alto desempenho. Cinza volante.

1. INTRODUÇÃO

Ainda que possua uma vasta gama de características que lhe conferem o rótulo de material estrutural mais utilizado no mundo, o concreto apresenta algumas limitações, das quais destaca-se sua pequena capacidade de deformação antes da ruptura (Figueiredo [1]).

Brandão [2] salienta que frente a estas limitações estudos têm avançado em busca de alternativas capazes de aprimorar as propriedades mecânicas do concreto. Segundo Magalhães [3], na última década foi

desenvolvida uma grande quantidade de compósitos cimentícios reforçados com fibras buscando obter estruturas mais tenazes e duráveis.

Casagrande [4] indica que o Grupo de Pesquisa do ACE-MRL (*Advanced Cementitious Materials – Materials Research Laboratory*) da Universidade de Michigan, Estados Unidos, desenvolveu uma nova categoria de compósitos cimentícios reforçados com fibras, chamada de *Engineered Cementitious Composite* (ECC). Com adição máxima de fibras de apenas 2% frente ao volume total da pasta, estes foram projetados para resistir a elevadas tensões de tração e cisalhamento.

Em sua dissertação, Griep [5] desenvolveu ECCs com adição de cinza volante utilizando cimento CP V ARI e areia quartzolítica. Seus resultados serão utilizados como referência.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em três etapas. Uma vez selecionados os materiais – sendo cimento CP IV, areia, cinza volante, fibras de polipropileno, aditivo super plastificante e água, a primeira etapa consistiu na realização

de ensaios laboratoriais para caracterização e validação destes. Na segunda etapa o traço foi calculado, utilizando método já consolidado para tal, e executado. Com o traço executado e a massa ainda em estado fresco, foram moldados os corpos de prova, sendo estes cilíndricos – de 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura, para o ensaio de compressão axial, e prismáticos – de 4 cm x 4 cm x 16 cm, para o ensaio de tração na flexão e determinação do módulo de ruptura (MOR). Por fim, na terceira etapa, foram realizados os ensaios de resistência à compressão axial e à tração na flexão, ambos aos 56 e 91 dias, bem como a análise dos resultados apresentados.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos nas etapas 1 e 2, de caracterização dos materiais e cálculo do traço, respectivamente, são apresentados nas Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1. Resultados obtidos na fase de caracterização e validação dos materiais.

Ensaio	Material	Resultado
Determinação da Composição Granulométrica	Areia	2,4 mm
Determinação de Impurezas Orgânicas		De acordo
Massa unitária		1,47 g/dm ³
		2,62 g/cm ³
Massa específica	Cinza volante	1,77 g/cm ³
	Cimento CP IV	2,72 g/cm ³

Destaca-se as massas unitária e específica e a composição granulométrica, visto que os resultados das propriedades mecânicas do compósito serão comparados com os resultados da Ref. [5], que utilizou areia quartzosa 80/100, com partículas apresentando tamanho médio de 150 µm, massa específica de 2,17 g/cm³ e massa unitária igual a 1,46 g/dm³, e sílica moída, com partículas de dimensão na ordem de 75

µm, massa específica de 2,03 g/cm³ e massa unitária de 1,07 g/dm³.

Tabela 2. Relação dos materiais em massa.

Materiais (Proporção)	Massa (g)
Cimento CP IV-32 (1)	2966,00
Areia (0,43)	1275,00
Cinza volante (0,40)	1186,00
Água (0,89)	2608,30
Super plastificante (0,01)	47,50
Fibra PP (0,02)	90,00

A Fig. 1 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial e à tração na flexão.

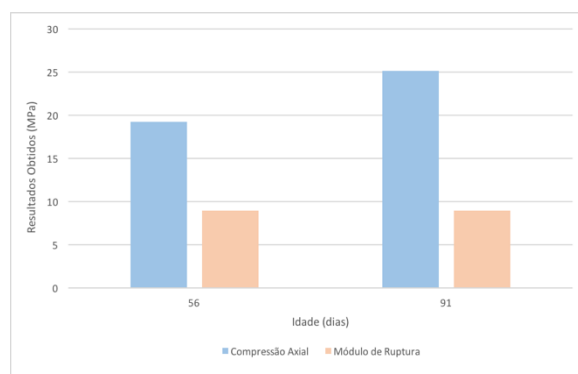


Figura 1. Resultados obtidos para resistência à compressão axial e módulo de ruptura à flexão.

As figuras 2, 3, 4 e 5 comparam os resultados obtidos neste trabalho com os obtidos pela Ref. [5].

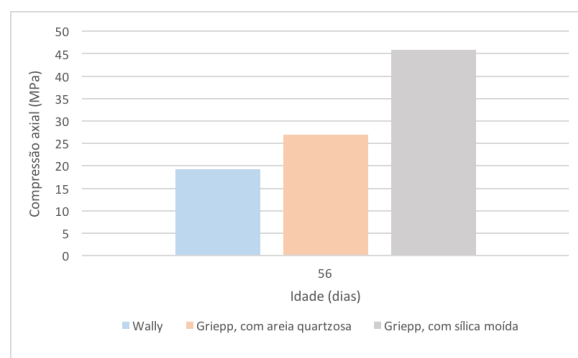


Figura 2. Resultados dos ensaios de resistência à compressão axial aos 56 dias frente aos resultados da Ref. [5].

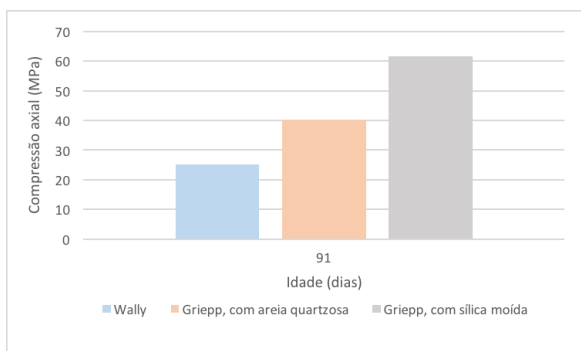


Figura 3. Resultados dos ensaios de resistência à compressão axial aos 91 dias frente aos resultados da Ref. [5].

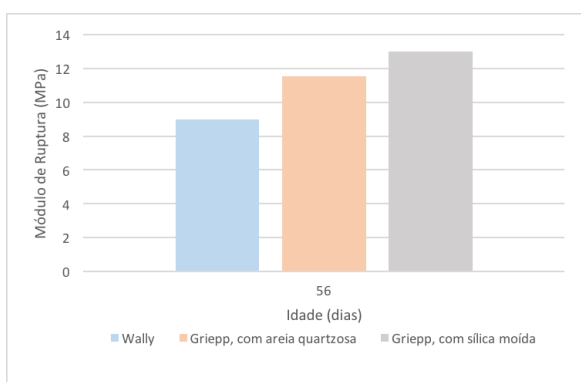


Figura 4. Módulo de ruptura à flexão obtido aos 56 dias frente aos resultados da Ref. [5].

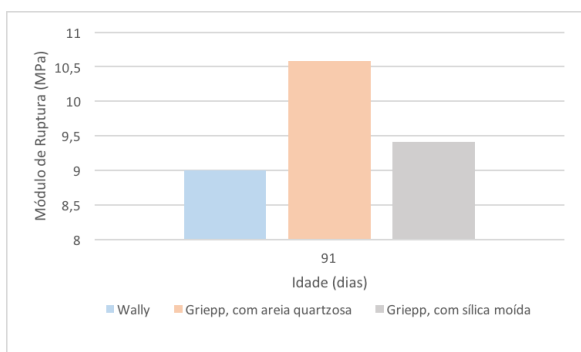


Figura 5. Módulo de ruptura à flexão obtido aos 91 dias frente aos resultados da Ref. [5].

4. CONCLUSÕES

Analisando de forma isolada o incremento de resistência à compressão, observa-se um acréscimo de 31% entre os 56 e 91 dias. Quanto ao módulo de ruptura não houveram variações, permanecendo este estável em 9,00 MPa.

Frente à Ref [5], os resultados mostraram-se abaixo do esperado, sendo, na resistência à compressão axial, 28,62% e 37,44% inferior

aos 56 e 91 dias, respectivamente. Quando analisado o módulo de ruptura, a utilização de cimento CP IV e areia de rio também se mostra menos eficaz, sendo os resultados da Ref [5] superiores em 139% aos 56 dias e 145,33% aos 91 dias.

Constata-se, assim, que à medida que a idade avançou o desempenho do compósito à compressão axial evoluiu, entretanto, seu módulo de ruptura não apresentou incrementos de resistências. Estes fatos podem estar ligados ao tipo de material pozolânico utilizado, à quantidade empregada deste material ou ainda à areia adotada, a qual é proveniente de rios, não beneficiada e de granulometria acima da utilizada em estudos anteriores.

Considerando os resultados apresentados os desempenhos apresentam-se ainda insatisfatórios, sendo necessários mais estudos para o desenvolvimento de um traço de ECC com materiais facilmente encontrados no mercado. Deve-se testar a utilização de outro tipo de cimento, variar os teores de material pozolânico e areias de diferentes granulometrias, em busca de, principalmente, melhores resultados de resistência à tração.

4. REFERENCIAS

- [1] A. D. Figueiredo, “Concreto com fibras” Ibracon, vol. 2, 2005, pp. 1195-1225.
- [2] Jefferson Heleno Brandão, “Análise Experimental e Numérica de Cascas de Concreto de Ultra-Alto Desempenho Reforçado com Fibras”. Tese (Doutorado), 2005, 128 p., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- [3] M. S. Magalhães, “Caracterização Experimental de Compósitos Cimentícios Reforçados com Fibras de PVA: processo de fratura, propriedades térmicas, deformações diferidas e estabilidade térmica”. 2010. 219 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa Coimbra de Pós-Graduação e

Pesquisa de Engenharia Civil,
Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, 2010.

- [4] E. Q. Casagrande, “Compósito reforçado com fibras de polipropileno e com adição de cinza volante: estudo do desempenho em pavimento de concreto”. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- [5] L. P. Griep, “Possibilidade de incorporação de cinza volante e cinza de casca de arroz na produção de Engineered Cementitious Composites”. 2012. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia dos Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia dos Materiais. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.