

## **ANÁLISE EXPERIMENTAL E NUMÉRICA DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM AGREGADO RECICLADO**

Marianna Ansiliero de Oliveira Coelho Lorencet<sup>1</sup>, Isabela Kotelak Rossi<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Orientadora, Departamento de Engenharia Civil - CCT marianna.lorencet@udesc.br

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Civil - CCT - bolsista voluntário.

Palavras-chave: agregado reciclado de concreto, dosagem de concreto, viga de concreto armado.

A constante preocupação com o meio ambiente, e o impacto significativo que a construção civil vem gerando ao longo dos anos tornou-se um incentivo para o avanço em pesquisas para minimizar os danos gerados.

A substituição do agregado gráúdo natural para a confecção do concreto por um agregado reciclado é o objetivo principal da nossa pesquisa, a fim de buscar novas informações, técnicas e confiabilidade para o uso em concreto armado para fins estruturais.

Iniciou-se com ensaios para a caracterização do agregado gráúdo reciclado. Esse agregado é obtido do britamento de concretos oriundos de construções antigas e demolições. Foram realizados ensaios de granulometria, onde o agregado reciclado apresentou uma curva de distribuição entre a zona da Brita 0 e a da Brita 1, segundo limites determinados pela NBR 7211 (ABNT, 2009), além de ensaios de caracterização da areia.

Como esperado, para a massa específica o resultado para o agregado reciclado foi menor do que para o agregado natural, respectivamente  $2,50 \text{ g/cm}^3$  e  $2,74 \text{ g/cm}^3$  (8,76% menor que do agregado gráúdo natural).

Os resultados para a absorção mostraram uma elevada absorção para os agregados gráúdos reciclados, média de 0,23% para o agregado natural e 3,81% para o reciclado. Provando que a quantidade de argamassa presente na superfície do agregado reciclado é a causa da elevada absorção em comparação com o agregado natural (BUTTER, 2003).

Buscamos uma metodologia para o tratamento desse agregado reciclado a fim de prepará-lo para a dosagem. Que consiste na separação manual dos agregados de maior dimensão característica (maiores que 25 mm), no peneiramento para diminuir a quantidade de finos depositados em sua superfície, lavagem e posteriormente secagem ao ar. Esta metodologia foi utilizada para o agregado reciclado.

Depois de realizado os ensaios de caracterização e propriedades mecânicas, foram feitas as dosagens do concreto reciclado e natural, segundo a metodologia do IPT/USP com as alterações segundo (CAMPITELI, 2004). Para a dosagem do concreto reciclado foram confeccionados três tipos de proporções de material chamadas de traço: traço piloto (traço que serve de base para o estudo), traço rico (que possui uma relação água/cimento (a/c) menor do que o traço piloto) e o traço pobre (que possui uma relação a/c maior do que o traço piloto). Seguiu-se a moldagem dos corpos-de-prova para os posteriores ensaios de compressão do concreto que foram realizados após 7, 28, 56 e 91 dias.

Para o agregado graúdo natural, a dosagem do concreto e seus resultados foram obtidos com a utilização do agregado graúdo natural do tipo Brita 1.

**Fig. 1** Tabela dos resultados obtidos com o ensaio de compressão do concreto

<b>RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO</b>						
<b>CONCRETO</b>	<b>a/c</b>	<b>fc28</b>	<b>7 dias</b>	<b>28 dias</b>	<b>56 dias</b>	<b>91 dias</b>
<b>PILOTO</b>	0,55	31,6	23,17	<b>30,24</b>	32,29	40,02
<b>RICO</b>	0,43	31,6	26,96	<b>35,6</b>	37,89	44,27
<b>POBRE</b>	0,67	31,6	12,52	<b>20,21</b>	22,63	23,15
<b>BRITA 1</b>	0,48	31,6	23,43	<b>31,97</b>	34,31	40,53

Os resultados obtidos no estudo de dosagem e ensaios à compressão satisfatórios em relação ao uso do agregado graúdo reciclado na composição de um concreto, mesmo com a variabilidade observada neste agregado. Analisando os resultados à compressão, o agregado graúdo reciclado, apresentou um ganho de resistência no período de 91 dias semelhante ao concreto com agregado natural.

A próxima etapa foi à inicialização da análise numérica utilizando o método dos elementos finitos e princípio dos trabalhos virtuais.

Foram estudados os elementos de barra, elemento de viga, elemento plano (2D), colocando em prática no software de elementos finitos MARC/Mentat, que permite a resolução de problemas numéricos. Primeiramente foi realizado um estudo e uma análise numérica sobre o modelo proposto de vigas de concreto, no estado plano de tensões. Inicialmente foi analisado o modelo numérico de uma viga de concreto, de comportamento linear.

Essencialmente, com o intuito de determinar o tipo de apoio, ou vínculo a ser utilizado nas vigas, foram consideradas duas simulações, uma contendo ambos os apoios de segundo gênero, isto é, restringindo os deslocamentos verticais e horizontais e permitindo a rotação. A outra viga foi modelada com um apoio de primeiro gênero (restringe apenas o deslocamento vertical, permitindo a rotação e o deslocamento horizontal) e outro apoio de segundo gênero.

Devido ao comportamento distinto das vigas estudadas, podemos concluir que a diferença entre as tensões de tração e de compressão encontradas na viga hiperestática (com dois apoios de segundo gênero) ocorreu devido à influência da concentração de tensões nos apoios. O que não foi observado no caso da viga isostática (com um apoio de primeiro gênero e outro de segundo gênero), que obteve valores muito semelhantes aos valores teóricos. Isso nos permitiu adotar um tipo de estrutura para os estudos posteriores, trabalhado com vigas isostáticas.

## REFERÊNCIAS

BUTTLER, A. M. Concreto com Agregados Graúdos Reciclados de Concreto – Influência da Idade de Reciclagem nas Propriedades dos Agregados e Concretos Reciclados. São Carlos, 2003. 199p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CAMPITELI, V. C. Concreto de cimento Portland: um método de dosagem. Engenharia Civil. 20. 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Agregados para concreto - Especificação: NBR 7211. Rio de Janeiro. 2009.