

# **ESTUDO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CONCRETO QUE CONTÉM ESCÓRIA DE COBRE NA SUBSTITUIÇÃO EM PARTE DO AGREGADO MIÚDO**

DE CASTRO, Mário Lúcio Oliveira Júnior

Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva

## **RESUMO**

Este trabalho consiste em apresentar os resultados do estudo sobre a utilização da escória de cobre como agregado miúdo para concreto, que foi desenvolvida pelo Dr. em engenharia civil e professor do departamento de tecnologia PPGEECA Washington Almeida Moura, que avaliou a influencia da utilização de diferentes teores de escoria de cobre granulada, como agregado miúdo, nas propriedades mecânicas de resistência à tração e compressão do concreto. Os resultados demonstram que a utilização da escoria de cobre como agregado miúdo até 40% de substituição em volume, promove um ganho no desempenho mecânico do concreto, admitindo a possibilidade de utilização em parte do agregado miúdo natural.

**Palavras-Chave:** Concreto, Escoria de Cobre, Agregado Miúdo

## **ABSTRACT**

This paper is to present the results of the study on the use of copper slag as aggregate for concrete, which was developed by Dr. teacher in civil engineering and technology department PPGEECA Washington Moura Almeida, who evaluated the influence of using different levels of copper granulated slag as aggregate, the mechanical properties of tensile and compressive concrete. The results demonstrate that the use of copper slag as fine aggregate up to 40% substitution by volume promotes a gain in mechanical performance of concrete, admitting the possibility of using in part of natural fine aggregate.

**Keywords:** concrete, copper slag, fine aggregate

## **1. INTRODUÇÃO**

Utilizando-se resíduos de sólidos urbanos e industriais, para a produção de novos materiais para a produção de novos materiais de construção, poderá contribuir para a redução do impacto ambiental decorrente da construção civil através da diminuição do consumo de recursos naturais e energia, também da redução da poluição gerada e do consumo de energia para sua produção.

No Brasil vem se desenvolvendo a algum tempo um estudo para o aproveitamento de resíduos de escoria metalúrgica. Na fabricação do cimento já são empregadas amplamente as escorias de alto forno.

Serão apresentados os resultados do estudo realizado pelo Dr. Washington Almeida Moura, sobre a utilização da escória de cobre com agregado miúdo para concreto. Sendo avaliada a influência da substituição do agregado natural por diferentes teores de escória de cobre granulada, variando de 0% a 50% de substituição em volume. Avaliando-se as propriedades mecânicas de resistência à tração por compressão diametral, resistência a compressão axial e resistência à tração na flexão.

## **2. CONTEÚDO**

Como parte do estudo foram produzidas misturas de concreto simples, para que pudessem ser tidas como referencia e concreto contendo escória de cobre como agregado miúdo, sendo substituídas em volume à areia natural em proporção de 30%, 40% e 50% de escória granulada. Os métodos utilizados para dosagem foram do IPT/EPUSP (Helene & Terzian, 1992), de forma para que todas as misturas apresentassem a mesma trabalhabilidade. A trabalhabilidade das misturas foi avaliada através do abatimento pelo tronco de cone conforme a norma (NBR 7223, 1992) e fixada em  $70\pm 10$  mm. A tabela 1 mostra as proporções, em massa, dos matérias utilizados na produção das amostras dos concretos.

Verificou-se que as amostras de concretos que continham a escoria de cobre apresentavam trabalhabilidade superior ao limite estabelecido de  $70\pm 10$  mm. Isso ocorreu devido a mistura de areia+escoria de cobre, ser mais grossa, e também a superfície lisa dos grãos de escoria, além da massa especifica, que é

bem mais elevada do que a dos demais componentes da mistura. Contudo como o parâmetro de dosagem foi o de manter a mesma trabalhabilidade, os concretos produzidos com escória de cobre tiveram sua relação de água/cimento reduzida, conforme mostra a tabela 1. Foi observado que os concretos com 50% de escória de cobre em substituição à areia apresentaram exsudação.

Tabela 1

Mistura	Relação a/c	Cimento	Areia	Escória	Brita	Consumo de cimento* (kg/m³)
Referência	0,41	1	1,363	-	2,459	477
	0,50		2,039	-	3,163	372
	0,64		2,716	-	3,867	301
70% areia + 30% escória	0,41	1	0,954	0,604	2,459	477
	0,50		1,427	0,904	3,163	372
	0,61		1,901	1,203	3,867	303
60% areia + 40% escória	0,38	1	0,817	0,806	2,459	484
	0,48		1,223	1,205	3,163	375
	0,57		1,630	1,605	3,867	307
50% areia + 50% escória	0,38	1	0,681	0,998	2,459	485
	0,48		1,020	1,494	3,163	376
	0,53		1,358	1,991	3,867	311

\*Foi adotado o teor de 2% de ar no concreto para o cálculo de consumo de cimento

Para a produção de do concreto foi utilizado um misturador com eixo vertical, e com tempo de mistura de cinco minutos. Foram moldados doze corpos de prova de 10X20 cm, para os ensaios de resistência a compressão e resistência à tração por compressão diametral, e seis corpos de prova de 10x10x40 cm, para os ensaios de resistência à tração na flexão. Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas e curados em uma câmara úmida a uma temperatura de 23°C±2]C até a idade do ensaio. As propriedades foram avaliadas aos 7 e 28 dias de idade, sendo 3 corpos de prova para testes com 7 dias e 3 para serem avaliados com 28 dias de idade. A resistência de compressão axial foi avaliada numa prensa hidráulica de acordo coma NBR 7722(1982) e a NBR 12142(1991), respectivamente.

Foi verificado que houve um aumento na resistência à compressão do concreto com a substituição da areia por escória de cobre. Esse aumento foi maior com o aumento do teor da mistura, isso ocorreu devido à redução da quantidade de água da mistura e, conseqüentemente, à relação água/cimento e a uma melhor distribuição dos grãos de escoria no concreto.

Entretanto concretos contendo teores de substituição de areia por escoria acima de 40% apresentarem uma redução na resistência à compressão. Como a escoria de cobre apresenta diâmetro máximo característico e granulometria mais grossa que a areia natural, altos teores de substituição podem ter provocado a formação de uma quantidade maior de pasta-agregado, contribuindo para a redução da resistência à compressão dos concretos.

Nos testes de resistência a tração por compressão diametral e resistência à tração na flexão, verificou-se que houve um aumento de resistência à medida que há um aumento do teor de substituição da areia por escoria de cobre até 40%. Há um ganho da resistência à tração quanto menor for a relação água/cimento. O fato de que as escorias de cobre apresentarem uma textura lisa pode provocar uma redução nas resistências mecânicas, principalmente com relação à tração por flexão, uma vez que há uma redução na aderência da pasta de cimento-agregado.

Os concretos produzidos com teor de substituição acima de 40% e relação de água/cimento acima de 0,50 apresentaram uma redução da resistência à tração.

### **3. CONCLUSÃO**

A resistência à compressão axial do concreto aumentou com substituição de parte da areia por escoria de cobre, em todas as idades de ensaio. Entretanto, nos concretos com 50% de escoria, com relação água/cimento a 0,53, a resistência foi inferior à do concreto de referencia.

A resistência à tração dos concretos, seja por compressão diametral ou na flexão, também aumentou com a utilização da escoria de cobre como parte do agregado miúdo. Quanto maior foi o teor de escoria de cobre maior foi o ganho

na resistência. Contudo nos concretos com 50% de escoria, a resistência à tração por compressão diametral foi menor do que à do concreto de referencia.

Podemos concluir que com a utilização da escoria de cobre como parte do agregado miúdo, até 40% em volume, proporciona um melhor desempenho do concreto quanto às propriedades mecânicas avaliadas. Isso nos demonstra que com a utilização de escoria de cobre como agregado miúdo para concreto, pode ser uma grande alternativa, não só pelas vantagens técnicas, mas pela redução do impacto ambiental provocado pela escassez e exploração desenfreada de areia.

#### **4. REFERÊNCIAS**

MOURA, Washington Almeida; GONCALVES, Jardel Pereira and LEITE, Mônica Batista. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos contendo escória de cobre como agregado miúdo. *Rem: Rev. Esc. Minas* [online]. 2009, vol.62, n.2, pp. 221-225. ISSN 0370-4467. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672009000200014>.

