

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO CaO/SiO_2 NA TRABALHABILIDADE DE ARGAMASSAS À BASE DE CINZA VOLANTE ÁLCALI-ATIVA COM CAL HIDRATADA

Maria Camila Lopes Santos¹

Dylmar Penteado Dias²

Jonas Alexandre³

Nathalia Toffoli Pandini⁴

RESUMO

Com o crescimento industrial acelerado é inevitável o aumento da geração de resíduos sólidos oriundos das indústrias, que em sua grande maioria não possuem destino adequado para descarte. A incorporação desses resíduos na construção civil tem sido uma saída bastante eficiente e motivadora para busca de novas aplicações e utilização de novos tipos de resíduos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da ativação de cinza volante, resíduo proveniente de termoeletricas movidas a carvão mineral e rico em sílica amorfa e alumina, por cal hidratada na confecção de argamassas. O estudo foi realizado variando-se a relação CaO/SiO_2 , de 0,25 até 2,00, com intervalos de 0,25 entre as dosagens. Partiu-se de uma dosagem teórica em função da análise por fluorescência de raios X da cinza volante e da cal hidratada para posterior ajuste na quantidade de água até se atingir consistência padrão. Concluiu-se que as 8 dosagens apresentaram trabalhabilidade adequada com possibilidade de uso na construção civil.

Palavras-chaves: Cinza Volante, Cal hidratada, Resíduo, Argamassa.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE CaO/SiO_2 RATIO IN THE MORTARS WORKABILITY BASED ON FLY ASH ALKALI-ACTIVATED BY HYDRATED LIME

With the accelerated industrial growth, it is inevitable to increase the generation of solid wastes from industries, which for the most part do not have an adequate destination for disposal. The incorporation of these wastes in civil construction has been a very efficient and motivating way to search for new applications and use of new types of waste. Thus, the present work had as objective to study the influence of the activation of fly ash, residue from thermoelectric plants driven by mineral coal and rich in amorphous silica and alumina, by hydrated lime in the manufacture of mortars. The study was performed by varying the CaO/SiO_2 ratio, from 0.25 to 2.00, with intervals of 0.25 between the dosages. A theoretical dosage was based on X-ray fluorescence analysis of fly ash and hydrated lime for later adjustment in the amount of water until standard

consistency was reached. It was concluded that the 8 dosages presented adequate workability with possibility of use in civil construction.

Keywords: Fly ash, Hydrated Lime, Residue, Mortar.

- ¹ *Engenheira Civil, mestranda em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Civil, mestranda em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil se baseia em sempre buscar novos materiais e novos métodos de aplicação, objetivando o melhoramento das propriedades, a diminuição dos custos e a maior eficiência dos resultados. Baseando-se nisso, a busca por materiais que substituam o cimento Portland é sempre bem vinda. Os cimentos álcali-ativados são obtidos a partir de materiais compostos predominantemente por aluminossilicatos amorfos submetidos a um ambiente altamente alcalino [1]. O atrativo é a possibilidade do reaproveitamento de resíduos ou subprodutos para a produção de cimentos especiais, de menor impacto ambiental na sua produção, quando comparado ao processo de produção do cimento Portland.

Dentre os resíduos mais utilizados estão as cinzas volantes, que são subprodutos resultantes da combustão do carvão mineral em caldeiras. Para as empresas geradoras, este resíduo torna-se um problema em relação ao descarte final. Desta forma, faz-se necessário estudar aplicações tecnológicas para essas cinzas. A reutilização de cinzas na formulação de argamassas e concretos é uma alternativa interessante, visto que estes materiais possuem atividade pozolânica. Pozolanas são materiais silicosos ou silicoaluminosos que, por si sós, possuem pouca ou nenhuma atividade aglomerante, mas que quando finamente divididos e na presença da água, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente para formar compostos com propriedades aglomerantes [2, 3].

Ante o exposto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da ativação alcalina deste resíduo por uma cal hidratada do tipo CHIII, analisando-se a trabalhabilidade (ensaio *flow table*) em função da variação da relação CaO/SiO_2 .

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi determinada a composição química da cinza volante e da cal hidratada por meio de análise de fluorescência de raios X. Com base nesses resultados, foram confeccionadas oito diferentes argamassas, variando-se a relação CaO/SiO_2 de 0,25 a 2,0, em incremento de 0,25.

O processo de produção das argamassas seguiu todas as determinações das normas brasileiras [4], sendo feitas em argamassadeira de 5 litros da marca Solotest. O resíduo utilizado era proveniente da Pozofly, a cal hidratada tipo CHIII da Ical, a areia do rio Paraíba do Sul e água foi a fornecida pela concessionária local.

Após a confecção das argamassas, foi realizado o ensaio denominado *flow table* para determinação do índice de consistência [3]. Esse ensaio consiste no preenchimento de um tronco de cone com três camadas iguais de argamassa, sendo aplicados golpes de soquete para adensamento (sucessivamente 10, 15

e 20 golpes). Posteriormente o cone é retirado e a argamassa submetida a 30 golpes na mesa, um por segundo. Ao término dos golpes são tiradas três medidas radiais do espalhamento e determinado o índice de consistência com a média delas. O índice tem que atender ao parâmetro 260 ± 5 mm [4].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 mostram a composição química da cal hidratada e da cinza volante.

Tabela 1 - Composição química da cal hidratada.

Óxido	Porcentagem
CaO	95,56
SiO₂	1,49
SO₃	1,263
K₂O	1,154
Fe₂O₃	0,277
SrO	0,237
ZrO₂	0,02

Tabela 2 - Composição química da cinza volante.

Óxido	Porcentagem
SiO₂	56,156
Al₂O₃	29,31
K₂O	4,981
Fe₂O₃	4,073
CaO	2,309
SO₃	1,712
TiO₂	1,261
ZrO₂	0,047
MnO	0,047
V₂O₅	0,043
ZnO	0,035
SrO	0,014

Y_2O_3	0,012
----------	-------

Após análise das composições químicas, foram definidas as dosagens (Tabela 3), em que CV = cinza volante, A = areia, CH = cal hidratada e H₂O = água.

Tabela 3 - Dosagens avaliadas.

CaO/SiO ₂	Dosagem, em massa
0,25	1 : 3 : 0,13 : 0,67
0,50	1 : 3 : 0,27 : 0,69
0,75	1 : 3 : 0,42 : 0,68
1,00	1 : 3 : 0,57 : 0,81
1,25	1 : 3 : 0,73 : 1,04
1,50	1 : 3 : 0,88 : 1,21
1,75	1 : 3 : 1,03 : 1,12
2,00	1 : 3 : 1,19 : 1,28

A quantidade de material utilizada e os valores de espalhamento são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de material e espalhamento.

CaO/SiO ₂	CV (g)	A (g)	CH (g)	H ₂ O (g)	Espalhamento (mm)
0,25	315,8	947,3	39,5	210,0	258,7
0,50	298,7	896,1	80,7	205,0	265,0
0,75	279,8	839,4	117,5	190,0	259,7
1,00	246,6	739,9	140,6	200,5	255,0
1,25	222,4	667,3	161,3	230,7	259,0
1,50	202,1	606,3	176,8	245,0	263,0
1,75	182,7	548,1	188,2	205,0	264,0
2,00	167,4	502,2	199,2	215,0	255,8

Da Tabela 4 verifica-se que a quantidade de água, para as diferentes dosagens das argamassas, praticamente não variou em função da relação CaO/SiO_2 , sendo o coeficiente de variação igual a 6,2%.

Com relação ao índice de consistência padrão (trabalhabilidade) foi possível perceber que as 8 dosagens avaliadas atendem à norma NBR 13276 [4], que prescreve que o valor do espalhamento no ensaio *flow table* de estar compreendido no intervalo 260 ± 5 mm.

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no programa experimental foi possível concluir que:

- em termos ambientais, a utilização das argamassas com maior quantidade de cinza volante (ou menor quantidade de cal hidratada) é mais benéfica, já que permitem a imobilização de elevadas quantidades de resíduos;
- as argamassas avaliadas apresentaram índice de espalhamento dentro dos limites determinados por norma, indicando que as mesmas podem ser empregadas em uso comercial com relação a esta característica;
- a variação na quantidade de água para se atingir a consistência padrão não foi significativa, já que o coeficiente de variação foi igual a 6,2%.

5 REFERÊNCIAS

- 1 D. M. Roy, “Alkali-activated cements opportunities and challenges”, *Cem. Concr. Res.* 29 (2005) 249-254.
- 2 F. Puertas, A. F. Jiménez, “Mineralogical and microstructural characterization of alkali-activated ash/slag pastes”, *Cem. Concr. Composites* 25 (2003) 287-292.
- 3 A. Palomo, M. W. Grutzeck, M. T. Blanco, “Alkali-activated fly ashes. A cement for the future”, *Cem. Concr. Res.* 29 (1999) 1323-1329.
- 4 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13276: Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.