

ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA COMBUSTÃO DO CARVÃO MINERAL COMO ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO

Teixeira, J. M. C. (1); Silva, S. A. (2); Pinheiro, H. S. (3); Nogueira, R. E. F. Q.
(4); Albuquerque, J. S. V.(5);

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - Bloco 714, Campus
do Pici CEP 604555-760, Fortaleza - CE Universidade Federal do Ceará –
Centro de Tecnologia.

joelanecarvalho@hotmail.com

RESUMO

Os produtos da combustão do carvão mineral (PCCs) são resíduos que causam impacto ambiental, mas apresentam grande potencial de utilização no setor da construção civil na produção de argamassas e concretos. Esta pesquisa objetivou verificar a viabilidade da utilização dos produtos da combustão do carvão mineral em argamassas de assentamento e revestimento. Foi avaliada a pozolanicidade nos produtos da combustão do carvão mineral. Foram confeccionadas argamassas de referência e com adição de PCCs nos teores de 10, 20, 30, 40 e 50% como substituto parcial do cimento. Após tempos de cura de 7 e 28 dias, foram feitos teste de resistência à tração na flexão e resistência à compressão. Os resultados obtidos mostraram-se compatíveis quando comparados com os dados da literatura, demonstrando ser viável a aplicação dos produtos da combustão do carvão mineral na indústria da construção civil.

Palavras-chaves: Produto da combustão de carvão mineral (PCCs), argamassa, pozolanas.

INTRODUÇÃO

A queima do carvão mineral nas usinas termelétricas geram vários tipos de resíduos ou subprodutos (produtos da combustão do carvão mineral ou PCCs). Esses produtos incluem as cinzas volantes (leves), as cinzas de fundo (pesada), as escórias, além de resíduo do FGD (sistema de dessulfurização de gases de combustão). A intensificação do uso da matéria-

prima energética tende a aumentar o problema de gestão destes resíduos gerados em várias partes do mundo e que constituem problemas ambientais ⁽¹⁾.

A discussão sobre os fatores restritivos ou benéficos ao uso dos resíduos gerados na queima de carvão mineral por usinas termelétricas tem sido amplamente divulgada nas publicações científicas devido ao fato destes apresentarem uma composição química semelhante à de alguns materiais cerâmicos. Por esse motivo, algumas das principais aplicações têm sido na fabricação de diversos tipos de peças cerâmicas e, principalmente, como materiais para construção civil ⁽²⁾.

Os resultados têm influenciado os pesquisadores a traçarem considerações favoráveis ao uso dos resíduos e, ao mesmo tempo, contribuírem com informações que diminuem as dúvidas quanto às restrições e aumentam o rol dos benefícios. Há unanimidade quanto à importância da caracterização físico-química e mineralógica dos resíduos visando às aplicações industriais. Muitos estudos decorrentes têm sugerido diversas aplicações para os resíduos ⁽³⁾.

O objetivo principal deste trabalho é investigar a viabilidade de utilização dos produtos da combustão do carvão mineral (PCCs) para produção de argamassas para revestimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram confeccionadas argamassas de referência (sem substituição) e alternativas que utiliza os PCCs como substituinte de parte do aglomerante (cimento) nos percentuais de 10%, 20%, 30%, 40% e 50%. Nesta utilizadas argamassas na proporções 1:1:6 (cimento: PCCs: cal: areia) em massa, respectivamente, devido este traço ser usado comercialmente para argamassa para revestimento.

Os materiais foram pesados em balanças devidamente calibradas e em seguida, homogeneizadas em um misturador mecânico (argamassadeira) seguindo os procedimentos estabelecidos pela NBR 7215 (ABNT, 1996).

Após o preparo das misturas, em moldes prismáticos com dimensões 4 cm x 4 cm x 16 cm foram confeccionados corpos de prova, os quais foram desmoldados após 24h. Após a desmoldagem os corpos de prova

foram identificados e em seguida submetidos a períodos de cura de 7 e 28 dias de idade.

O processo experimental compreendeu a caracterização dos materiais: PCCs, cimento, cal e areia. Além de ensaio para determinação do índice de atividade pozolânica de acordo com a NBR 5752 (ABNT, 1992) e ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão nas argamassas de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento revestimento de paredes e tetos.

Para determinação da atividade pozolânica dos PCCs, foram confeccionadas duas argamassas: a primeira – argamassa A (de referência) no traço 1:3 (cimento e areia) e a segunda – argamassa B com 35% do volume absoluto de cimento da argamassa de referência substituído por PCCs. Para cada tipo de argamassa foram moldados três corpos de prova cilíndricos de 50 mm x 100 mm para rompimento aos 28 dias. O índice de atividade pozolânica é a razão entre a resistência média dos corpos de prova moldados com a substituição de pozolana pela resistência média dos corpos de prova moldados com cimento, sendo seu resultado apresentado em percentual de acordo com a equação:

$$IAP\% = \frac{f_{CP}}{f_{CC}} \times 100$$

Onde:

f_{CP} - resistência à compressão média, aos 28 dias, de três corpos de prova moldados com cimento Portland e material pozolânico – argamassa A;

f_{CC} - resistência à compressão média, aos 28 dias, de três corpos de prova moldados somente com cimento Portland como material cimentício – argamassa B.

A determinação da resistência mecânica das argamassas foi realizada de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005), segundo a qual um corpo-de-prova seja ensaiado à tração na flexão e posteriormente à compressão. No ensaio de tração, o corpo de prova é rompida em duas partes. Cada uma das partes é, posteriormente, ensaiada à compressão, totalizando seis resultados de tensão de compressão para cada idade de análise. Os ensaios mecânicos foram executados em uma prensa de ensaio universal EMIC, modelo DL 1000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade pozolânica

O resultado do índice de pozolanicidade com o cimento Portland e o ensaio de resistência à compressão aos 28 dias estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados ensaio índice de pozolanicidade com cimento Portland

Argamassa	Resistência à Compressão 28 dias - MPa	Índice Atividade Pozolanica (%)
Argamassa A	31,75	98,49
Argamassa B	31,27	

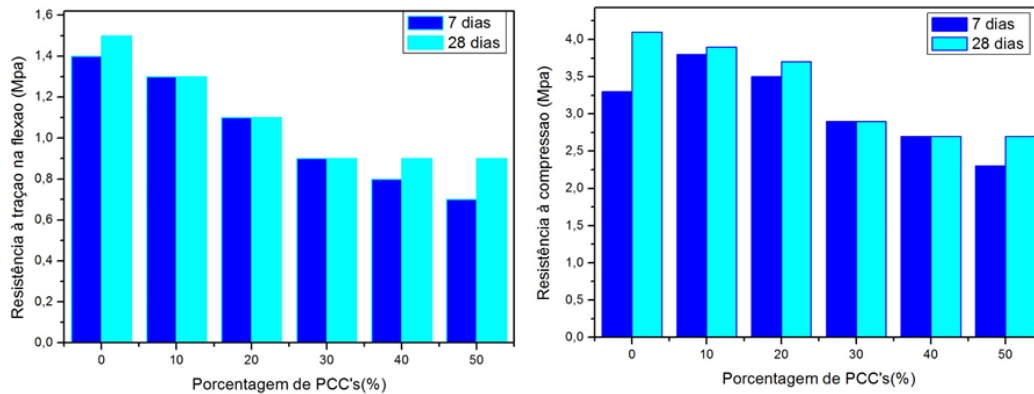
O valor obtido para o índice de atividade pozolânica para o produto da combustão do carvão mineral com o cimento, foi de 98,49 % sendo maior que o valor estabelecido pela norma NBR 5752 (ABNT, 1992), que é de 75%. Portanto, assume-se que os produtos da combustão do carvão mineral em questão podem ser caracterizados como um material pozolânico e utilizados como substituto parcial do cimento.

Resistência à tração na flexão e à compressão

Através dos resultados da resistência à tração na flexão aos 7 e 28 dias de cura. Observa-se que todas as argamassas com adição dos PCCs apresentaram resultados inferiores quando comparadas com argamassa de referência. Nota-se que aos 28 dias de cura há um pequeno ganho na resistência à tração na flexão tanto para a argamassa de referência quanto para os teores de 40% e 50% de PCCs que é originado pelas diversas reações de hidratação de ocorrem no material. Com relação à resistência à compressão constata-se que a adição de 10 e 20% dos PCCs ocorreu um pequeno aumento da resistência aos 7 dias de idade quando se comparada com a argamassa referência. No entanto, as argamassas com 30, 40 e 50% houve o decréscimo da resistência. Já a ruptura aos 28 dias, as argamassas com adição do resíduo apresentou resistência à compressão inferior ao traço de referência. Esta situação pode ter ocorrido devido as partículas do cimento

possuírem superfície específica maior do que a dos PCCs, causando um não preenchimento dos vazios pelos grãos finos dos PCCs. Além disso, o aumento da quantidade de água utilizada gerou a perda de resistência das argamassas, que é originado pelas diversas reações de hidratação que ocorre no material.

Figura 1 – (a) Resistência à tração na flexão (b) Resistência à compressão para argamassas 7 e 28 dias de cura.



Alisando-se as exigências físicas e mecânicas para argamassas industrializadas, especificadas para assentamento de paredes e revestimentos de tetos e paredes, observa-se que todas as argamassas produzidas neste trabalho, atendem aos limites de $\geq 0,1$ e < 4 MPa, o que as classifica como do Tipo I, segundo a norma NBR 13281(1995).

CONCLUSÕES

Os produtos da combustão do carvão mineral possui pouco ou nenhum valor comercial, a fabricação de argamassas à base desse material viabiliza a economia de consumo de materiais além de diminuir a estocagem desse resíduo.

AGRADECIMENTOS

Os autores são especialmente gratos a CAPES e UFC pelo suporte financeiro dado durante a realização das atividades ligadas à confecção do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Butalia, T. S. & Wolfe, W. E. **Market opportunities for utilization of Ohio flue gas desulfurization (FGD) and other coal combustion products (CCPs)**. Volume 2 - Findings, Recommendations, and Conclusions. Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science. The Ohio State University, 146 p., 2000.

(2) PINHEIRO, H. S. **Processamento e caracterização de peças cerâmicas obtidas a partir do resíduo do granito Asa Branca com adição dos produtos da combustão do carvão mineral**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Curso de Pós- Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Ceará, Ceará: UFC, 2010.

(3) SABEDOT, S., SUNDSTRON, M. G., BÖER, S. C, SAMPAIO, C. H., DIAS, R. G. O., RAMOS, C. G.; **Caracterização e aproveitamento de cinzas da combustão de carvão mineral geradas em usinas termelétricas**. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, Gramado. Rio Grande do sul: UFRGS, 2011.

(4) A. Andrade, "**Caracterização das cinzas volantes do carvão de Candiota**", Dissertação de Mestrado, PPGEEMM/UFRGS, Porto Alegre, RS (1985)

(5) Teixeira, J. M. C. **Utilização dos produtos da combustão do carvão mineral como aditivos na produção de argamassa para revestimento**. (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Ceará, Ceará: UFC, 2013.

FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF THE PRODUCTS OF COMBUSTION OF COAL AS A MORTAR ADDITIVES IN PRODUCTION FOR COATING

ABSTRACT

The products of the combustion of coal (PCCs) are residues that cause environmental impact , but have great potential for use in the construction industry in the production of mortar and concrete . This study aimed to verify the feasibility of the use of the combustion of coal in cement mortar and coating products. Pozzolanic was evaluated in the combustion of coal products. Reference mortar and spiked with PCCs in the levels of 10 , 20 , 30 , 40 and 50 % as a partial replacement of cement were prepared . After curing times of 7 and 28 days , tensile strength in bending and compressive strength tests were made . The results were compatible when compared with literature data , demonstrating feasible application of the combustion of coal in the construction industry.

Keywords: Mortars. Coal combustion products. Pozzolans.