

## **ESTUDO DOS PRODUTOS DA COMBUSTÃO DO CARVÃO MINERAL VISANDO SEU APROVEITAMENTO COMO MATERIAL CERÂMICO**

JOELANE MARIA DE CARVALHO TEIXEIRA<sup>1\*</sup>, DANIEL FERNANDES VIEIRA<sup>2</sup>,  
SUELY ALVES SILVA<sup>3</sup>, PAULO SÉRGIO LIMA DA COSTA FILHO<sup>4</sup>,  
JORGE WILLAMY MELO FERREIRA FILHO<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Msc. Professor, FANOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3052-4829, jcarvalho6@fanor.edu.br

<sup>2</sup> Estudante, FANOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3052-24829, danielvieiraufc@gmail.com

<sup>3</sup> Msc. Professor, FANOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3052-4829, ssilva19@fanor.edu.br

<sup>4</sup> Estudante, FANOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3052-4829, paulin.s@hotmail.com

<sup>5</sup> Estudante, FANOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3052-4829, jorge-wl@hotmail.com

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** O processo de combustão do carvão mineral em usinas termoeletricas gera resíduo ou subprodutos (produtos da combustão do carvão, PCC) potencialmente nocivos ao meio ambiente. Este trabalho objetiva identificar, nos resíduos, os principais elementos químicos presentes e todas as principais fases cristalinas que os contêm. O PCC foi submetido à caracterização por Difração de Raios X, Fluorescência de Raios X, Termogravimetria (TG) e Análise térmica diferencial (DTA). Espera-se que os resultados possam contribuir para identificar as possíveis aplicações para o PCC como matérias primas para diversas aplicações, em cerâmicas e materiais de construção, minimizando impactos ambientais decorrentes da sua acumulação no meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produto da combustão de carvão mineral (PCC), Caracterização, mullita.

### **STUDY OF THE PRODUCTS OF COMBUSTION OF MINERAL COAL FOR THEIR USE AS CERAMIC MATERIAL**

**ABSTRACT:** The process of combustion of mineral coal in power station generate waste or by-products (products of coal combustion, PCC) potentially harmful to the environment. This study aims to identify us waste, the main chemical elements and all the major crystalline phases that contain them. The PCC's were milled in high energy mills and sintered at 1200 ° C for 2 hours. They were then submitted to characterization by X-ray Diffraction, X-Ray Fluorescence, Thermogravimetry (TG) and differential thermal analysis (DTA). It is hoped that the results can help to identify possible applications for CCPs as raw materials for various applications in ceramics and building materials, minimizing environmental impacts due to its accumulation in the environment.

**KEYWORDS:** Proceeds from the combustion of coal (PCC), Characterization, mullite.

### **INTRODUÇÃO**

A queima do carvão mineral nas usinas termelétricas geram vários tipos de resíduos ou subprodutos (produtos da combustão do carvão mineral ou PCC). 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 <sup>(1)</sup>.

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 <sup>(2)</sup>.

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 <sup>(3)</sup>.

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização mineralógica e química do produto da combustão do carvão mineral (PCC) proveniente. Para tal caracterização, foram utilizados os seguintes métodos de análises: fluorescência de raios X, difração de raios X, análise Termogravimétrica (TG) e análise térmica diferencial (DTA).

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizada o produto da combustão do carvão mineral proveniente da Termoelétrica do Pecém, localizada em São Gonçalo do Amarante - Ceará. O resíduo foi peneirado a seco obtendo-se uma granulometria de 200 mesh (75  $\mu$ m ASTM).

Em seguida foram realizados ensaios de Difração de Raios X (DRX) para determinação de composição mineralógica, Fluorescência de Raios X (FRX) para composição química, Termogravimetria (TG) e Análise Térmica Diferencial (DTA) visando caracterizar o comportamento térmico da amostra.

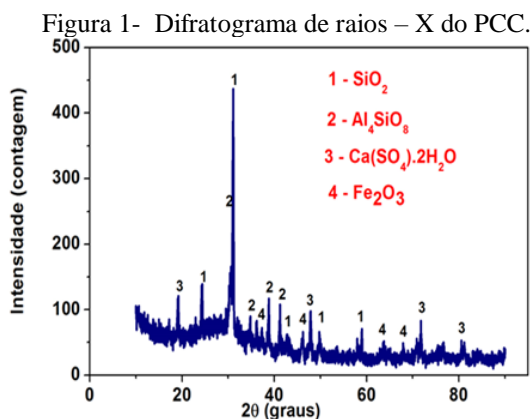
A análise mineralógica foi feita por um difratômetro de raios X da marca *Panalytical* modelo *XPert Pro MPD*, operando em 40kV x 40mA, equipado com um tubo de cobalto. A intensidade foi medida em função do ângulo de varredura  $2\theta$ , coletada no intervalo angular de 10 a 90 graus.

A composição química foi realizada pelo método semiquantitativo da amostra em pó, sob atmosfera de vácuo, em fluorescência de raios-X, Shimadzu, modelo EDX 720, o qual identifica elementos contidos entre os elementos Sódio (Na) a Urânio (U).

As análises térmicas (ATD e TG) foram realizadas em um analisador térmico simultâneo ATG-ATD (Shimadzu, DTG-50H), sob atmosfera de ar e taxa de aquecimento de 10 °C/Min.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra o difratograma de raios-X dos produtos da combustão do carvão mineral. Analisando o difratograma observa-se o quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) como fase mineralógica principal, bem como se identifica a presença de outras fases como: mulita ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ), sulfato de cálcio hidratado/gipsita ( $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).



Algumas fases identificadas no PCC estão relacionadas à temperatura utilizada durante a combustão do carvão, sendo que para processos a temperaturas inferiores a 1000 °C, algumas fases cristalinas ou amorfas presentes originalmente no carvão se mantêm durante todo o processo, uma vez que estas temperaturas não são suficientes para destruir essas estruturas, como por exemplo o quartzo e a hematita. Já a mulita e sulfato de cálcio hidratado, por sua vez, são decorrentes das reações que ocorrem durante a combustão do carvão mineral.

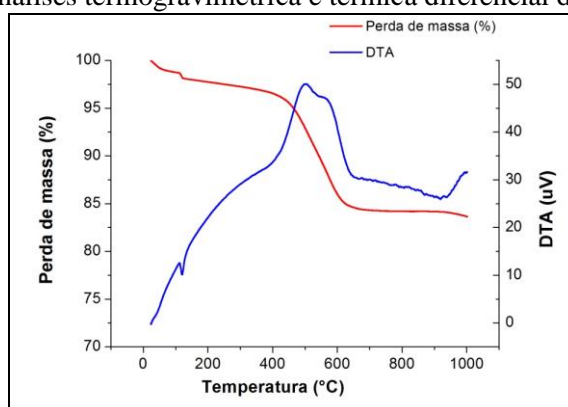
A análise de FRX mostrou a composição química do PCC, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Composição química (% em peso) da amostra

	COMPONENTE	MASSA (%)
PCC	Si	41.456
	Al	19.507
	Fe	17.266
	K	7.5155
	Ca	6.6671
	Ti	3.3305
	S	1.6350
	Mg	1.5125
	-----	1.1104

Os resultados da composição química estão de acordo com os resultados de difração de raios-X (Fig. 1). Verifica-se que o resíduo do PCC são constituídos principalmente por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), além de quantidades menores de óxidos de potássio, titânio, enxofre e manganês.

Figura 2 - Curva das análises termogravimétrica e térmica diferencial do PCC



Analisando a Figura 2 observa-se que a curva da análise térmica diferencial apresentou-se dois picos endotérmico a uma temperatura de 119,7 °C e 918,67 °C, respectivamente estando provavelmente relacionado desidroxilação do óxido de silício, isto é, a perda de água estrutural. Na curva da análise termogravimétrica percebe-se que houve maior perda de massa por volta dos 450 °C correspondendo possivelmente a perda de água livre e uma perda de massa de 13% correspondendo a perda de massa do óxido de silício.

## CONCLUSÕES

A caracterização do PCC possibilitou a obtenção de dados das características químicas e mineralógicas. As análises por difração de raios X, fluorescência de raio X, ATD, TG e permitiram concluir que o PCC é constituído basicamente por mulita. A mulita é um composto cerâmico que possui propriedades físicas, tais como resistência à fluência a altas temperaturas, estabilidade química, baixa constante dielétrica e baixo coeficiente de expansão térmica. Logo, devido as suas propriedades, a mulita tem chamado atenção de muitos pesquisadores.

Por suas características observa-se a viabilidade de utilização como futura matéria-prima cerâmica e construção civil. É recomendável que estudos sejam realizados em misturas com outros materiais (argilas vermelhas, caulim, etc) para constatar seu aproveitamento.

## REFERÊNCIAS

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.

- 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.
- 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.
- A. Andrade, "Caracterização das cinzas volantes do carvão de Candiota", Dissertação de Mestrado, PPGEEMM/UFRGS, Porto Alegre, 1985.