



CARACTERIZAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS PARA PRODUÇÃO DE MASSAS GEOPOLÍMÉRICAS

Lorrayne S. Freitas¹, Renata L. R. Portugal Fagury² Elias Fagury Neto³

1 – Graduanda de Engenharia Química, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
(UNIFESSPA), Marabá, PA.

2 - Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente (FEMMA), Universidade Federal do Sul e
Sudeste do Pará (Unifesspa). Folha 17 Quadra 4, Lote Especial, CEP 68503-080, Marabá PA

3 - Faculdade de Engenharia de Materiais (FEMAT), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
(Unifesspa). Folha 17 Quadra 4, Lote Especial, CEP 68503-080, Marabá PA.

lorrayne.sampaio@unifesspa.edu.br

RESUMO

O desenvolvimento de geopolímeros, com características e propriedades adequadas, depende diretamente das matérias-primas utilizadas, uma vez que a composição químico-mineralógica destas pode propiciar a formação de fases cristalinas e amorfas, que afetam sobremaneira as propriedades do material. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização das matérias-primas empregadas para a produção de massas geopoliméricas. Foram caracterizados um insumo natural, o filito e um rejeito industrial, a cinza volante, proveniente de olarias. As amostras foram caracterizadas por espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX), espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) e difratometria de raios-X (DRX). O FTIR mostrou estiramento Si-O-Si relativo à presença de quartzo, em torno de 960 a 1000 cm⁻¹ e 690 cm⁻¹ na cinza, e o estiramento Si-O-Al em 790 para filito. As fases quartzo e wollastonita foram as predominantes na cinza, enquanto que o filito apresentou principalmente quartzo e illita. Os resultados indicaram que, tanto as composições químicas, quanto as características indicadas no FTIR e DRX, estão em consonância com composições de matérias-primas comumente utilizadas na literatura sobre o tema.

Palavras-chave: Caracterização; Químico-mineralógica; Matérias primas; Geopolímeros

INTRODUÇÃO

Geopolímeros são novos materiais com propriedades cimentícias e podem ser usados em uma variedade de aplicações para substituir o cimento Portland. As vantagens dos geopolímeros são a fácil disponibilidade de matérias-primas, que podem ser naturais ou resíduos industriais (coprodutos), e o processo de sua obtenção, que não envolve a etapa de calcinação do clínquer do cimento, que pode atingir uma temperatura de cerca de 1400°C. O desenvolvimento de geopolímeros, com características e propriedades adequadas, depende diretamente das matérias-primas utilizadas, uma vez que a composição químico-mineralógica destas pode propiciar a formação de fases cristalinas e amorfas, que afetam sobremaneira as propriedades do material (ANTUNES, 2013)⁽¹⁾.

O filito é um mineral muito abundante na crosta terrestre, que apresenta um baixo custo agregado observado. Este se torna um bom precursor geopolimérico por sua abundância e baixo custo, e por ser

aplicado em indústrias cerâmicas, como um substituto parcial do caulim (SANTOS, 1992; MOTTA et al 1998; MORETO, 2006; GARZÓN et al, 2010) ⁽²⁾. Cinzas volantes são resíduos de combustão de um combustível sólido (LUCENA 2007) ⁽³⁾. Pode ser descrita como resíduo e/ou subproduto, proveniente da queima de lenhas quando expostas a elevadas temperaturas. Normalmente, a cinza é apresentada em forma de um material particulado, finamente dividido, possuidor de características e composições que divergem entre si, inerentes ao material de origem (SANTOS, 2014) ⁽⁴⁾. Para o reaproveitamento, vários pesquisadores propuseram que a cinza volante tem potencial como matéria-prima para produção de geopolímeros, com bons resultados em termos de propriedades do material.

Por conseguinte, o objetivo deste trabalho foi realizar caracterização das matérias-primas filito e cinza de olaria, insumos regionais de grande abundância e disponibilidade, com potencial para produção de pastas geopoliméricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Primeiramente, foram selecionadas as seguintes matérias-primas:

- Filito: proveniente da região de Marabá/PA, foi utilizado como fonte de Al-Si
- Cinza volante: proveniente da queima da serragem de madeiras diversas, utilizadas para produção de energia em fornos de olaria. Fonte mais comum de sílica, foi coletada de uma olaria local.

O filito foi calcinado a 600°C por 4 horas, a fim de aumentar sua reatividade química e possibilitar a atividade pozolânica. Após a calcinação, foi peneirado a 100 *mesh* Tyler (149 mm). A cinza foi peneirada a 100 *mesh* Tyler (149 mm).

Metodologia de Caracterização

Espectroscopia de Florescência de Raios-X (FRX)

Foi utilizada para determinação da composição química das matérias-primas. Para tanto, foi utilizado o espectrômetro WDS sequencial, modelo Axios Minerals, da marca PANalytical, com tubo de raios-X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 KW.

Difratometria de Raios-X (DRX)

A caracterização das amostras fora feita através do equipamento pertencente ao Instituto de Geociências e Engenharias da UNIFESSPA, com identificação dos componentes mineralógicos realizada através de um difratômetro de raios-X, Rigaku Miniflex 600, operando a 30kV, com passo de 0,02° e velocidade de varredura de 4°/min.

Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada De Fourier (FTIR)

As análises foram feitas no Laboratório de Análises Química do Instituto de Ciências Exatas da UNIFESSPA, utilizando-se espectrômetro de marca Agilent Technology, modelo Cary 630 FTIR, usando pastilhas de brometo de potássio (KBr), com varredura na faixa de 4000–600 cm⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, foram realizadas as determinações da composição química das matérias-primas. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos.

Tabela 1. Composição química em termos de óxidos, do filito e da cinza.

| FILITO | | | | | | | | | |
|--------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|
| Comp. | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | MgO | Na ₂ O | P ₂ O ₅ | TiO ₂ | P.F |
| % | 21,67 | 55,95 | 9,30 | 5,05 | 1,13 | 0,15 | 0,08 | 0,86 | 5,60 |
| CINZA | | | | | | | | | |
| Comp. | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | CaO | Na ₂ O | MgO | TiO ₂ | P.F |
| % | 6,47 | 40,39 | 1,72 | 4,17 | 24,22 | 0,75 | 6,90 | 0,37 | 13,73 |

A composição do filito mostra uma razão SiO₂/Al₂O₃ elevada, da ordem de 2,58, o que demonstra que o componente mineral presente, provavelmente, não é caulinita, a qual apresenta razão SiO₂/Al₂O₃ teórica da ordem de 1,18. Este resultado mostra que existe a presença de outro argilomineral, além de quartzo livre em teor considerável⁽⁵⁾. A composição da cinza evidencia a presença de teor considerável de CaO, que é proveniente das madeiras utilizadas para produção desta matéria-prima. O teor de SiO₂ foi da ordem de 40%.

A partir da análise mineralógica por DRX foi possível identificar as espécies minerais presentes, tanto no filito quanto na cinza, como evidencia a Figura 1.

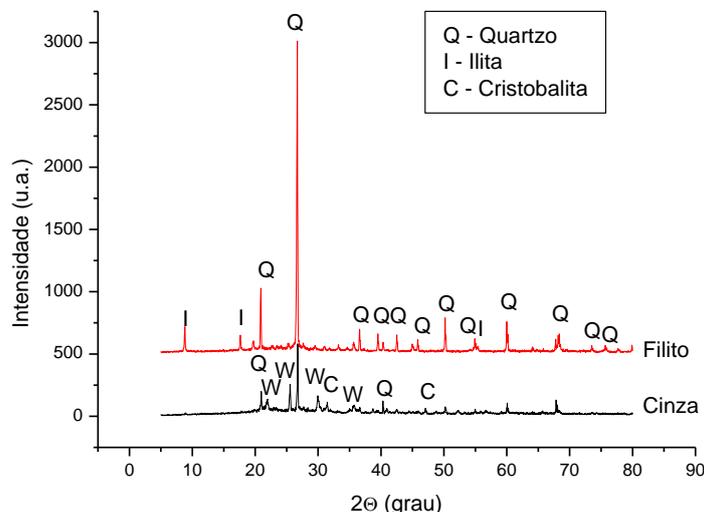


Figura 1: Difratograma de raios-X do filito e da cinza. Q – Quartzo, I – Ilita; C – cristobalita; W – Wollastonita.

O filito é composto basicamente de quartzo (SiO₂) e ilita (KH₃O)(Al,Mg,Fe)₂(Si,Al)₄10[(OH)₂(H₂O)]). O quartzo identificado está, provavelmente, associado à ilita e ao quartzo livre presente nos componentes minerais dos solos amazônicos. Este resultado corrobora o resultado anterior, da composição química, que indicou que o argilomineral presente no filito não era a caulinita e sim a ilita. A cinza é composta por quartzo, cristobalita (SiO₂) e wollastonita (CaSiO₃). A presença de cristobalita se justifica pelo fato da cinza ser produzida pela pirólise em elevada temperatura, que transforma parte do quartzo em

uma forma de SiO_2 de mais elevada temperatura. A wollastonita se forma devido à presença de Ca em diversos tipos de madeira, que reage com a SiO_2 formando silicato de cálcio. Novamente, confirma-se o resultado da análise química neste caso da cinza, que mostrou um teor elevado de Ca, da ordem de 24%. Os componentes identificados se encaixam bem como insumos apropriados para produção de geopolímeros.

A Figura 2 evidencia os resultados da espectroscopia na região do infravermelho, com transformada de Fourier (FTIR) do filito e da cinza volante.

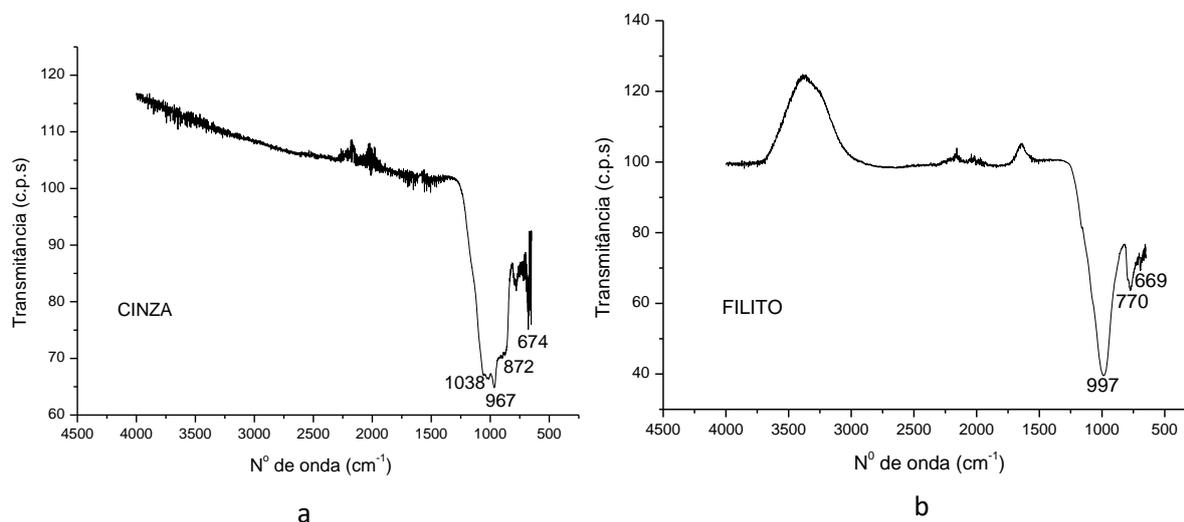


Figura 2: Espectros de FTIR das matérias-primas geopoliméricas. a) Cinza; b) Filito.

A análise do FTIR mostrou que o filito apresentou o estiramento Si-O-Si relativo à presença de quartzo, em torno de 960 a 1000 cm^{-1} e estiramento Si-O-Al em 790 e 690 cm^{-1} . Na cinza aparece o estiramento em 670 cm^{-1} mais intenso; no filito ocorre a mesma banda, porém bem menos intensa. Como o filito e a cinza foram calcinados, não aparecem bandas referente à OH^- . Infelizmente, a banda relativa aos estiramentos da ligação Ca-O não foi possível de ser visualizada, pois ocorrem na faixa de 420 cm^{-1} (6), fora da faixa de varredura do equipamento, que se iniciou em 600 cm^{-1} .

CONCLUSÕES

A caracterização do filito e da cinza mostrou um alto potencial destes insumos, para emprego na produção de pastas geopoliméricas. Isto significa que se encaixam em materiais de baixo custo com alto potencial de uso. A composição química das matérias-primas mostrou teores típicos de Al_2O_3 e SiO_2 , necessários à formação da estrutura geopolimérica, após ativação alcalina. Tanto a cinza quanto o filito possuem um elevado teor de quartzo; a wollastonita presente na cinza é compatível como teor de CaO determinado pela análise química. A illita é o argilomineral presente no filito, devido à elevada razão $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Os espectros de FTIR mostraram a presença de estiramentos relativos às ligações Si-O-Si e Si-O-Al, compatíveis com os componentes determinados pela análise químico-mineralógica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq/ PIBIC-AF pela concessão da bolsa de iniciação científica (L.S. Freitas).

REFERÊNCIAS

1. **Artigos de periódicos:** SANTOS, P. S.; Ciência e tecnologia de argilas. Aplicações. 2.a edição revisada e ampliada; Editora – Edgard Blücher LTDA: São Paulo, 1992
2. **Artigos de periódicos:** MOTTA, J. F. M.; CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L. C.; Panorama das Matérias Primas Utilizadas na Indústria de Revestimentos Cerâmicos: Desafios ao Setor Produtivo; Cerâmica Industrial 1998, 3, n. 24 – 2º Trimestre de 2012 4-6.
3. **Artigos de periódicos:** MOTTA, J. F. M.; CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L. C.; Panorama das Matérias Primas Utilizadas na Indústria de Revestimentos Cerâmicos: Desafios ao Setor Produtivo; Cerâmica Industrial 1998, 3, n. 24 – 2º Trimestre de 2012 4-6.
4. **Artigos de periódicos** PARK, J.Y.; MIN; D.J.; SONG, H.S. FT-IR spectroscopic study on structure of CaO–SiO₂ and CaO–SiO₂–CaF₂ slags. ISIJ International, v. 42, n. 4, p. 344–351, 2002.
5. **Artigos apresentados em eventos:** VIEIRA, C.M.F.; NOGUEIRA NETO, H.S.; MONTEORO, S.N.; Efeito da fração granulométrica menor que 2µm no comportamento de queima de uma argila. Anais do 48º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Curitiba, 2004.
6. **Dissertações e teses:** ANTUNES, E. Obtenção de Geopolímero a partir de metacaulim ativado. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013., [S.L.], v. 39, n. 9, p.
7. **Dissertações e teses:** LUCENA, M. M. Efeito da introdução de resíduo de cinza de forno cerâmico em massa para cerâmica estrutural. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 85p, 2007
8. **Dissertações e teses:** MORETO, A.L.R.; Características química, mineralógica e tecnológica dos filitos da região de Itapeva- -SP empregados na indústria de cerâmica; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2006.

CHARACTERIZATION OF RAW MATERIALS USED FOR THE PRODUCTION OF GEOPOLYMERIC MASSES

ABSTRACT

The development of geopolymers, with characteristics and compositional properties, depends directly on the properties used, since these properties can generate a formation of crystalline composition characteristics, which can generate a formation of crystalline composition characteristics, which are properties of a composition as well as the material. The present work aimed the characterization of the raw materials used for the production of geopolymeric materials. A natural input, phyllite, and an industrial waste, fly ash, from pottery industry were characterized. The samples were characterized by X-ray fluorescence spectroscopy (XRF), infrared spectroscopy with Fourier transform (FTIR) and X-ray diffraction (XRD). The FTIR showed Si-O-Si stretching related to the presence of quartz in fly ash, around 960 to 1000 cm⁻¹ and 690 cm⁻¹, and the Si-O-Al stretching in 790 cm⁻¹ for phyllite. The quartz and wollastonite phases were predominant in fly ash, while phyllite presented mainly quartz and illite. The results indicate that the chemical compositions, as well as FTIR and XRD characteristics indicated that both raw materials are suitable for the synthesis of geopolymers.

Keywords: *Description; Chemical-mineralogical; Raw material; Geopolymers.*