

## REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALUMÍNIO NA PRODUÇÃO DE GEOPOLÍMEROS

Thelma Miranda de Almeida<sup>1</sup>  
Mirian Chieko Shinzato<sup>2</sup>  
Eduardo Franscisco Sousa Silva<sup>3</sup>  
Cecília Chaves Guedes e Silva<sup>4</sup>  
Mariano Castagnet<sup>5</sup>

### Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar os resíduos da indústria do alumínio (lama vermelha e óxidos/hidróxidos de alumínio) na confecção de geopolímeros. Esses materiais foram testados isoladamente e em mistura com metacaulinita e vidro vulcânico na produção de geopolímeros. Dados de resistência à compressão mostraram que a metacaulinita e misturas desse material com lama vermelha apresentaram elevada resistência após 7 e 28 dias de cura. Os geopolímeros preparados com óxidos/hidróxidos de alumínio não obtiveram bons resultados, devido as reações serem mais lentas e requererem maior tempo de cura.

**Palavras Chave:** reuso; lama vermelha; óxido de alumínio; meio ambiente.

### INTRODUÇÃO

A indústria do cimento vem crescendo e incentivando o uso de resíduos sólidos gerado em atividades industriais como materiais alternativos para sua produção. Nesse segmento a prática de se utilizar materiais pozolânicos (MONTANHEIRO *et al.*, 2011) também beneficia o meio ambiente, por diminuir a quantidade de matéria prima natural (argila e calcário) requerida e, conseqüentemente, minimizar a liberação de gases do efeito estufa (principalmente dióxido de carbono) para a atmosfera (CORDEIRO *et al.*, 2009).

Um outro setor que também tem se sobressaído nos últimos anos, por permitir o uso de uma gama maior de resíduos industriais é o de geopolímeros (PINTO, 2006). Diferentemente da produção de cimento Portland, são emitidos apenas cerca de 0,1 a 0,15 toneladas de CO<sub>2</sub> na confecção de uma tonelada de geopolímeros . uma redução de 90% na emissão deste gás para atmosfera e de 600 a 990 MJ de gasto energético (PINTO, 2006). Assim sendo, a produção de geopolímeros pode ser uma importante alternativa menos poluente para substituir o cimento Portland.

Para formar geopolímeros os materiais precursores (caulinita, metacaulinita, solos calcinados, cinzas volantes etc.) são condicionados em meio fortemente alcalino, para

<sup>1</sup>Aluna de Mestrado do Programa de Análise Ambiental Integrada. Universidade Federal de São Paulo – (UNIFESP – Campus Diadema), Rua São Nicolau, 210 – Diadema – SP, thelmamda@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. da UNIFESP – Campus Diadema. mirianshinzato@gmail.com

<sup>3</sup>Aluno de graduação em Engenharia Química da UNIFESP – Campus Diadema. eduardo\_silva93@hotmail.com.

<sup>4</sup>Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Av. Professor Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária – São Paulo – SP, cecilia.guedes@ipen.br

<sup>5</sup>Técnico do Laboratório do Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - IPEN. mcastag1@gmail.com.

promover reações que permitam a formação de ligações poliméricas em cadeia de Si-O-Al-O (DAVIDOVITS, 2015).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial uso dos resíduos da indústria do alumínio na confecção de geopolímeros.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os resíduos da indústria do alumínio usados nesse estudo foram a lama vermelha (LV) e óxidos/hidróxidos de alumínio (RA). O vidro vulcânico (VV) e metacaulinita (MK) também foram usados como precursores de geopolímeros. Todos os materiais foram analisados química (fluorescência de raios X) e mineralogicamente (difratometria de raios X - DRX) e, em seguida, testados na confecção de geopolímeros.

O preparo de geopolímeros se baseou no método proposto por Hardjito *et al.* (2004), no qual mistura-se uma solução alcalinizante (silicato de sódio e NaOH 12 mol L<sup>-1</sup> na proporção de 2,5:1), com as amostras de estudo (isoladamente e em misturas) até a formação de uma pasta homogênea, que foi transferida para frascos cilíndricos de PVC de 2' de diâmetro e 5 cm de altura. As amostras foram preparadas em triplicata e, permaneceram em período de cura de 7 e 28 dias à temperatura ambiente. Em seguida, foi determinada a resistência à compressão dos corpos de prova e feitas novas análises por DRX.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os geopolímeros preparados somente com RA apresentaram intensa reação de seus componentes com a solução ativadora, conseqüentemente os produtos não endureceram no período de cura de 7 e 28 dias. A amostra preparada com mistura de lama vermelha e vidro vulcânico, também não endureceu o suficiente para no período de 7 dias. De acordo com Nazari & Sanjayan (2015) aumentando a idade de cura de geopolímeros, a resistência à compressão aumenta também, talvez os geopolímeros formados com adição de vidro vulcânico e também com óxido e hidróxido de alumínio precise de um tempo maior de cura para análise de sua resistência.

Aos 7 e 28 dias de cura as misturas de lama vermelha com metacaulinita produziram ótimos geopolímeros (respectivamente 9,55 e 16,30 Mpa) comparados aos valores de metacaulinita (respectivamente 12,39 e 9,44 Mpa). Para o cimento Portland, a especificação da NBR 5732/EB-1 (1991) exige aos 3 dias de cura resistência de 8 Mpa, aos 7 dias, e aos 28 dias, 25 Mpa para argamassas. Todos os dados de DRX revelaram que todas as amostras perderam cristalinidade, mesmo as amostras com RA, indicando a eficiência da solução alcalinizante no processo de geopolimerização.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados desse estudo revelaram que as reações que levam à geopolimerização são muito lentas, quando se emprega os resíduos de alumínio, necessitando de períodos mais longos de investigação.

Os geopolímeros com adição de lama vermelha a metacaulinita tiveram excelentes resultados de resistência à compressão.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5732 (EB-1): Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991. 5p.
- ANTUNES, M.L.P., CONCEIÇÃO F.T., NAVARRO G.R.B. Caracterização da Lama Vermelha Brasileira (Resíduo do Refino da Bauxita) e Avaliação de suas Propriedades para Futuras Aplicações. In: 3<sup>rd</sup> INTERNACIONAL WOKRSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2011, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: p.1-10.
- CORDEIRO, G.C.; TOLEDO FILHO, R.D.; FAIRBAIRN, E.M.R. Caracterização de cinza do bagaço de cana de açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Química Nova**, v.32, n.1, p.82-86, 2009.
- DAVIDOVITS, J. Polymers and Geopolymers. In: \_\_. **Geopolymer Chemistry and Applications**. 4<sup>th</sup>. ed. Institut Géopolimère, Saint-Quentin (France), 2015. cap.1, p.1-20.
- HARDJITO, D. et al. On the development of fly ash-based geopolymer concrete. **ACI Materials Journal**, p. 467-472, 2004.
- MONTANHEIRO, T.J. et al. Vidro vulcânico maciço: pozolana natural no Oeste Paulista. **Revista do Instituto de Geociências USP**, v.11, n.1, p.59-74, 2011.
- NAZARI, A., SANJAYAN, J.G. Synthesis of geopolymer from industrial wastes. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p.297-304, 2015.
- PINTO, A.T. **Introdução ao estudo dos geopolímeros. Geopolymer System**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 2006.