



Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

## DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS DA AMAZÔNIA

Kaline Dantas Silva<sup>1</sup> - Unifesspa  
Renata Lilian Ribeiro Portugal Fagury<sup>2</sup> - Unifesspa  
Márcio Paulo de Araújo Mafra<sup>3</sup> - Unifesspa  
Adriano Alves Rabelo<sup>4</sup> - Unifesspa  
Elias Fagury Neto<sup>5</sup> - Unifesspa

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Desenvolvimento de cerâmicas argilosas e refratárias com introdução de rejeito de mineração

### 1. INTRODUÇÃO

Geopolímero é um material relativamente novo quando comparado a um polímero orgânico e principalmente a um metal. Começou a ser mais amplamente discutido a partir de 1978 por J. Davidovits. O geopolímero é assim denominado porque sua cadeia, em vez de ser estruturada por carbono como em um polímero orgânico, é estruturada pelo silício, também tetravalente; e em conjunto com o oxigênio a estrutura é formada por tetraedros de  $\text{SiO}_4$  que é a unidade básica dos silicatos. Ou seja, geopolímero é um polímero de origem mineral [1,2,7].

Neste trabalho a fibra utilizada foi a malva e a pente de macaco. Elas são classificadas no grupo das fibras ligno-celulósicas [6].

As principais motivações deste trabalho estão no fato de que o geopolímero, apesar de bons resultados nos ensaios mecânicos, possui uma fratura frágil, característica da cerâmica, e esta característica pode ser melhorada com a adição de fibras. As fibras de malva e de pente de macaco são renováveis e abundantes na natureza e o processamento tem baixo consumo de energia durante a extração quando comparadas às fibras sintéticas.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais empregados foram, o filito da região de Marabá-PA, calcinado a 550 °C por 4h, e metacaulim, derivado do rejeito de caulim (Imerys S.A.) que foi calcinado com os mesmos parâmetros do filito; solução concentrada de 10 e 14 M de NaOH, fibra de pente de macaco *in natura*, mercerizada a 2,5% e 5% de NaOH e fibra da malva *in natura*. As formulações foram desenvolvidas paralelamente. As formulações com a adição de fibras foram feitas com o melhor resultado obtido no trabalho anteriormente [1].

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Bacharelado em Engenharia de Materiais, Unifesspa. E-mail: kalinecontrol@live.com.

<sup>2</sup> Doutora em Química. Professora Adjunta da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMMA/IGE/Unifesspa). Coordenadora do Programa de Monitoria: Miniaturização em aulas Experimentais de Química e tratamento de resíduos nas disciplinas de Química I e Introdução à Ciência do Ambiente. E-mail: renatafagury@unifesspa.edu.br

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia Mecânica pela UFPA. Professor Titular Adjunto da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMAT/IGE/Unifesspa). E-mail: mafra@unifesspa.edu.br.

<sup>4</sup> Professor Associado da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará e Diretor da Faculdade de Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). E-mail: adriano@unifesspa.edu.br.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia de Materiais. Professor Associado da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMAT/IGE/Unifesspa). E-mail: fagury@unifesspa.edu.br.

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

Os corpos-de-prova foram conformados em moldes cilíndricos com dimensões 2,5 x 5 cm (diâmetro x altura). Os moldes foram selados com filme fino de polietileno e em seguida submetidos a cura, em uma temperatura de aproximadamente de 60°C na estufa, por um período de 7 e 28 dias.

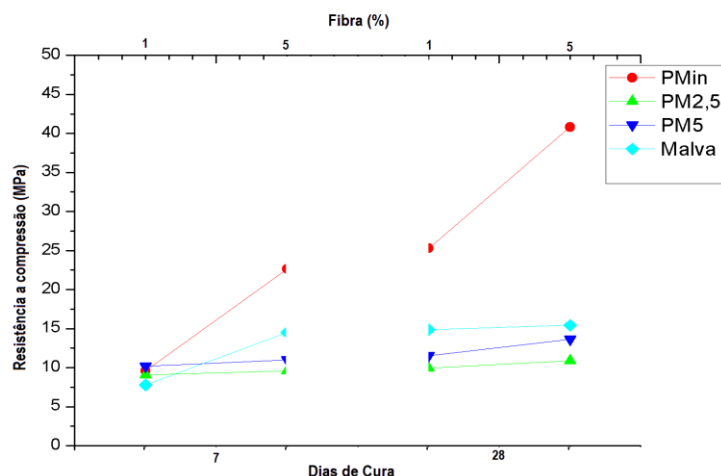
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Resistencia Mecânica

As FIG. 6 e 7 apresentam a resistência à compressão das formulações dos Geopolímero reforçados desenvolvidos neste trabalho, de 10M e 14 respectivamente. Foram avaliadas em função da adição de fibras, dias de cura, mercerização das fibras e molaridade da solução.

- **Formulações com ativador 10 Molar**

**Figura 6. Resistência a compressão do geopolímero reforçado de fibras de pente de macaco (PMin), pente de macaco 2,5% (PM2,5), pente de macaco 5% (PM5), e Malva.**



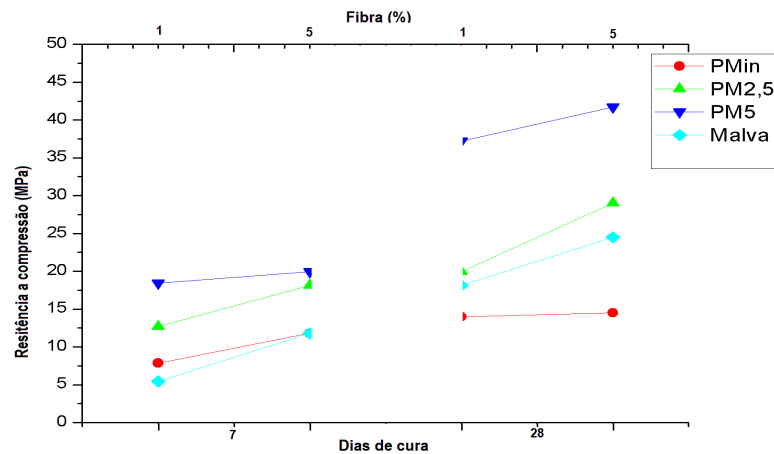
Houve um aumento na resistência à compressão conforme a aumento do tempo de cura e teor de fibras. As formulações feitas com PMin (FI, FII, FIII, FIV, FV) apresentaram elevada resistência mecânica, chegando a 40,82 MPa com 28 dias de cura da formulação com 5% de fibra de pente de macaco in natura (FIV). A formulação com malva não apresentou resultados muito satisfatórios com o ativador 10M.

- **Formulações com ativador 14 Molar**

**Figura 7. Resistência a compressão do geopolímero reforçado de fibras de pente de macaco (PMin), pente de macaco 2,5% (PM2,5), pente de macaco 5% (PM5), e Malva.**

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação



Observou-se um grande aumento na resistência conforme a aumento do tempo de cura e aumento do teor da fibra. Utilizando-se o ativador de 14M, novamente as formulações com adição de pente de macaco, mercerizadas com solução de NaOH 5% em volume, apresentaram melhores resultados. A formulação FVII, por exemplo, alcançou 41,72MPa. A formulação com fibra de malva apresentou valores intermediários de resistência, da ordem de pouco mais de 20 Mpa, para 28 dias de cura.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve um aumento na resistência conforme a aumento do tempo de cura, e o aumento em massa de fibras, para todas as formulações. As formulações feitas com PMin (FI, FII, FIII, FIV, FV) a 10M, apresentaram elevada resistência mecânica, chegando a 40,82 MPa com 28 dias de cura e 5% de fibra de pente de macaco *in natura* (FIV). Contudo, os melhores resultados foram observados para as formulações preparadas com ativador 14M, com incremento de resistência de aproximadamente 2%, para a maioria das formulações, quando comparada às formulações com ativador 10M. A solução de concentração mais baixa favoreceu a formulação com fibra de pente de macaco *in natura* (PMin). Com o aumento de concentração da solução de ativador ocorreu o inverso, favoreceu-se a formulação com fibra de pente de macaco mercerizada a 5% (PM5). As formulações com adição de fibra de malva apresentaram resultados inferiores comparados às formulações com pente de macaco.

### 4. REFERÊNCIAS

- [1] DANTAS SILVA, K.; **Desenvolvimento de geopolímero a partir de filito e caulim do Estado do Pará**, 50p. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Novembro/2014.
- [2] AZEREDO MELO L. G. **Síntese e caracterização de geopolímeros contendo filitos**. 2010. Disponível em: [http://www.ime.eb.br/arquivos/teses/se4/cm/Lis\\_Guimaraes\\_de\\_Azeredo\\_Melo.pdf](http://www.ime.eb.br/arquivos/teses/se4/cm/Lis_Guimaraes_de_Azeredo_Melo.pdf) [capturado 15 outubro, 2014]
- [3] BARBA, A., FELIU, C. et al., **Materiais primas para La fabricación de soportes de baldosas cerâmicas**, 1 ed. Castellón: Instituto de Tecnológico Cerâmica – AICE, 1997.
- [4] C. S. Bitencourt<sup>I</sup>; B. H. Teider<sup>II</sup>; J. B. Gallo<sup>II</sup>; V. C. Pandolfelli<sup>I</sup>. **A geopolimerização como técnica para a aplicação do resíduo de bauxita**. Cerâmica vol.58 no.345 São Paulo jan./mar.2012.



**Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015**

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

[5] DAVIDOVITS, Joseph. **Geopolymer Chemistry and Properties**. In: Geopolymer '88 – First European Conference on Soft Mineralogy. Compiègne, França. 1988a. V. 1, p. 25-48.

[6] K. Pimraksa, P. Chindaprasirt, A. Rungchet, K. Sagoe-Crentsil, T. Sato. **Lightweight geopolymer made of highly porous siliceous materials with various Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratios**. Materials Science and Engineering A 528 (2011) 6616– 6623.

[7] SANTA, R. A. Antunes Boca. **Desenvolvimento de geopolímeros a partir de cinzas pesadas oriundas da queima do carvão mineral e metacaulim sintetizado a partir de resíduo da indústria de papel**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/99314/305251.pdf?sequence=1> [capturado 20 outubro, 2014]

[8] VALERA, T.S., RIBEIRO, A.P. VALENZUELA-DÍAZ, F.R., *et.al.* **The effect of phyllite as a filler for PVC plastisols**. In: Annual Technical Conference. Society of Plastics Engineers. 2002. V. 60, no 3, p. 3949–3953.