

## AVALIAÇÃO DE GEOPOLÍMEROS COMO REVESTIMENTO ANTICORROSIVO

**Mário Lucas Santana Silva**

Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais  
mariolucas@ymail.com

**André de Araújo Abílio**

Graduando em Engenharia de Materiais  
andre.a.abilio@gmail.com

**Felipe Rocha Machado**

Graduando em Engenharia Mecânica  
Felipe\_rocha91@hotmail.com

**Angelus Giuseppe Pereira da Silva**

Doutor em Ciências Técnicas  
angelusdasilva@gmail.com

**Dylmar Penteado Dias**

Doutor em Ciência dos Materiais  
dylmar@uenf.br

**RESUMO**

A corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. Com as constantes pesquisas efetivadas na inovação de materiais para uso industrial, um novo material mostrou num primeiro momento um grande potencial para aplicações anticorrosivas e como sendo uma alternativa viável ao uso do cimento Portland. Denominado geopolímero, sua estrutura baseada em álcali-ativadores e compostos silicosos de elevada reatividade desperta o interesse de análise e de efetivação de novos estudos para uma determinação mais precisa de suas propriedades.

Palavras chave: Geopolímero, Ativadores Alcalinos, Revestimento.

**ABSTRACT**

Corrosion is the deterioration of materials by chemical or electrochemical means of action, which may or may not be associated with mechanical stress. With the constant performed researches on innovative materials for industrial use, a new material showed at first a great potential for anticorrosive applications and as being a viable alternative to the use of portland cement. Called as geopolymer, its structure based on alkali-activators and silicate compounds which have high reactivity stimulates an interest of analysis and of execution of new studies for a more precise determination of their properties.

Keywords: Geopolymer, Alkaline Activators, Coating

## INTRODUÇÃO

A corrosão é o principal mecanismo de degradação de materiais metálicos que compõem os elementos estruturais de grandes obras, tais como barragens, rodovias, pontes, poços para extração de petróleo, entre outras. A corrosão é um processo espontâneo; está constantemente transformando os materiais metálicos de modo que a durabilidade e desempenho dos mesmos deixam de satisfazer os fins a que se destinam. Durante todo processo, esse fenômeno assume uma importância transcendental na vida moderna, que não pode prescindir dos metais e suas ligas (GENTIL, 1996).

Com relação à proteção contra a corrosão, os revestimentos, cerâmicos ou não, e neste caso, o geopolimérico, ajudam a conservar as peças que revestem, aumentando a durabilidade da construção. Aplicados sobre os argamassados assumem a função de protegê-lo contra esfarelamento e ação da umidade, reduzindo a absorção de água e inibindo o desenvolvimento de fungos e bolores. Aplicados sobre a madeira, reduz a absorção de água e protege contra ação das intempéries, da água e do fogo. Aplicados sobre a alvenaria aparente, reduz a absorção de água e, por fim, aplicados sobre metais ferrosos, inibe a corrosão (SILVA, 2009).

E entre tantos materiais, estudados para ser usado como revestimento anticorrosivo, há o geopolímero, um material que apresenta características de dureza, durabilidade e estabilidade térmica, entre outras, juntamente com características poliméricas. A diferença entre os polímeros minerais e os orgânicos está na ausência da cadeia de carbono – neste caso, estes polímeros minerais podem recorrer à química de polimerização utilizando silicoaluminatos de sódio ou potássio. A operação de cristalização do material geopolimérico é evitada para que se possa obter, a partir deste ponto, não somente uma resina como também um ligante e um cimento (DAVIDOVITS, 1993).

Este trabalho tem por objetivo, demonstrar a qualidade do revestimento geopolimérico como revestimento anticorrosivo, demonstrando algumas das vertentes necessárias para este tipo de aplicação.

## METODOLOGIA

Como substrato metálico, foram utilizadas placas de aço A36, lixadas e limpas em acetona e álcool, para retirada de produtos de oxidação. Para o revestimento anticorrosivo, utilizou-se geopolímeros formados a partir de diferentes ativadores alcalinos ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ), sendo formulado para os diferentes ensaios estudados.

As formulações dos geopolímeros foram feitas a partir de tabela de composição utilizada por SILVA (2011) e reformuladas para este trabalho.

Foram efetuados ensaios de corrosão acelerada e dobramento (flexão), de modo a se determinar as características físicas e mecânicas do material.

Dois tipos de corpos de prova foram preparados para efetivação dos ensaios. O primeiro consistia em formato prismático de  $58,00 \times 13,00 \times 9,00 \text{ mm}^3$ . Para a elaboração desses corpos de prova utilizou-se moldes de acrílico previamente lubrificados com óleo. Após prontos, os corpos de prova foram preparados para o ensaio de absorção de água. Para o segundo tipo, despejou uma camada de geopolímero sobre o substrato metálico, de forma que cobrisse toda a superfície metálica.

A análise da interferência dos tempos de cura na geopolimerização do material, foi de 7, 14 e 28 dias após o preparo.

O procedimento seguido para o ensaio de corrosão em câmara de névoa salina está de acordo com a Norma ISO 7253 (1996) para testes de tintas. Para este ensaio foi analisado o substrato após a análise, com e sem o revestimento geopolimérico.

Os ensaios de dobramento foram feitos segundo a norma ASTM E855. Os corpos de prova de dimensões prismáticas foram analisados em uma máquina de ensaios universal Instron 5582. O ensaio foi feito em dois apoios distados de 50,00 mm, com uma taxa de aplicação de carga de 0,1 mm/ min. Foram ensaiados corpos de prova para cada formulação e em cada dia de cura analisado.

As cargas máximas suportadas no ensaio foram utilizadas na equação (1) para a obtenção dos valores das tensões de flexão suportadas pelo material:

$$\sigma = \frac{3 \cdot Q \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^3} \left[ \frac{N \cdot mm}{mm \cdot mm^3} = \frac{N}{m^2} \cdot 10^6 = MPa \right] \quad (1)$$

Onde 'Q' representa a carga máxima suportada (obtida em newtons); 'l' representa a distância entre os apoios (o valor foi fixo para todos os ensaios:  $l = 50$  mm); 'b' é o comprimento da base (mm), e 'h' representa a altura (mm), onde  $b < h$ .

As análises visuais foram feitas ao longo dos ensaios, de modo que obtivessem avaliações instantâneas dos corpos de prova e seus comportamentos ao longo do ensaio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ensaios de corrosão acelerada, a eficiência do revestimento em proteger o substrato foi examinada observando-se os danos causados nas proximidades das bordas da camada de revestimento e das proximidades de fissuras. As Figuras 1a e 1b, exibem imagens das amostras do revestimento de geopolímero para uma das composições depois de submetidas ao ensaio de corrosão em câmara de névoa salina.

Observa-se que há sinais de corrosão nas bordas da placa, mesmo na região abaixo da camada de revestimento. Na região do risco, há apenas um pequeno ponto de corrosão, pois uma fina camada de geopolímero se formou e protegeu o metal. Percebe-se que a corrosão restringiu-se a esse ponto, não avançando na interface revestimento-substrato. Outros pontos isolados de corrosão são observados, devido a sua cor característica. Eles podem ter ocorrido pela penetração do meio corrosivo em fissuras existentes no revestimento.



(a)



(b)

**Figura 1: Amostra revestida com geopolímero após exposição a meio corrosivo, com visão do risco (a); visão da placa depois da remoção do revestimento (b).**

De acordo com os ensaios de dobramento, a capacidade de flexão do material elaborado com silicato comercial manteve valores muito próximos ao longo de todos os dias de cura analisados, com valores entre 5,50 e 6,30 MPa, sem grandes variações. Quanto à resposta fornecida pelo silicato P.A., os valores de tensão suportados se mantiveram em torno de 5,8 MPa nas análises efetuadas com 7 e 14 dias, enquanto que o ensaio efetuado no vigésimo oitavo dia mostrou um leve acréscimo de resistência atingindo um valor médio de 7,92 MPa, como se observa na Figura 3.

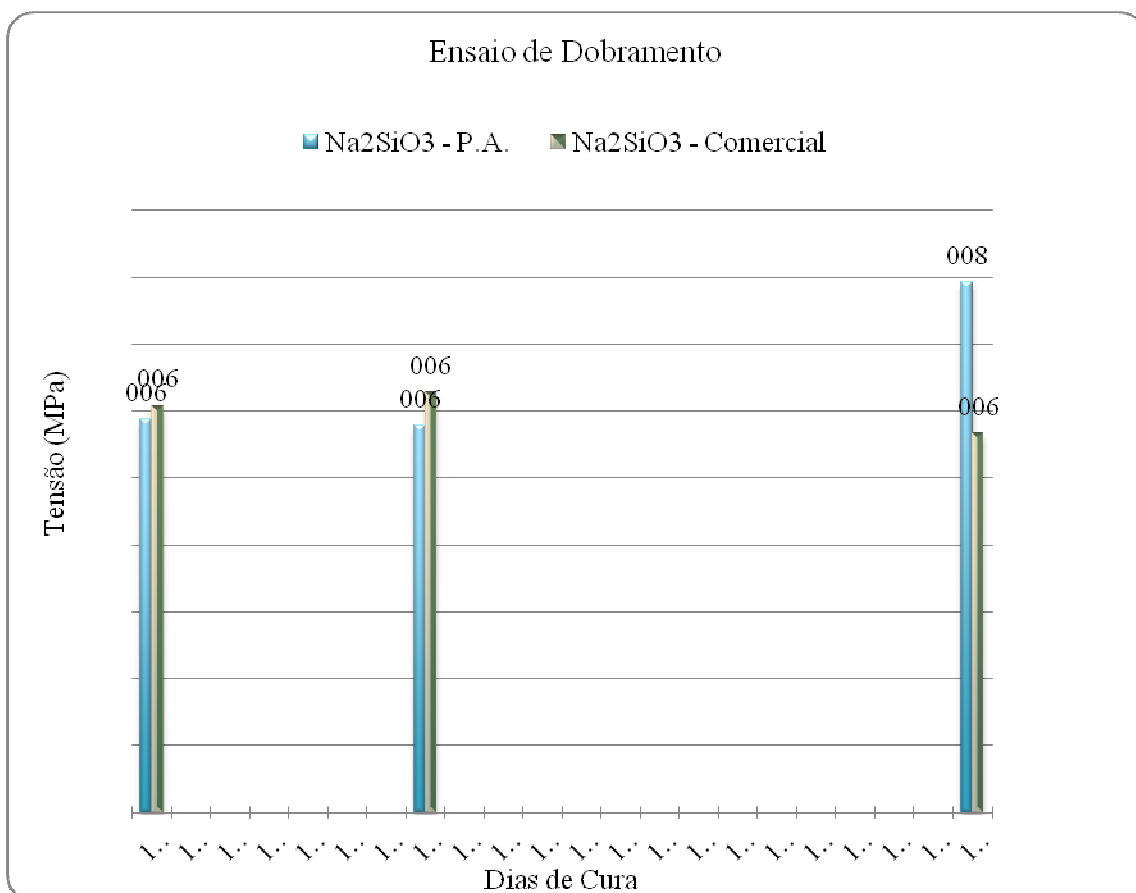


Figura 3: Distribuição esquemática das tensões de flexão médias nos diferentes dias de cura analisados.

Os resultados encontrados nesta pesquisa, corroboram com o trabalho de Silva (2011), onde o material apresentado variou com relação à porcentagens de carga mineral. Este trabalho, demonstrou a qualidade do tipo de ativador alcalino, no caso, silicato de sódio PA e comercial, para uma melhor trabalhabilidade do revestimento ao longo do tempo de cura e aplicação.

## CONCLUSÃO

Os ensaios realizados tiveram como função revelar um pouco mais sobre o geopolímero, um material relativamente novo, pouco estudado e que não possui técnicas próprias para efetuação de seus ensaios.

Desta forma, foi-se observado a qualidade do material pela sua aplicação, seu rendimento e a resistência específica de acordo com os ensaios testados.

No âmbito geral, o material demonstrou que pode ser utilizado em diversas aplicações, necessitando maiores pesquisas acerca do material, onde irá demonstrar seu potencial e os locais onde pode ser aplicado e/ou utilizado.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. American Society for Testing and Materials. ASTM E855: Standard Test Methods for Bend Testing of Metallic Flat Materials for Spring Applications Involving Static Loading. (2013).
2. DAVIDOVITS, J. From Ancient Concrete to Geopolymers, Adapted from Arts et Métiers Magazine N° 180, p. 8-16. 1993.
3. DAVIDOVITS, J. Geopolymer: Chemistry & Applications. 2ª Edição. França: Institut Géopolymère, junho de 2008. 584 páginas.
4. GENTIL, V. Corrosão. 3 ed. Rio de Janeiro. LTC. 1996.
5. ISO 7253, Paints and varnishes. Determination of resistance to neutral salt spray (fog), ISO, Geneve (1996).
6. MAURI, J. Estudo da degradação de argamassa geopolimérica por sulfato de cálcio, de sódio e de magnésio. Dissertação (Mestrado) – LECIV/ UENF. 131p. 2008.
7. PEREIRA, D. S. T.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, F. J.; THAUMATURGO, C. Análise Microestrutural de Concreto Geopolimérico: Uma visão Comparativa, Inter American Conference on Non-Conventional Materials and Technologies in Ecological and Sustainable Construction. IAC-NOCMAT 2005, Rio de Janeiro, Brazil. November 11 – 15th 2005. ISBN: 85-98073-06-7.
8. SILVA, F. J.; DIAS, D.P.; BARBOSA, V.F.F.; THAUMATURGO, C. High-Performance Mineral Polymeric Binder for Civil Applications. II International Conference on High-Performance Concrete, and Performance and Quality of Concrete Structures, Gramado, 1999.
9. SILVA, M. L. S. Tintas e Pinturas: um estudo sobre as tintas-plásticas. Monografia de especialização. UFLA. Lavras. 35 p. 2009.
10. SILVA, M. L. S. Ca,Na,K-PSS como Revestimento Anticorrosivo em Aço. 2011. f. 57-59. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes.