cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Caracterização nanomecânica de cimento geopolimérico composto com resíduo de polimento de porcelanato submetido a ataque químico de sulfato de magnésio

Thamires Ohana Coelho Lima Liotto[1];
Fernando Pelisser[2]; Dachamir Hotza[3]
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)[1,2,3].

Introdução

A crescente preocupação com os impactos ambientais da produção de cimento Portland tem impulsionado o desenvolvimento de ligantes alternativos, como os geopolímeros, obtidos pela ativação alcalina de precursores aluminossilicatados (DAVIDOVITS, 1991). Nesse contexto, a incorporação do resíduo de polimento de porcelanato (RPP) representa uma alternativa para reduzir o consumo de matérias-primas e modificar as propriedades dessas matrizes. Entretanto, os efeitos dessa substituição sobre a estabilidade microestrutural e a durabilidade em ambientes agressivos permanecem relevantes para investigação. Particularmente, a exposição ao sulfato de magnésio ($MgSO_4$) pode desencadear alterações químicas e microestruturais, influenciando o comportamento mecânico e a durabilidade dos materiais geopoliméricos.

Objetivos

Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da substituição parcial do metacaulim por RPP sobre o desempenho mecânico de matrizes geopoliméricas expostas ao sulfato de magnésio ($MgSO_4$). Busca-se investigar a influência dos teores de substituição de 0%, 10%, 15% e 20% na resistência à compressão axial e nas propriedades micromecânicas, determinadas por indentação instrumentada, incluindo módulo de elasticidade e dureza. Adicionalmente, pretende-se avaliar as alterações dessas propriedades após a exposição ao $MgSO_4$, estabelecendo relações entre o teor de RPP, a resistência mecânica e o comportamento micromecânico das matrizes geopoliméricas.

Metodologia

Foram produzidas pastas geopoliméricas (1:1,17) com substituição parcial do metacaulim (46%) por resíduo de polimento de porcelanato (RPP), nos teores de 0%, 10%, 15% e 20% utilizando solução ativadora composta por silicato (47%) e hidróxido de sódio (7%). Após 28 dias de cura ambiente, os corpos de prova foram submetidos à exposição ao sulfato de magnésio ($MgSO_4$), em solução de 50 g/L, durante 30 e 90 dias, com renovação quinzenal. O desempenho mecânico foi avaliado por ensaios de resistência à compressão axial e indentação instrumentada, utilizando cargas de 5 e 15 mN, para determinação da dureza e do módulo de elasticidade das matrizes.

Resultados e Discussão

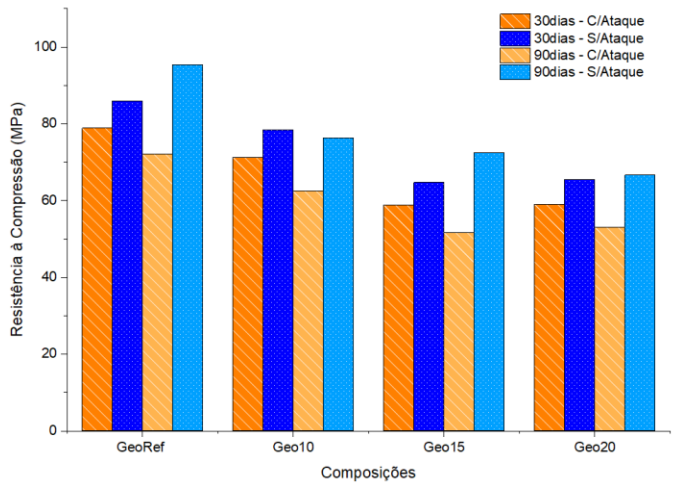


Figura 1. Resistência à Compressão

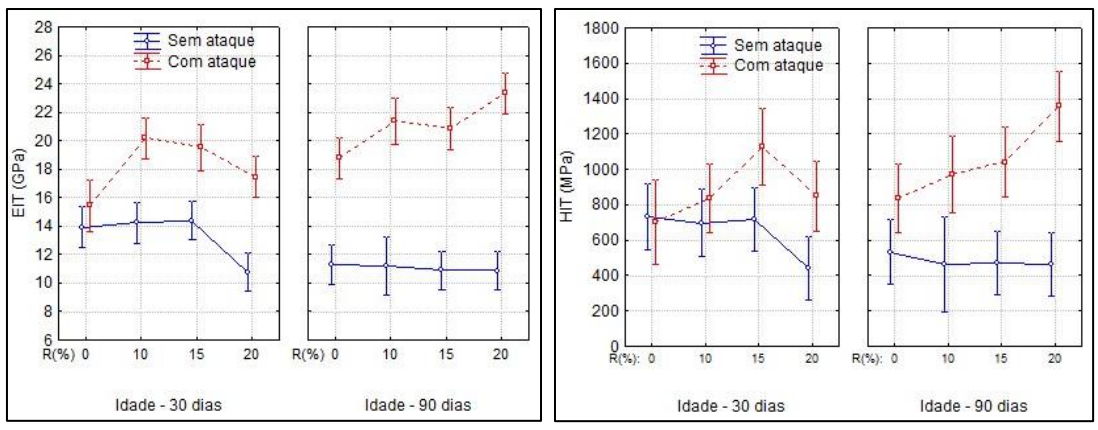


Figura 2. Módulo de Elasticidade e Dureza.

A incorporação de RPP reduziu a resistência à compressão das matrizes geopoliméricas, com perdas adicionais após exposição ao $MgSO_4$. Aos 90 dias, a Geo20 apresentou resistência de 53,1 MPa, frente a 66,6 MPa sem ataque. Entretanto, a indentação instrumentada revelou comportamento distinto, com aumento dos valores de dureza e módulo de elasticidade nas matrizes expostas. A Geo20 alcançou 1036,0 MPa de dureza e 21,1 GPa de módulo de elasticidade, representando incrementos de 126,3% e 99,1%, respectivamente, em relação às amostras sem ataque. Esses resultados evidenciam respostas mecânicas distintas nas escalas global e localizada.

Conclusões

A substituição parcial do metacaulim por RPP influenciou o desempenho mecânico das matrizes geopoliméricas, reduzindo a resistência à compressão. Porém foi possível observar um aumento nos valores médios de dureza e módulo de elasticidade determinados por indentação instrumentada, destacando-se a composição Geo20 após 90 dias de ataque. Esse comportamento evidência que o aumento da rigidez e da dureza locais não implica necessariamente melhoria da resistência mecânica global. Conclui-se que a avaliação conjunta das propriedades mecânicas em diferentes escalas é fundamental para compreender o desempenho das matrizes geopoliméricas submetidas à exposição química.

Referências e Agradecimentos

DAVIDOVITS, J. Geopolymers: inorganic polymeric new materials. **Journal of Thermal Analysis**, v. 37, p. 1633–1656, 1991.
PELISSER, F.; GUERRINO, E.; MENGER, M.; MICHEL, M.; LABRINCHA, J. Micromechanical characterization of metakaolin-based geopolymers. **Construction and Building Materials**, v. 49, p. 547-553, 2013.
RAMOS, G.; PELISSER, F.; GLEIZE, P.; BERNARDIN. A.; MICHEL, M. Effect of porcelain tile polishing residue on geopolymer cement. **Journal of Cleaner Production**, v. 191, p. 297-303, 2018.
Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, repassados ao PPGEC da UFSC.