

Avanço na avaliação de cimento e materiais cimentícios suplementares (SCMs) com ASTM C1952: Uma nova referência para o ensaio de resistividade em massa utilizando o Proceq Resipod

Overview

Os materiais cimentícios suplementares e os sistemas de ligantes emergentes continuam a ser desenvolvidos e implementados à medida que a indústria da construção incorpora materiais destinados a reduzir a pegada de carbono do betão. A resistência continua sendo um parâmetro essencial para avaliar esses materiais; no entanto, a resistência por si só não caracteriza a reatividade, o desenvolvimento da estrutura dos poros ou a resistência à entrada de fluidos.

Em junho de 2025, a ASTM publicou o ASTM C1952 - Standard Test Method for Determination of Bulk Resistivity Index of Mortar Cubes Using Bulk Electrical Resistivity Measurements.¹ O método de teste fornece um procedimento padronizado para medir a resistividade eléctrica a granel de cubos de argamassa de 2 polegadas (50 mm) condicionados em água saturada de cal e para calcular um Índice de Resistividade a Granel em relação a um controlo de cimento portland. Esta abordagem permite uma avaliação do refinamento microestrutural utilizando os mesmos cubos de argamassa testados para o Índice de Atividade de Resistência (SAI).²

[Durability Engineers \(DE\)](#) implementou a norma ASTM C1952 em programas de investigação em curso centrados na avaliação de uma gama de materiais cimentícios suplementares. A resistividade a granel foi medida utilizando o [Proceq Resipod](#) antes do ensaio de resistência à compressão, permitindo uma comparação direta entre a reatividade, o desenvolvimento da resistência e as alterações na estrutura dos poros.



Laboratory setup of Proceq Resipod during bulk resistivity measurement of mortar cubes.

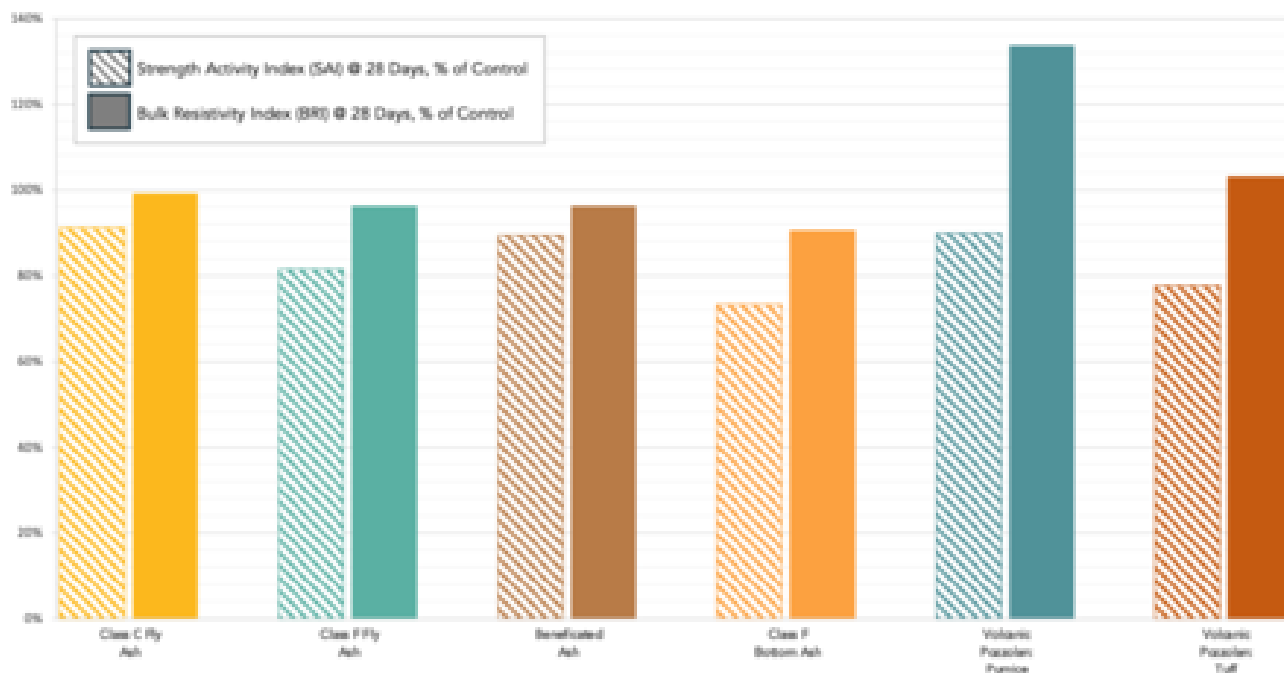
Antecedentes: Limitações dos ensaios de resistência e o papel da resistividade em massa

A avaliação tradicional dos materiais cimentícios suplementares baseia-se no Índice de Atividade de Resistência (SAI) definido nas normas ASTM C618³ e ASTM C989⁴. Embora o SAI forneça uma medida de resistência relativa, ele não quantifica a influência do material no volume dos poros, na conectividade dos poros ou na química da solução dos poros.

A investigação resumida na literatura e em documentos técnicos refere que a resistividade eléctrica está correlacionada com a resistência ao transporte de iões e fluidos em materiais cimentícios. A norma ASTM C1952 padroniza a medição da resistividade global em cubos de argamassa e define o Índice de Resistividade Global (IRG) como a relação entre a resistividade de uma argamassa SCM e uma mistura de controlo. Estudos referenciados em Hooton (2025)⁵ e Obla (2024)⁶ demonstram que as SCMs reactivas produzem consistentemente valores de BRI mais elevados do que as cargas inertes, mesmo quando as diferenças de resistência são modestas.

Metodologia: Integração na avaliação de SCM

Para a investigação da DE, foram preparados cubos de argamassa utilizando as proporções de mistura e os procedimentos definidos nas normas ASTM C109⁷ e ASTM C1952. As SCMs foram avaliadas em níveis de substituição padronizados (20 por cento para SCMs). Cada cubo foi condicionado em água saturada de calcário, testado quanto à resistividade a granel utilizando o Proceq Resipod e, em seguida, imediatamente testado quanto à resistência à compressão. Os resultados combinados fornecem uma compreensão mais completa do desempenho do material do que apenas a resistência.



Laboratory correlation between Strength Activity Index (SAI) and Bulk Resistivity Index (BRI) for tested SCMs.

Avanço da investigação sobre o desenvolvimento e a durabilidade dos materiais

A norma ASTM C1952 apoia a avaliação baseada no desempenho dos SCMs, incorporando parâmetros microestruturais nos fluxos de trabalho de seleção tradicionais. O DE alargou esta abordagem aos espécimes de betão através de medições complementares da massa (ASTM 1876) e da resistividade da superfície (AASHTO T358-15), todas elas possíveis com o sistema Proceq Resipod. Os dados combinados ilustram como os SCMs influenciam o desenvolvimento da microestrutura e a durabilidade potencial em ambientes de serviço.

Os ensaios de resistividade a granel com dispositivos como o Proceq Resipod demonstraram uma baixa variabilidade, com coeficientes de variação próximos de 3 por cento aos 7 e 28 dias em condições normalizadas (conforme indicado na secção de precisão da norma C1952).

Referências

- [1] ASTM International. ASTM C1952-25, Standard Test Method for Determination of Bulk Resistivity Index of Mortar Cubes Using Bulk Electrical Resistivity Measurements (Método de Teste Padrão para Determinação do Índice de Resistividade de Massa de Cubos de Argamassa Utilizando Medições de Resistividade Eléctrica de Massa). West Conshohocken, PA, 2025.
- [2] ASTM International. ASTM C311/C311M, Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete (Métodos de ensaio normalizados para amostragem e ensaio de cinzas volantes ou pozolanas naturais para utilização em betão de cimento portland). West Conshohocken, PA.
- [3] ASTM International. ASTM C618, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete [Especificação normalizada para cinzas volantes de carvão e pozolanas naturais em bruto ou calcinadas para utilização em betão]. West Conshohocken, PA.
- [4] ASTM International. ASTM C989/C989M, Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars (Especificação normalizada para cimento de escória para utilização em betão e argamassas). West Conshohocken, PA.

[5] Hooton, R.D. Use of a Bulk Resistivity Index to Evaluate the Permeability Performance of Blended Cements and Supplementary Cementitious Materials. Proceedings of the First McCarter International Symposium on Advances in Concrete Testing and Monitoring, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK, 2025.

[6] Obla, K.H. A Limited Performance Evaluation of Natural Pozzolans Using the Bulk Resistivity Test. National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), Alexandria, VA, 2024.

[7] ASTM International. ASTM C109/C109M, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 50-mm [2-in.] Cube Specimens). West Conshohocken, PA.



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.