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

Potencial da Ressonância por Impacto na Estimativa do Módulo Elástico de Geopolímeros Alcalino-Ativados

Antônio A. M. Moreira[1]; Lucas F. A. L. Babadopulos[2];
Mauro J. Silva Filho[3]; Ana I. Sousa[4]

Introdução

8% Cimento Portland
Emissões Globais de CO_2
Parcela de Emissões Antropogênicas Globais.



Concretos álcali-ativados (CAA)

- Alternativa aos ligantes convencionais, com potencial de reduzir o consumo de clínquer.
- Podem **incorporar resíduos industriais**, como cinza volante (FA) e escória de aciaria (BSSF).

A caracterização mecânica dos CAA requer métodos confiáveis para avaliar seu comportamento dinâmico. O **módulo complexo**, obtido sob carregamento cíclico, representa a resposta viscoelástica do material. Já a **ressonância por impacto** permite estimar o módulo de elasticidade dinâmico a partir das frequências naturais de vibração. Este trabalho investiga sua aplicação em CAA, comparando os resultados com os obtidos em UTM.

Objetivos

Avaliar o potencial da ressonância por impacto na estimativa do módulo dinâmico de CAA, ao comparar com os resultados obtidos em UTM.

Metodologia

- Composição do CAA



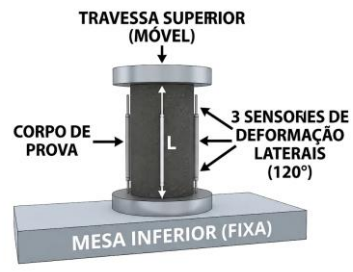
BSSF	CV	Na_2SO_3	NaOH	Areia	Brita
Subproduto do processo siderúrgico	Resíduo da combustão do carvão mineral	Solução 48% de Pureza	10 mol/L		

- Métodos de caracterização



A. Ressonância por impacto

1. **Impacto:** excitação mecânica do corpo de prova.
2. **Vibração:** captação da resposta livre.
3. **Resultado:** frequência natural → módulo dinâmico.



B. Ensaio compressão no UTM

1. **Carregamento:** aplicação cíclica quase-estática a 10 Hz.
2. **Medição:** resposta mecânica do corpo de prova.
3. **Resultado:** determinação do módulo complexo.

Resultados e Discussão

Observou-se forte associação linear entre os módulos obtidos pelos dois métodos. A ressonância por impacto apresentou valores sistematicamente superiores aos da UTM, distinguindo as respostas mecânicas. Embora os resultados sugiram potencial de correlação entre as técnicas, a diferença observada não permite considerá-las equivalentes. O número reduzido de corpos de prova também recomenda cautela na interpretação.

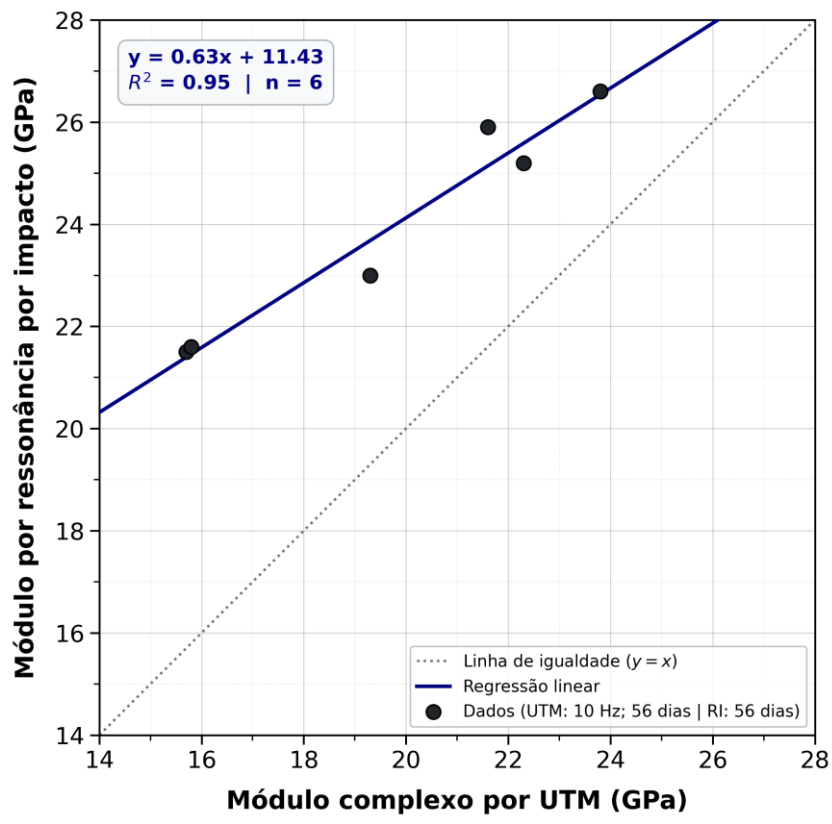


Figura 1. Correlação linear entre o módulo ressonante e o módulo complexo com indicação do coeficiente de correlação e da equação da linha de tendência.

Conclusões

A ressonância por impacto é uma alternativa não destrutiva viável para estimar o módulo dinâmico de concretos álcali-ativados, apresentando forte correlação com os resultados da UTM, mas **exigindo calibração e estudos adicionais para corrigir diferenças sistemáticas entre os métodos**

Agradecimentos

Os autores agradecem a **Abcael Melo** e **Madson de Souza** pelo suporte.

Antônio Auto Moreira
autoantonio96@gmail.com
VÍNCULO LABORATORIAL
Laboratório REOM
CT Asfalto · UFC

ESCANEIE PARA E-MAIL

Referências

MELO, A. R. S. **Evaluation of modulus of elasticity and fatigue behavior of alkali-activated concrete and portland cement concrete using different testing methods**. 2025. Dissertação (Mestrado) – UFC, Fortaleza, 2025. PARATHI, S.; NAGARAJAN, P.; PALLIKKARA, S. A. Ecofriendly geopolymer concrete: a comprehensive review. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 23, p. 1701–1713, 2021. PENG, J. *et al.* Modeling of carbon dioxide measurement on cement plants. **Advanced Materials Research**, v. 610–613, p. 2120–2128, 2013. SOUZA, M. L. *et al.* Efflorescence analysis and its effect on the compressive strength of an alkali-activated binder rich in BSSF. In: CINPAR, 20., 2024, Fortaleza. **Proceedings** [...]. Fortaleza: CINPAR, 2024.