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

Uso da Escória de alto forno no cimento Portland: Avaliação das propriedades mecânicas e da redução das emissões de CO_2

Giaretta, V.G.[1]; Magro, I.C.[2]; Moreira, F.F. [2]; Angulski da Luz, C. [2]; Pereira Filho, J.I. [2]; Vitorio Junior, P.C. [2]

1. UTFPR-PB; 2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UTFPR-PB

Introdução

A produção de cimento Portland está associada a elevadas emissões de dióxido de carbono, contribuindo significativamente para as emissões globais de gases de efeito estufa [1]. O clínquer, principal componente do cimento, é produzido a partir da calcinação do calcário, processo responsável pela liberação de grandes quantidades de CO_2 [2]. Nesse contexto, a substituição parcial do clínquer por adições constitui uma das estratégias para redução das emissões associadas à produção de cimento [1]. Entre os materiais empregados como adições, destaca-se a escória de alto forno (EAF), obtida durante a produção de ferro-gusa [3]. Sua utilização como substituição parcial do cimento possibilita a redução da proporção de clínquer e, consequentemente, das emissões de CO_2, além de poder influenciar o desempenho mecânico dos materiais cimentícios [4].

Objetivo

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da substituição parcial do cimento Portland por escória de alto-forno nas resistências à tração na flexão e à compressão de argamassas, bem como quantificar o potencial de redução das emissões de CO_2 equivalente por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

Metodologia

A Figura 1 apresenta o fluxograma dos procedimentos metodológicos empregados no estudo.

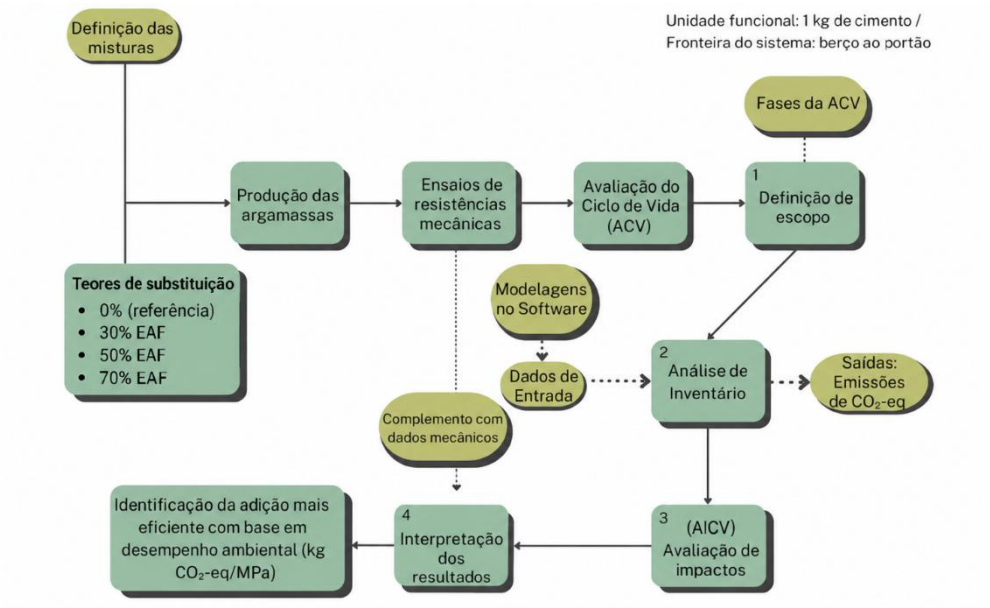


Figura 1. Fluxograma dos procedimentos metodológicos
Fonte: Autores (2026)

Resultados e Discussão

A substituição de 30% por EAF apresentou o melhor desempenho mecânico, com acréscimos de 19% na resistência à tração e 11% na compressão em relação à referência. Teores superiores resultaram em redução da resistência à compressão. O aumento do teor de EAF promoveu redução progressiva das emissões de CO_2-eq, atingindo aproximadamente 64% de redução para EAF 70%. A EAF 70% também apresentou os menores valores de CO_2-eq/MPa na tração e na compressão, indicando menor impacto ambiental por unidade de resistência. Os resultados podem ser vistos nas Figuras 2 a 5.

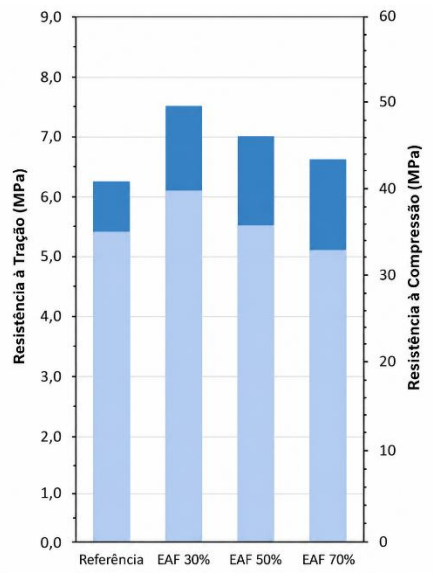


Figura 2. Desempenho Mecânico das Argamassas
Fonte: Autores (2026)

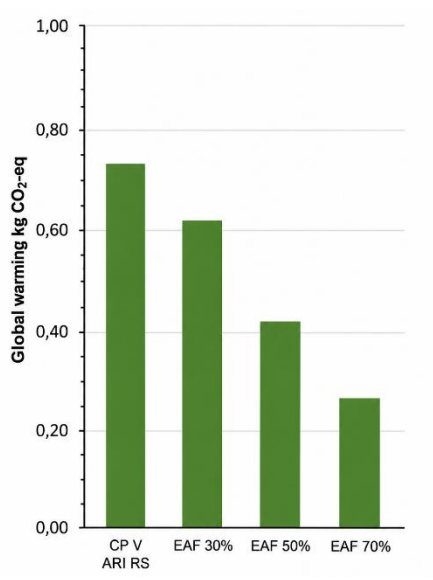


Figura 3. Emissão de dióxido de carbono (kg CO_2-eq)
Fonte: Autores (2026)

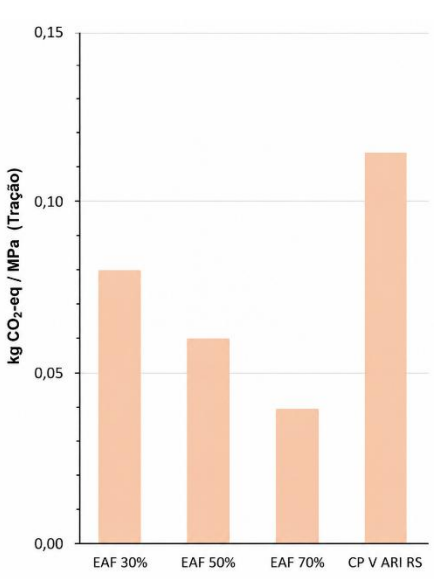


Figura 4. CO_2-eq por unidade de Resistência (MPa) na tração
Fonte: Autores (2026)

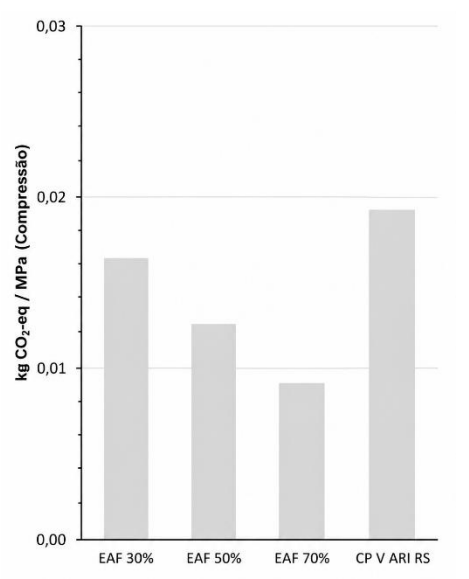


Figura 5. CO_2-eq por unidade de Resistência (MPa) na compressão
Fonte: Autores (2026)

Conclusões

Os resultados demonstram que a utilização da escória de alto forno contribui para a redução do impacto ambiental associado ao cimento Portland, porém o teor de substituição deve ser definido considerando conjuntamente os ganhos ambientais e o desempenho mecânico requerido para o material.

Referências

[1] VISEDO, Gonzalo; PECCHIO, Marcelo. **Roadmap tecnológico do cimento: potencial de redução das emissões de carbono da indústria do cimento brasileira até 2050**. Rio de Janeiro: SNIC, 2019.
[2] NIE, S.; ZHOU, J.; YANG, F.; LAN, M.; LI, J.; ZHANG, Z.; CHEN, Z.; XU, M.; LI, H.; SANJAYAN, J. G. Analysis of theoretical carbon dioxide emissions from cement production: Methodology and application. **Journal of Cleaner Production**, v. 334, 130270, 2022.
[3] PAL, S. C.; MUKHERJEE, A.; PATHAK, S. R. Investigation of Hydraulic Activity of Ground Granulated Blast Furnace Slag in Concrete. **Cement and Concrete Research**, v.33, n. 9, p. 1481–1486, 1 set. 2003.
[4] NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Londres: Pearson Education, 2011.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais à UTFPR, ao PPGEC, à CAPES e ao CNPq.