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

CONCREBOL: projeto pedagógico para o ensino de compósitos cimentícios

Rodrigo Teixeira Bento; Erica Caproni; Evellyn Gabriela de Andrade Azevedo; Raphael Souza de Lima; Guilherme Almeida de Luna; Vinicius Lemuel de Oliveira Santos; Iguatinã de Melo Costa

Universidade São Judas Tadeu (USJT) — São Paulo, SP, Brasil

Introdução

O ensino de compósitos cimentícios raramente ultrapassa a exposição teórica de dosagem e propriedades. O CONCREBOL inverte essa lógica: equipes de estudantes projetam, produzem e ensaiam esferas de concreto de 200 mm que competem entre si por impacto direto. A atividade articula ciência dos materiais, química e comportamento mecânico, e impõe um compromisso de projeto real: densidade, absorção de energia e resistência estrutural não podem ser maximizadas ao mesmo tempo.

Objetivos

- Empregar o projeto competitivo de uma esfera de concreto como veículo para o ensino de compósitos cimentícios.
- Comparar formulações concebidas de forma independente por quatro equipes.
- Avaliar o efeito do reforço fibroso sobre a resistência ao impacto e à compressão.
- Identificar, a partir dos erros cometidos, os conceitos que exigem reforço didático.

Metodologia

Quatro equipes desenvolveram formulações de forma autônoma, com liberdade de matriz, reforço, aditivos, molde e cura.

- **Matrizes:** CP II; graute industrializado (plastificante, sílica e metacaulim); concreto usinado f_{ck} 30 MPa.
- **Reforços:** macrofibra de polipropileno (0,95–3,5 kg/m³) e fibra de vidro AR (1,2 kg/m³).
- **Aditivos e agregados:** superplastificante, sílica ativa, adesivo estrutural, areia, brita e pó de brita.
- **Moldes:** esferas bipartidas de EPS ou metálicas, Ø 200 mm, com olhal fixado no topo.
- **Cura:** solução de cal ou cura úmida, à temperatura ambiente, de 3 a 21 dias.

Resultados e Discussão

O reforço fibroso governou o comportamento sob impacto: corpos de prova sem fibra romperam já em alturas intermediárias; com macrofibra de PP houve apenas fissuração; a combinação PP + fibra de vidro suportou 1,5 m sem dano aparente. A compressão, ao contrário, foi controlada pela matriz: o traço com graute e alto teor de adesivo estrutural atingiu entre 22,0 e 49,0 MPa.

Resultados e Discussão



Figura 1. Etapas de produção: (a) molde bipartido de EPS; (b) molde metálico; (c) preenchimento e adensamento; (d) corpos de prova cilíndricos para compressão; (e) esfera fraturada após a competição.

Eq.	Matriz e reforço	ρ (kg/m³)	σc (MPa)
E1	Graute + macrofibra PP + adesivo estrutural	2125	24,0
E2	Concreto usinado + PP 3,5 + f. vidro 1,2 kg/m³	2866	33,0
E3	CP II + f. vidro AR + superplastificante	1879	22,0
E4	CP + sílica ativa + PP 0,6% + superplast.	2374	49,0

Tabela 1. Formulações e resultados por equipe. (a) prensa hidráulica manual, CP Ø 50 mm; ABNT NBR 5739, 31 dias, matriz sem fibras.

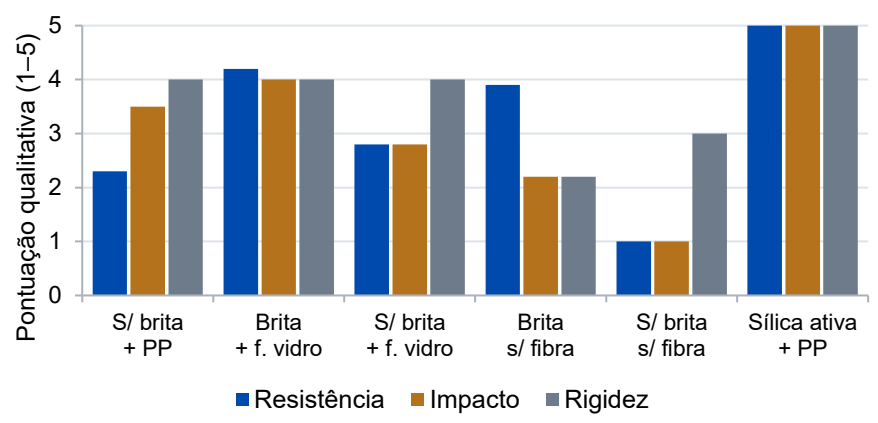


Figura 2. Desempenho relativo das seis configurações avaliadas pela Equipe 4 (escala qualitativa atribuída pelos autores).

Conclusões

O CONCREBOL mostrou-se eficaz como ferramenta de ensino: as equipes chegaram a soluções distintas para o mesmo problema e verificaram que tenacidade e resistência à compressão são governadas por constituintes diferentes. As divergências entre grupos (dosagens de fibra variando quase quatro vezes e densidades fora da faixa usual) tornaram-se objeto de discussão sobre método experimental e controle de medição.

Referências

[1] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.
[2] MASO, J. C. **Interfacial Transition Zone in Concrete** — RILEM Report 11. London: E & FN Spon, 1996.
[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: concreto — ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.
[4] SILVA, I. S. **Estudo da influência da sílica ativa e das fibras de polipropileno no desempenho de concretos de alto desempenho**. 2018. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica, USP, São Paulo.