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

Influência da hibridização de fibras de aço na resistência de concretos de ultra-alto desempenho (UHPC)

Ana Julia Turra Lena[1]; Gabriela Iansen Silveira[1]; Jéssica Pithan Borges[2]; Alberto Valentim Bergenthal Seger[2]; Tuani Zat[3]; Erich David Rodríguez Martínez[4]

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); 2. Curso de Graduação em Engenharia Civil, UFSM ; 3. Coordenadoria Acadêmica do Campus Cachoeira do Sul, UFSM; 4. Departamento de Estruturas e Construção Civil, UFSM.

Introdução

O UHPC é empregado em bases e componentes de máquinas-ferramenta pela elevada rigidez, amortecimento vibracional e resistência a fluidos de corte. Porém, em superfícies sujeitas ao contato de partículas a seco, o desgaste por abrasão compromete a precisão dimensional e sua relação com o teor e tipo de fibra ainda é pouco documentada. Além disso, a quantificação do desgaste por medições pontuais pode não representar superfícies desgastadas de forma não uniforme.



Objetivos

Avaliar a influência do teor e da hibridização de fibras de aço na resistência à abrasão de três formulações de UHPC, correlacionando perdas de massa e espessura com propriedades físicas e mecânicas e avaliar o escaneamento 3D como método de apoio à medição do desgaste.

Metodologia



Resultados e Discussão

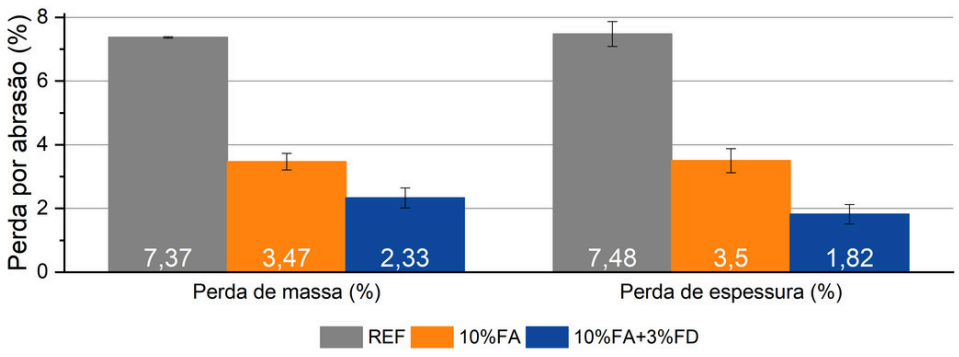


Figura 1. Perdas de massa e espessura após 1000 m (NBR 12042).

As fibras reduziram a perda de massa em **53% (10%FA)** e **68% (10%FA+3%FD)** e a de espessura em **53%** e **76%**; o segundo Lote repetiu a tendência (-57% e -74%).

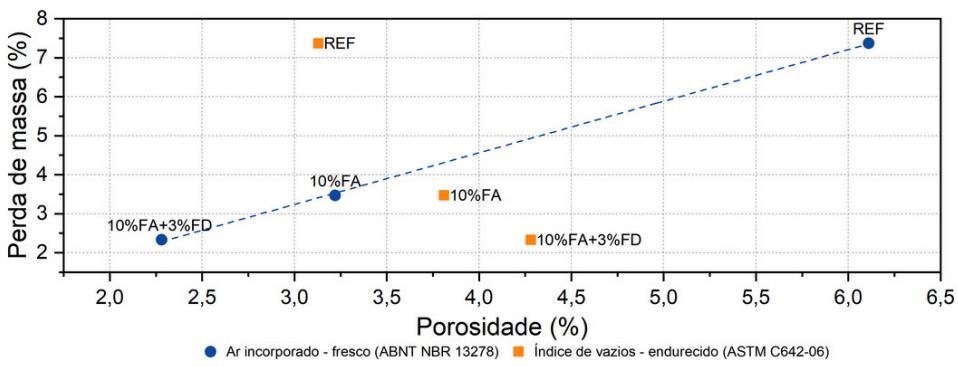


Figura 2. Perdas de massa × ar incorporado (estado fresco) e índice de vazios (estado endurecido).

O desgaste acompanha o ar aprisionado em estado fresco, e não o índice de vazios em estado endurecido. Com as fibras, o índice de vazios cresce, mas a perda de massa cai e a absorção se mantém ≈1,5% para todas as formulações.

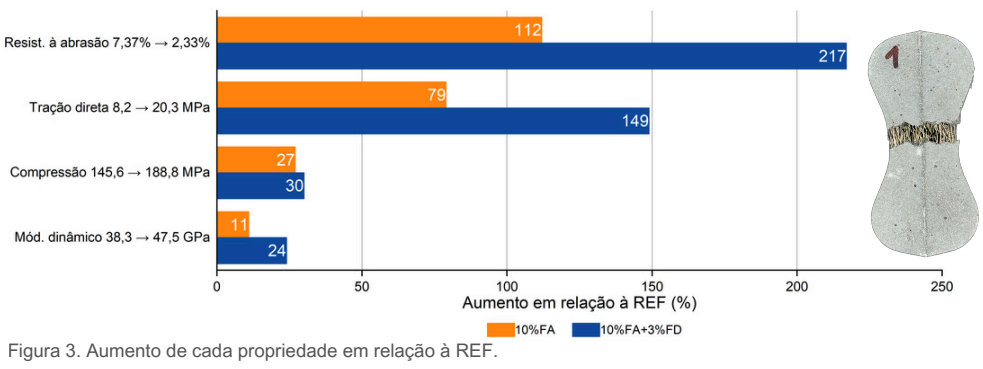


Figura 3. Aumento de cada propriedade em relação à REF.

A resistência à abrasão segue a tração direta e não a compressão (formulações com fibras são estatisticamente iguais na compressão; Tukey p = 0,838). As fibras controlam a microfissuração e ancoram a matriz.

Escaneamento 3D como método de apoio à NBR 12042 (Lote 2: mesmas formulações, CPs escaneados)

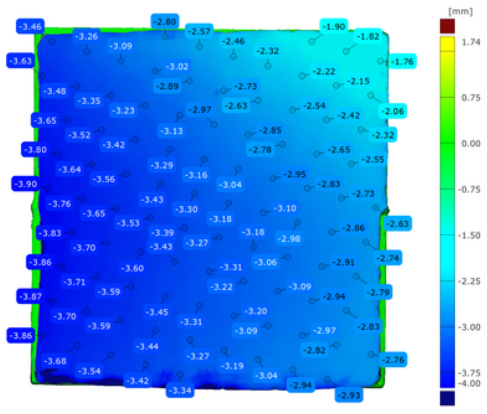


Figura 4. Mapa de desvio por escaneamento 3D.

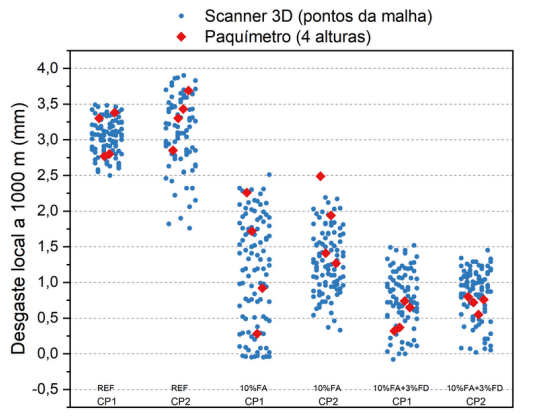


Figura 5. Desgaste local a 1000 m; pontos do scanner × alturas do paquímetro.

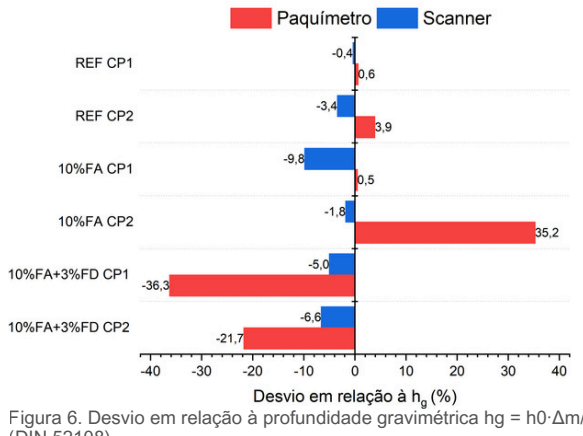


Figura 6. Desvio em relação à profundidade gravimétrica hg = h0·Δm/m0 (DIN 52108).

→ **O desgaste não é uniforme** (1,8 a 3,9 mm em uma mesma face), e 4 alturas não capturam esse gradiente.
→ **O scanner desviou em média 4,5% em relação à hg, contra 16,4% do paquímetro**, e o CV caiu de 6-22% para 1-7%.

Conclusões

- **A hibridização** (10%FA+3%FD) **reduziu as perdas** de massa em 68% e espessura em 76%.
- O ganho se associa a **menos ar aprisionado durante a mistura e à maior tração direta**, e não à porosidade permeável nem à compressão.
- O **escaneamento 3D concordou melhor com a perda de massa** do que o paquímetro e revelou desgaste heterogêneo, mostrando-se um **apoio promissor à NBR 12042**.

Referências e Agradecimentos

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12042: Materiais inorgânicos — Determinação do desgaste por abrasão. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8522-2: Concreto endurecido — Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação. Parte 2. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
ASTM INTERNATIONAL. ASTM C642-06: Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2006.
DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 52108: Testing of inorganic non-metallic materials – Wear test using the grinding wheel according to Böhme. Berlin: DIN, 2010.
ATIŞ, C. D. Abrasion-porosity-strength model for fly ash concrete. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 15, n. 4, p. 408–410, 2003.
HASNAT, A.; GHAFOORI, N. Abrasion resistance of ultra-high-performance concrete for railway sleepers. Urban Rail Transit, v. 7, n. 2, p. 101–116, 2021.
KOZJEK, D. et al. Three-dimensional characterization of concrete's abrasion resistance using laser profilometry. Strojniški vestnik – J. Mech. Eng., v. 61, n. 5, p. 311–318, 2015.

Universidade Federal de Santa Maria 1960
GEMASC
FAURGS
UFSM PPGECAM
CAPES