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

Estudo da hidratação e microestrutura de pastas de cimento compostas com cinza da folha de bambu utilizando espectroscopia de impedância.

V.R.Pereira[a], M. Bortoletto[a], J.L. Akasaki[a], J.A. Malmonge[a], M. M. Tashima[b], A.O. Sanches [a].
[a] *Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.*
[b] *Universidad Politecnica de Cartagena (UPCT), Cartagena, Espanha.*

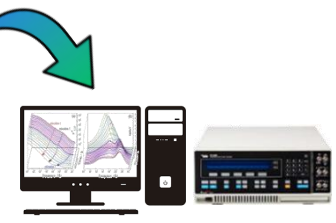
Introdução



Cinza da folha de bambu (CFB) como substituto parcial do cimento Portland



- Atua física e quimicamente na hidratação do cimento Portland;
- Interfere no desenvolvimento da microestrutura da pasta;
- Influencia o comportamento no estado fresco e endurecido.



Espectroscopia de impedância (EI).

Objetivos

Investigar a hidratação e a evolução da microestrutura de pastas de cimento Portland misturadas com CFB por meio de curvas de condutividade elétrica obtidas pela EI.

Metodologia



Cimento Portland



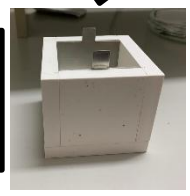
Água Deionizada

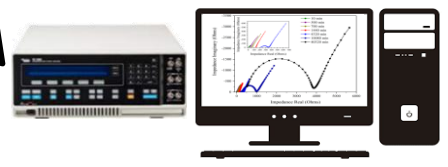


CFB (0, 10 e 25% em massa)

Medidas in situ (28 dias)

Relação água/ligante 0,40.





Temperatura: 26 ± 0,2 °C;
Umidade Relativa: > 95%;
Faixa de frequência: 1 Hz a 10 MHz.

- Analise (TG)
- MEV

Resultados e Discussão

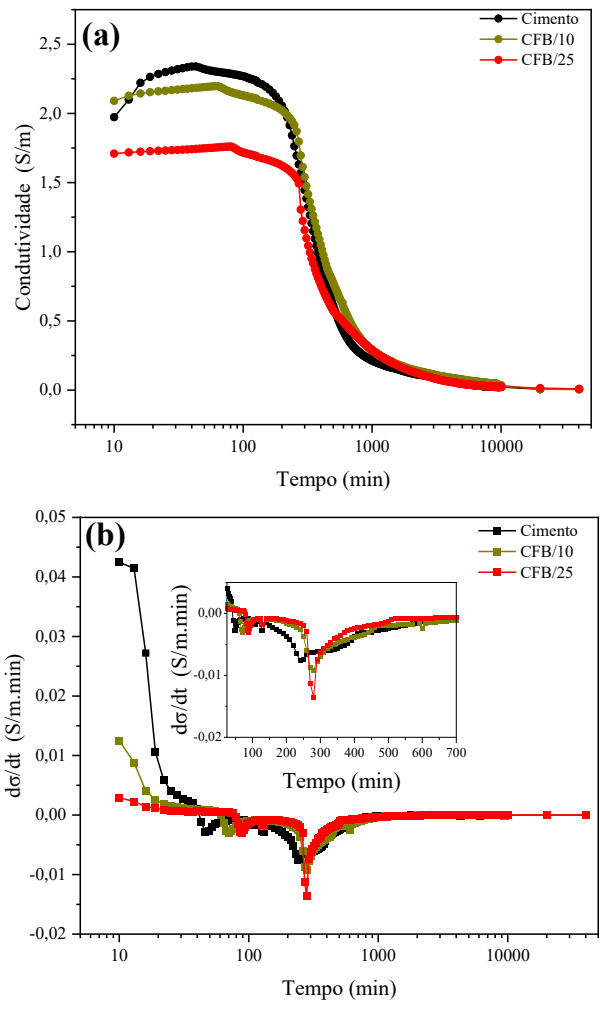


Figura 1. (a) Condutividade, σ (100 kHz), e (b) derivada (dσ/dt) em função do tempo para pastas de cimento e pastas de cimento com CFB.

Tabela 1. Composição química (%, em massa) e $D_{médio}$ (μm) e ASE (m²/g) (CP, CFB).

Material	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	Outros	PF	$D_{médio}$ (μm)	ASE (m²/g)
CP	62.77	19.90	4.40	4.59	1.15	0.10	0.96	1.63	0.19	4.31	11.52	1.33
CFB	1.84	81.94	4.10	5.36	1.01	0.16	0.96	-	1.61	3.97	26.10	19.79

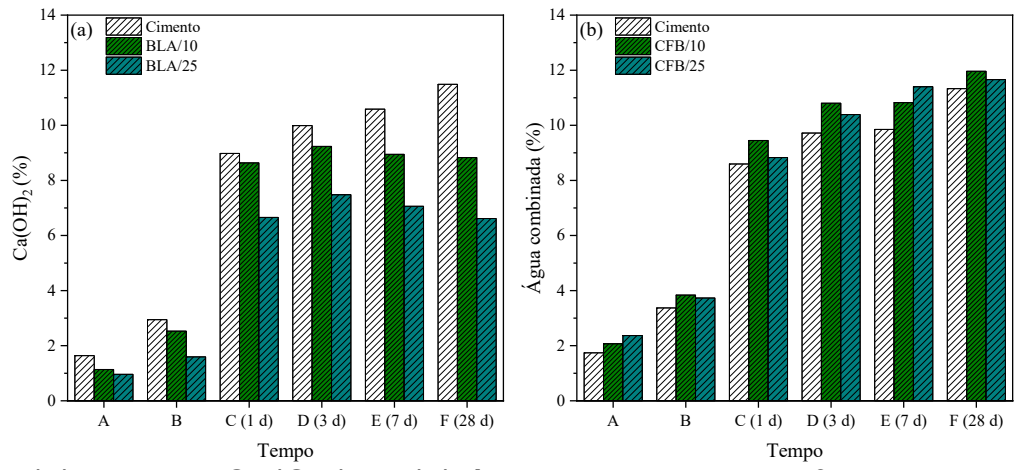


Figura 2. (a) Teor de $Ca(OH)_2$ e (b) água combinada em função do tempo para pastas de cimento e pastas de cimento com CFB.

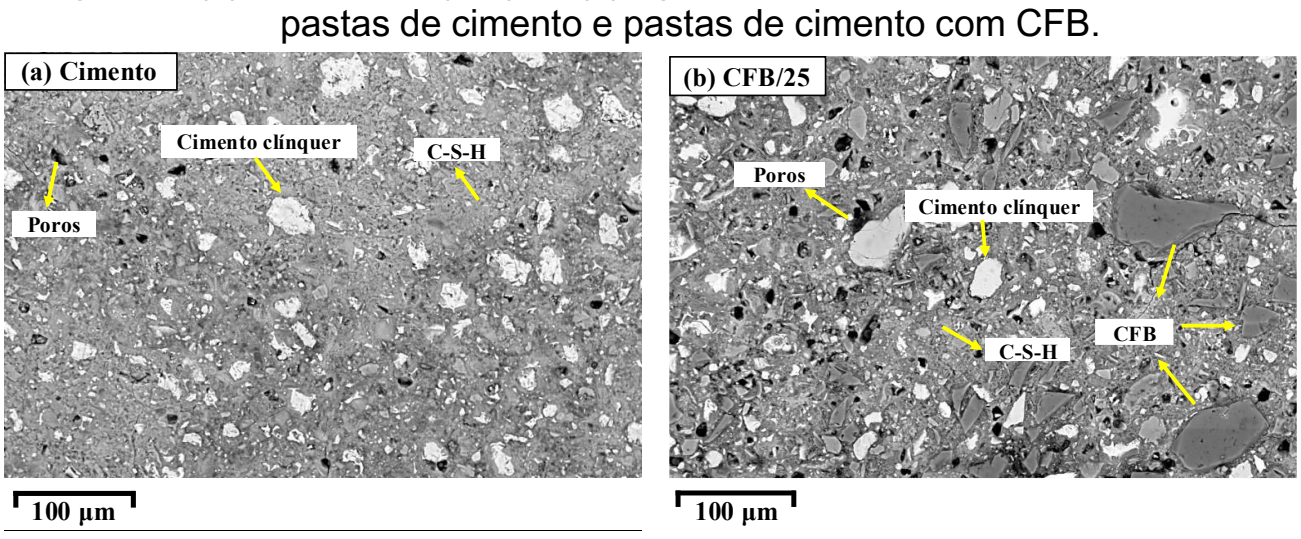


Figura 3. Micrografias obtidas por MEV no modo elétrons retroespalhados após 28 dias para as pastas: (a) Cimento e (b) CFB/25.

Conclusões

- A incorporação de CFB retardou a dissolução iônica e as reações iniciais de hidratação do cimento Portland tendo efeito intensificado no teor de 25% devido à diluição do clínquer e à porosidade da cinza. Aliada às análises de TG e MEV, a Espectroscopia de Impedância (EI) comprovou ser uma técnica não destrutiva altamente eficaz para monitorar in situ a evolução microestrutural de matrizes cimentícias com adições sustentáveis.

Referências e Agradecimentos

- M.J.B. Moraes, J.C.B. Moraes, M.M. Tashima, J.L. Akasaki, L. Soriano, M. V. Borrachero, J. Payá, Production of bamboo leaf ash by auto-combustion for pozzolanic and sustainable use in cementitious matrices, Constr. Build. Mater. 208 (2019) 369–380. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.007.

Materiais Alternativos de Construção
PROPE Pró Reitoria de Pesquisa
UNESP Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira
Gobierno de España Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
Cofinanciado por la Unión Europea
Agencia Estatal de Investigación