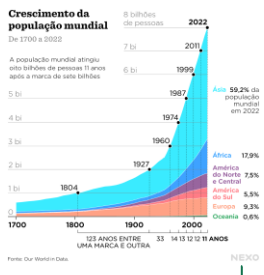
cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Efeitos da Incorporação do Resíduo de Soldagem a Arco Submerso em Matrizes Cimentícias: Aspectos Químicos, Microestruturais e Mecânicos

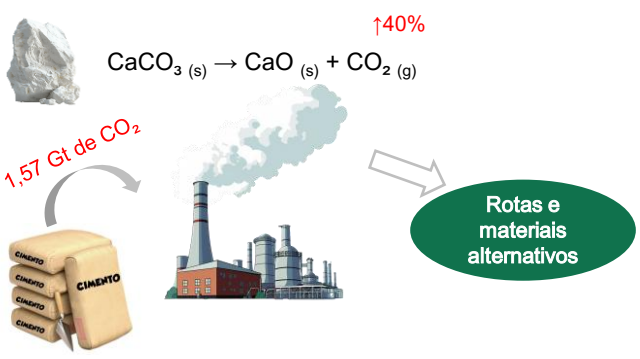
Delma da G. Rocha[1]; Patrick S. Vieira[1]; Bruno de S. Teti[1]; Sanderson D. Jesus[1]; Nathalia B. de Lima[1]

[1] *Departamento de Ciência de Materiais, Universidade Federal de Pernambuco, 50740-540, Recife, Brasil*

Introdução



Demanda por recursos



Substituição

Subprodutos industriais

Compatível na matriz

- Natureza cerâmica
- Rico em silicatos e aluminatos



Resíduo da soldagem a arco submerso

+Produtos de hidratação

Resistência mecânica

Caráter Químico

Efeito Pozolânico

Efeito Filler

Caráter Físico

Objetivos

- ✓ Investigar a influência do resíduo de Soldagem a Arco Submerso (SAS) em substituição parcial à cal ou ao cimento em argamassas de emboço;
- ✓ Preparar o sistema de referência (REF) e as argamassas modificadas com substituição de 10% da cal (SCL10) e de 10% do cimento (SCM10);
- ✓ Examinar os materiais por Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Difração de Raios X (DRX) e Fluorescência de Raios X (FRX);
- ✓ Analisar o desempenho mecânico quanto a resistência à compressão axial e tração na flexão.

Metodologia

1. PREPARAÇÃO DA MATRIZ



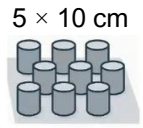
1:1:6 (cimento:cal:areia)

REF

SCL10

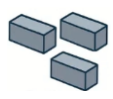
SCM10

5 × 10 cm



12

4 × 4 × 16 cm



6

NBR 5738:2016

2. ENSAIOS FÍSICOS

Índice de Espalhamento	Densidade de Massa	Absorção de água
NBR 13276:2016	NBR 13278:2005	NBR 9779:2012

30 rotações em 30seg



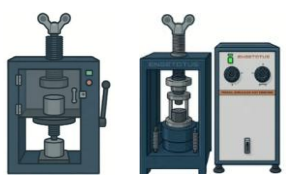




3h, 6h, 24h, 48h, 72h

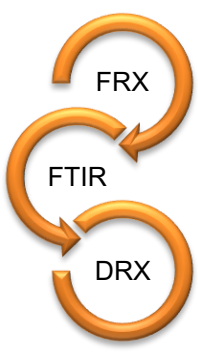
Resistências mecânicas

NBR 9779:2012 | NBR 13279:2005



Compressão axial e Tração na Flexão

3. CARACTERIZAÇÕES



Resultados e Discussão

Tabela 1. **(A)** Índice de consistência; **(B)** Parâmetros e densidade de massa; **(C)** Absorção de água por capilaridade dos sistemas estudados.

(A)

Sistema	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	D_m (mm)	Variação (%)	Desvio Padrão (mm)
REF	245,0	250,0	244,0	246,33	-	3,21
SCL10	230,0	235,0	234,0	233,00	- 5,4	2,65
SCM10	245,0	250,0	245,0	246,67	+ 0,14	2,89

(B)

Sistema	M_v (g)	M_c (g)	V_r (g)	Densidade de massa (g/cm³)	Variação (%)
REF	903,25	1317,00	196,35	2,10	-
SCL10	822,50	1238,00	196,35	2,11	+0,48
SCM10	924,83	1340,33	196,35	2,11	+ 0,48

(C)

Sistema	3 horas	6 horas	24 horas	48 horas	72 horas
REF (g/cm³)	0.71	0.94	1.31	1.33	1.40
SCL10 (g/cm³)	0.74	0.99	1.33	1.34	1.41
SCM10 (g/cm³)	0.73	0.94	1.26	1.28	1.34

Fonte: Autores, 2026.

- SCL10 com uma leve tendência para absorção;
- SCM10 com uma absorção menor.

Efeito Fíller

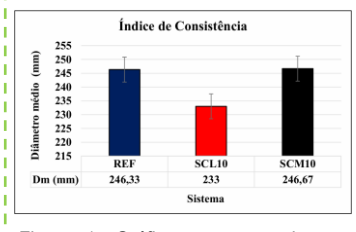


Figura 1. Gráfico com os valores médios do diâmetro de espalhamento Fonte: Autores, 2026.

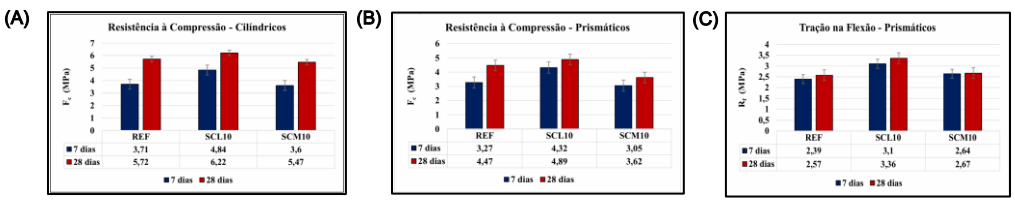


Figura 2. **(A)** Resistência à compressão axial dos corpos de prova cilíndricos e **(B)** prismáticos; **(C)** Resistência à tração na flexão dos corpos de prova prismáticos. Fonte: Autores, 2026.

(A)

Sistema	Componente (%)						
	CaO	SiO_2	Al_2O_3	SO_3	MgO	Fe_2O_3	TiO2
Agregado miúdo (areia)	-	96,5	1,0	-	-	0,4	1,5
Cal hidratada	97,0	1,2	-	-	1,0	-	-
Cimento Portland	73,0	13,0	4,0	4,0	3,0	2,0	-

(B)

Sistema	Componente (%)										
	CaO	SiO_2	Al_2O_3	SO_3	MgO	Fe_2O_3	TiO_2	Na_2O	K_2O	ZrO_2	MnO
Resíduo	23,3	22,3	17,3	-	17,7	3,3	-	2,5	2,0	3,8	7,6
REF	72,4	20,0	2,3	2,4	0,6	1,7	-	-	-	-	-
SCL10	71,0	19,6	3,0	2,4	1,0	2,0	-	-	-	0,5	-
SCM10	72,4	19,3	2,5	2,2	0,9	1,7	-	-	-	0,4	-

Figura 3. **(A)** Composição química por FRX dos precursores utilizados; **(B)** Composição química por FRX do resíduo de SAS e das argamassas preparadas. Fonte: Autores, 2026.

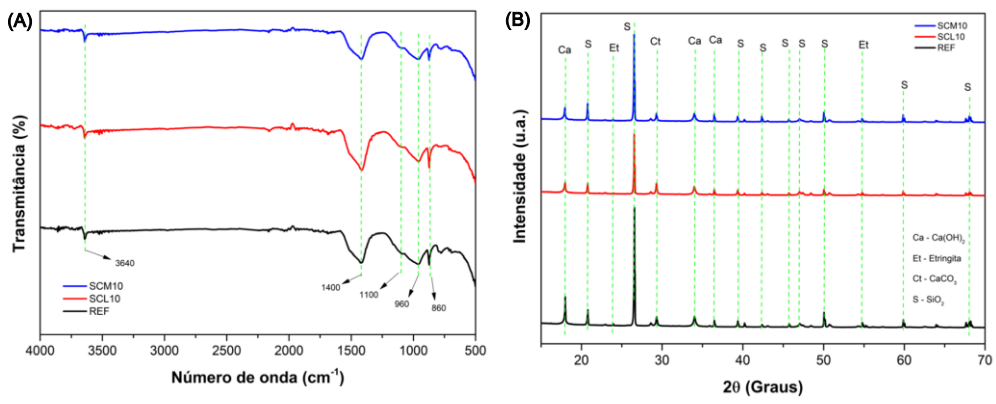


Figura 4. **(A)** Espectros de FTIR dos sistemas; **(B)** Difratogramas de DRX obtidos para os materiais estudados. Fonte: Autores, 2026.

Conclusões

- ✓ No estado fresco, a SCL10 reduziu o espalhamento, enquanto a SCM10 manteve comportamento semelhante à referência; ambas apresentaram maior densidade, indicando efeito fíler.
- ✓ No estado endurecido, a SCL10 apresentou melhor desempenho mecânico, enquanto a SCM10 teve ganho na tração, mas redução na compressão. As análises microestruturais não indicaram formação de compostos deletérios.
- ✓ O resíduo de SAS apresentou potencial para aplicação em argamassas de emboço, sobretudo em substituição parcial à cal, contribuindo para a valorização de resíduos e redução do consumo de matérias-primas.

Referências e Agradecimentos

[1] CHEN, L.; *et al.* Conversion of waste into sustainable construction materials: A review of recent developments and prospects. **Materials Today Sustainability**, v. 27, p. 100930, 2024.

[2] SOUSA, E.; *et al.* Thermography Applied to the Adhesion Phenomenon of Mortars with Additions of Submerged Arc Welding (SAW) Slag. **Buildings**, v. 14, n. 9, p. 2960–2960, 19 set. 2024.

[3] TETI, B. S.; *et al.* Incorporating industrial residue of submerged arc welding (SAW) in cement-based mortar matrices as a green strategy. **Next Sustainability**, v. 5, p. 100080, 2025.

Laboratório de Engenharia Molecular e Materiais | UFPE
INCTM
CAPES
FACEPE Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco