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

COMPORTAMENTO DE CORROSÃO ELETROQUÍMICA DE LIGAS INOXIDÁVEIS COM EFEITO DE MEMÓRIA DE FORMA Fe-Mn-Si-Cr-Ni-(Co) EM AMBIENTE DE CONCRETO SIMULADO

David José Barreto Aviles[1,2], João Gabriel da Cruz Passos[1,2], Guilherme dos Santos Vacchi[1,2], Rodrigo de Oliveria França[1,2], Peter Hammer[3], Danielle Cristina Camilo Magalhães[1,2], Rodrigo Silva[1,2], Carlos Alberto Della Rovere[1,2]*

[1]Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPGCEM/UFSCar, 13565-905 São Carlos, SP – Brazil.
[2]Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Laboratório de Corrosão Munir Rachid, Departamento de Engenharia de Materiais, 13565-905 São Carlos, SP – Brazil.
[3]Universidade Estadual de São Paulo - UNESP, Instituto de Química, 14800-900 Araraquara, SP – Brazil
Washington Luís, km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil; 2. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil. Contato: : rovere@ufscar.br

Introdução

Ligas com memória de forma Fe-Mn-Si-Cr-Ni despertam interesse na construção civil por permitirem autorrecuperação, protensão e amortecimento a custo inferior ao Ni-Ti. Embora sua passivação já tenha sido estudada em meios ácidos, oxidantes e com cloretos, falta esclarecer seu comportamento em ambientes cimentícios. Este trabalho investigou a microestrutura e o comportamento eletroquímico de três ligas inoxidáveis com efeito memória de forma (LIEMF) em soluções representativas de concreto recém-curado e carbonatado, com e sem cloretos, usando aços SAE 304 e SAE 1020 como referências.

Objetivos

- Caracterizar as ligas Fe-Mn-Si-Cr-Ni-(Co) por MO e MEV/EDS ;
- Avaliar por polarização potenciodinâmica/cíclica o comportamento eletroquímico em soluções simulando concreto não carbonatado (pH 13,8), carbonatado (pH 8,5) e carbonatado com 0,1 mol/L NaCl, comparando com SAE 1020/304 e analisando a morfologia pós-ensaio por MEV/EDS;
- Estudar os filmes passivos das ligas em solução com pH 8,5 por XPS.

Materiais e Métodos

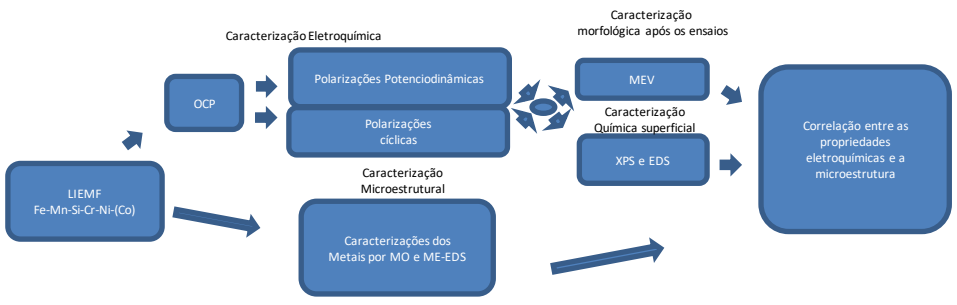


Tabela 1 – Composição química das LIEMF Fe-Mn-Si-Cr-Ni-(Co) e o aço SAE 1020 e SAE 304

Liga	Fe	Mn	Si	Cr	Ni	Co	C
LIEMF A*	bal.	14,2	5,3	8,8	4,65	-	0,008
LIEMF B*	bal.	10,34	5,3	9,92	4,87	-	0,006
LIEMF C*	bal.	8,26	5,25	12,8	5,81	11,84	0,009
SAE 304**	-	≤ 2,0	≤ 1,0	18,0 – 20,0	8,0 – 10,50	-	≤ 0,08
SAE 1020**	-	0,3-0,6	-	-	-	-	0,18-0,23

Nota: *Teor dos elementos determinados por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES); Teor de C determinado por análise por combustão com detecção por infravermelho em analisador LECO.
** Composição nominal extraída de norma ASTM A276/A276M-24 para o aço SAE 304 [88] e ASMT A29/A29M-23 para o aço SAE 1020 [89].

Resultados e Discussão

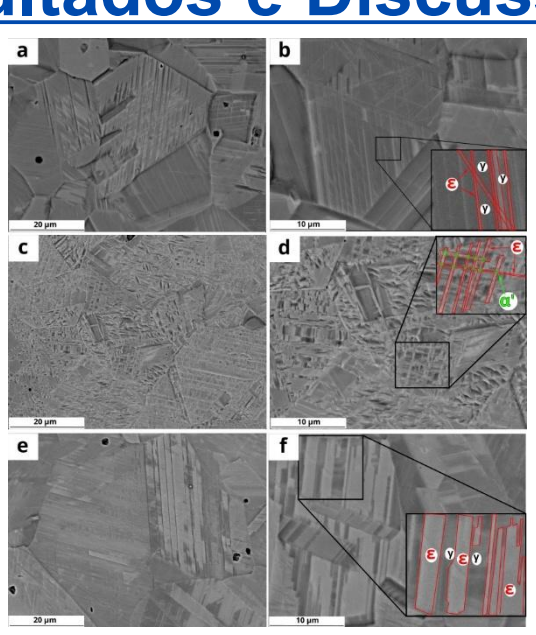


Figura 1- Microestruturas das LIEMF C observada por microscopia eletrônica de varredura. (a, b) LIEMF A; (c, d) LIEMF B e (e, f) LIEMF C.

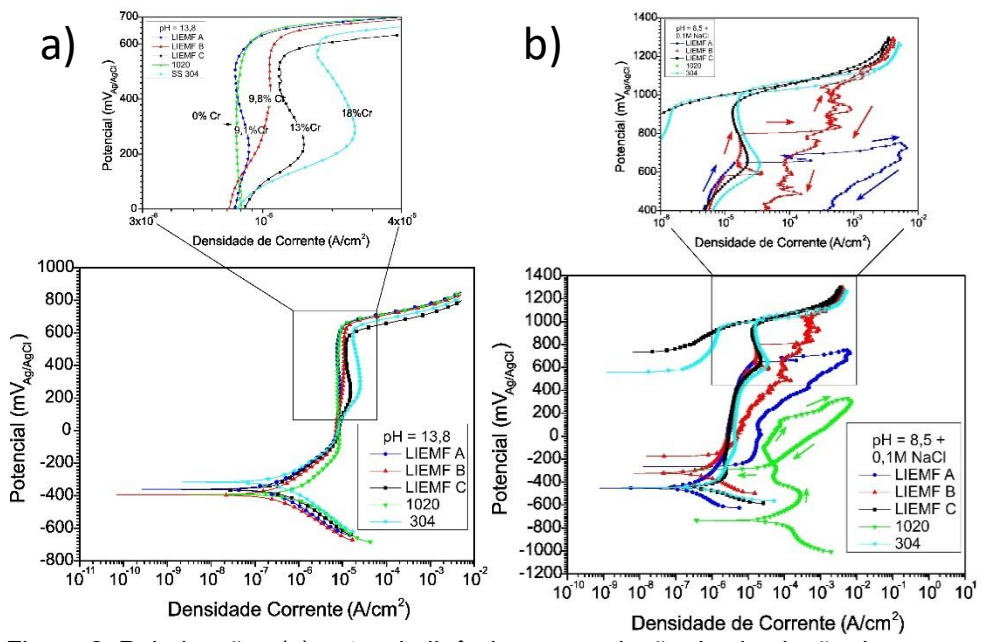


Figura 2. Polarizações (a) potenciodinâmicas em solução de simulação de poro em pH 13,8. e (b) cíclicas realizadas em solução de simulação de poro em pH 8,5 com adição de 0,1M de Cl^-.

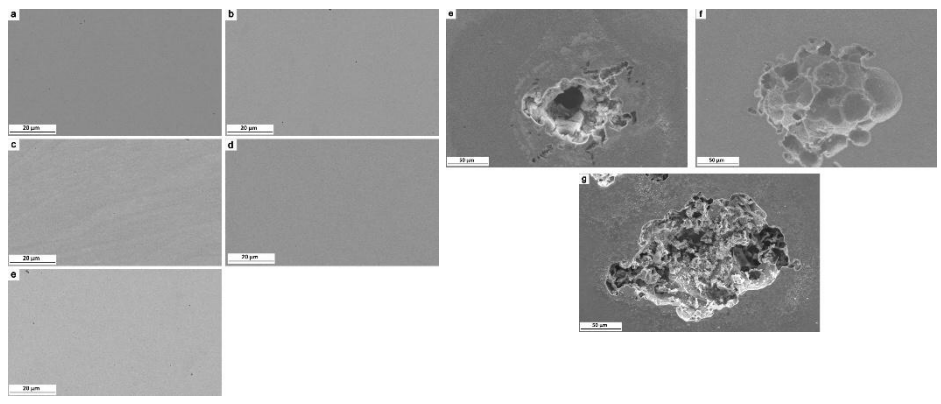


Figura 3. Superfícies obtidas por MEV após polarização potenciodinâmica em solução de simulação de poro com pH de 14. (a) LIEMF A; (b) LIEMF B; (c) LIEMF C; (d) SAE 304 e (e) SAE 1020. Pites das amostras (e) LIEMF A; (f) LIEMF B e (g) SAE 1020 observados por MEV após polarização cíclica.

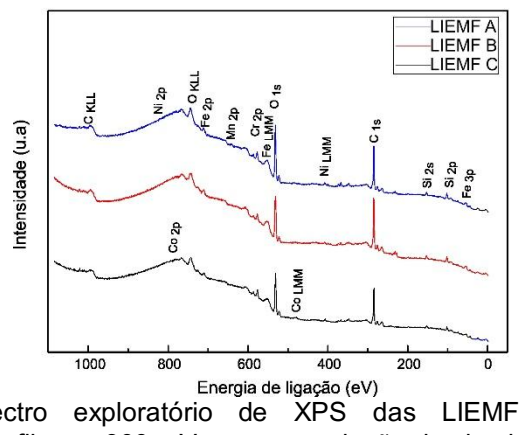


Figura 4. Espectro exploratório de XPS das LIEMF após crescimento potenciostático do filme a 300 $mV_{Ag/AgCl}$ em solução de simulação de poro com pH 8,5 por 1 hora.

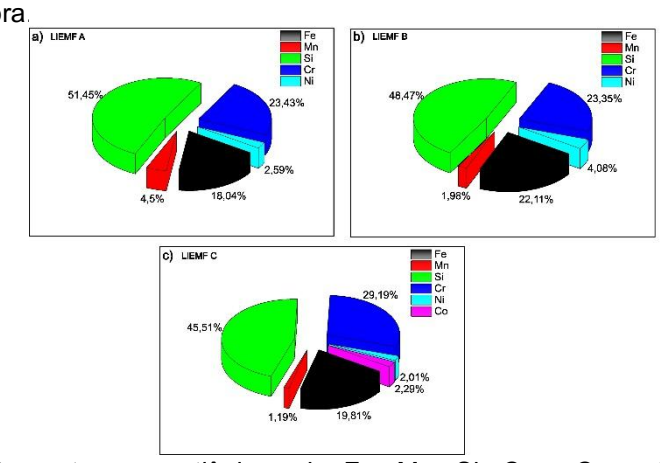


Figura 5. Porcentagens catiônicas de Fe, Mn, Si, Cr e Co após crescimento potenciostático do filme passivo a 300 $mV_{Ag/AgCl}$ em solução de simulação de poro com pH 8,5 durante 1 hora : (a) LIEMF A; (b) LIEMF B e (c) LIEMF C.

Conclusões

- As LIEMF apresentaram microestrutura composta predominantemente por austenita-γ, martensita-ε e maclas.
- Em pH 13,8 todos foram passivos; em pH 8,5 as LIEMF e o SAE 304 permaneceram passivos, enquanto o SAE 1020 tornou-se ativo (i_{corr} ~30× maior), recomendando-se evitar contato galvânico das LIEMF com aço-carbono.
- Sob cloretos, a resistência à corrosão localizada seguiu a seguinte ordem LIEMF C ≈ AISI 304 > LIEMF B > LIEMF A >> SAE 1020.
- As LIEMF A e B apresentaram pites; o SAE 1020 foi o mais afetado; o SAE 304 apresentou um laço de histerese positivo mas não foram observados pites por meio do MEV;
- O XPS revelo que os filmes passivos são ricos em Si/Cr.

Referências e Agradecimentos

VOLLPRACHT, Anya et al. The pore solution of blended cements: a review. Materials and Structures, v. 49, n. 8, p. 3341-3367, 2016.
DELLA ROVERE, C. A. et al. Characterization of passive films on shape memory stainless steels. Corrosion Science, v. 57, p. 154-161, 2012.
OTUBO, Jorge. Desenvolvimento de ligas inoxidáveis com efeito de memória de forma: elaboração e caracterização. 1996. Tese de Doutorado.

ufscar DEMa Departamento de Engenharia de Materiais - UFSCar · LC · ppgcem · FAPESP · CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico · CAPES · GOVERNO DO BRASIL DO LADO DO POVO BRASILEIRO