



CO9

CORROSIVIDADE DE SAIS DE LÍTIO PARA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM CENTRAIS DE CONCENTRAÇÃO SOLARM. Gil ^{1,2}; F. Pedrosa ¹; T. Paiva ¹; I. Figueira ¹; M. J. Lourenço ², T. C. Diamantino ^{1*}¹ *Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Estrada do Paço do Lumiar, 22, 1649-038 Lisboa, Portugal, teresa.diamantino@lneg.pt*² *Centro de Química Estrutural, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal*** a quem deve ser dirigida a correspondência*<https://doi.org/10.34637/2zq1-ht96>**RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo estudar a corrosão de um aço inoxidável em contacto com um fluido de transferência de calor alternativo, para que possa ser utilizado como material estrutural no sistema de armazenamento de energia térmica numa central de energia solar de concentração (CSP). A atividade experimental envolveu a imersão do aço AISI 316L, em condições estáticas, numa mistura de sal ternário com $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-K}_2\text{CO}_3$ (32,1; 33,4; 34,5 % m/m) durante 3000 h a 650 °C. A perda de massa ao longo do tempo de exposição é elevada com um aumento linear a partir das 120 horas de exposição. Através das técnicas SEM/EDS e DRX foi possível verificar a existência de várias camadas de óxidos com diferentes composições químicas, o que aliado ao aumento das suas espessuras ao longo do tempo, permitiu compreender os mecanismos de corrosão envolvidos. As amostras de sal retiradas ao longo do tempo foram caracterizadas por DSC e comparadas com a mistura pura de modo avaliar a sua estabilidade.

Palavras-chave: Corrosão; AISI 316L, Energia solar térmica de concentração, Sais fundidos, Sal LiNaK

1. INTRODUÇÃO

Os desafios da transição energética e a tendência crescente da eletrificação da economia implicam uma clara aposta no aumento da penetração de energias renováveis. Neste contexto, o armazenamento de energia desempenha um papel fundamental, providenciando despachabilidade ao sistema. A tecnologia de conversão de energia por concentração solar térmica (CSP), com produção de eletricidade, é uma das tecnologias emergentes com possibilidade de aplicação e crescimento em países com recurso solar apropriado, tal como Portugal. Apesar de ser atualmente mais dispendiosa do que outras tecnologias de conversão, permite implementar um sistema de armazenamento de energia térmica, a preços relativamente competitivos [1].

A tecnologia solar térmica de concentração (CSP) utiliza fluidos de transferência de calor (sais fundidos) para armazenar energia térmica para que esta possa ser utilizada nos períodos do dia sem sol ou nos períodos noturnos. Com o crescente desenvolvimento e implementação desta tecnologia, torna-se crucial estudar os efeitos da corrosão a altas temperaturas nos materiais estruturais provocados pelos diferentes sais fundidos. Deste modo, contribui-se para a redução do impacto que a corrosão tem nestas centrais, levando assim à diminuição dos custos empregues na construção e na sua manutenção [2], [3].

O objetivo deste trabalho reside na avaliação da corrosão de um aço austenítico em contacto com uma mistura ternária de sais de lítio, sujeito a altas temperaturas durante um longo período de tempo.

2. DESCRIÇÃO

Os ensaios de corrosão do aço austenítico AISI 316L foram realizados em cadinhos de alumina, numa mufla a 650 °C, com duração máxima de 3000 h, em contacto direto com a mistura ternária de sais fundidos com 32,1 % Li_2CO_3 , 33,4 % Na_2CO_3 e 34,5 % K_2CO_3 , em condições estáticas e atmosfera de ar. Foram recolhidas quatro réplicas para cada tempo de exposição, 120 h, 240 h, 480 h, 1000 h, 1440 h, 2000 h e 3000 h, três réplicas foram usadas para gravimetria utilizando o método de decapagem descrito na norma ISO 17245:2015 [4] e a outra réplica para a caracterização, em superfície e seção transversal, por microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios-X por dispersão em energia (SEM/EDS) e por difração de raios-X (DRX).

As amostras de sal retiradas dos diferentes tempos de exposição foram caracterizadas através de calorimetria diferencial de varrimento (DSC) a 5 °C/min, em atmosfera de azoto. A fim de avaliar a estabilidade do sal ternário comparou-se as diferentes curvas com a da mistura pura.

Na figura 1 estão apresentados os resultados da perda de massa obtidos durante as 3000 h de exposição do aço austenítico aos sais fundidos. Verifica-se que este aço apresenta uma perda de massa elevada, com um crescimento linear ao longo do todo o ensaio (entre as 120 h as 3000 h).

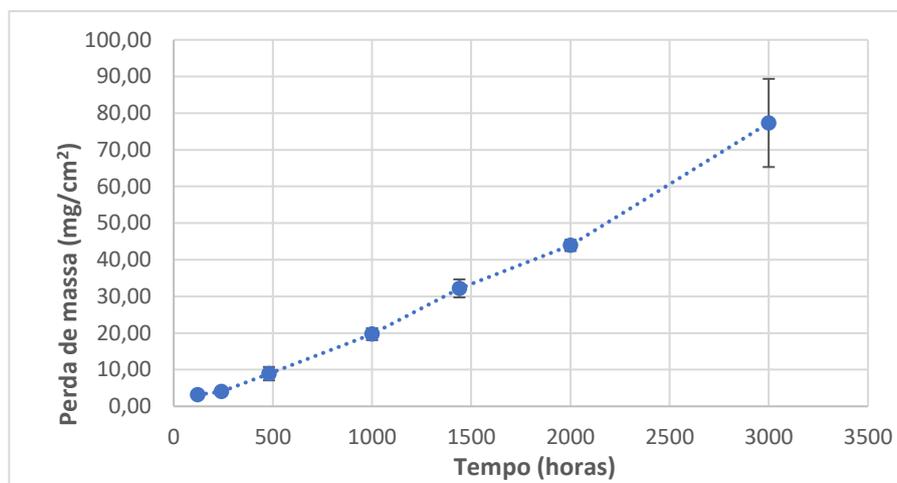


Fig. 1 - Perda de massa do aço AISI 316L durante 3000 h em contacto com o sal ternário com carbonatos.

A figura 2 apresenta uma micrografia obtida por SEM, em seção transversal, dos óxidos formados na superfície da amostra, após 3000 h de exposição e respetiva composição química elementar. Verificou-se a existência de várias camadas de óxidos, sendo estas bastante definidas e com composições distintas entre si. A camada de óxido mais externa é rica em Fe e O e as restantes camadas ricas em O, Fe, Cr e Ni. Também foi possível constatar que as espessuras das diferentes camadas vão aumentando ao longo do tempo.

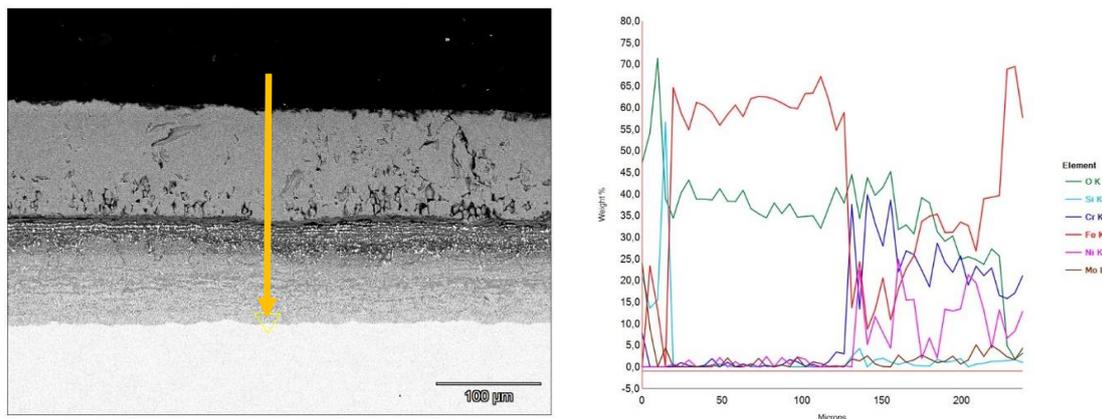


Fig. 2 - Micrografia obtida por SEM de seção transversal da amostra após 3000 h de exposição e respetivo gráfico com a composição química elementar obtido por EDS.

3. CONCLUSÕES

Tendo em conta os resultados obtidos e descritos na bibliografia [5], [6], verificou-se que o aço AISI 316L apresenta uma elevada velocidade de corrosão, não sendo adequado para ser utilizado como material estrutural em centrais de CSP quando o sal de carbonato LiNaK é utilizado como HTF, a uma temperatura de 650 °C.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto INIESC - Infraestrutura Nacional de Investigação para Energia Solar de Concentração (Ref. LISBOA-01-0145-FEDER-022113) financiado pelos Fundos Nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC) e cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional do Programa Operacional Regional de Lisboa.

REFERÊNCIAS

- [1] A. G. Fernández, J. Gomez-Vidal, E. Oró, A. Kruizenga, A. Solé, e L. F. Cabeza, Mainstreaming commercial CSP systems: A technology review. *Renewable Energy* (2019) 140:152–176. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.049>
- [2] N. International, Corrosion Costs and Preventive Strategies In the United States.
- [3] S. C. Bhatia, *Advanced renewable energy systems*. New Delhi: Woodhead, 2014.
- [4] ISO 17245:2015. Corrosion of metals and alloys — Test method for high temperature corrosion testing of metallic materials by immersing in molten salt or other liquids under static conditions.
- [5] J. Luo *et al.*, Corrosion behavior of SS316L in ternary Li₂CO₃–Na₂CO₃–K₂CO₃ eutectic mixture salt for concentrated solar power plants. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 217 (2020) 110679, <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2020.110679>
- [6] A. Gomes, M. Navas, N. Uranga, T. Paiva, I. Figueira, e T. C. Diamantino. High-temperature corrosion performance of austenitic stainless steels type AISI 316L and AISI 321H, in molten Solar Salt. *Solar Energy* 177 (2019) 408–419, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.11.019>