



CPI2

A IMPORTÂNCIA DA CORROÇÃO NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Carlos A. Nogueira^{1*} 

¹ LNEG, Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, carlos.nogueira@lneg.pt

**a quem deve ser dirigida a correspondência*

<https://doi.org/10.34637/b277-zh31>

RESUMO

A corrosão de materiais tem reconhecidamente custos muito relevantes na indústria e na sociedade, e deve por isso ser encarada como um tópico prioritário no projeto, na construção e na operação de qualquer equipamento, sistema, instalação ou estrutura. Nas tecnologias da energia, e particularmente nas energias renováveis, tanto na geração como no armazenamento, tal é particularmente relevante, não só por serem mais recentes, como também por operarem por vezes em condições extremas. Assim, o desenvolvimento das tecnologias da energia deve considerar, para além do nível de desempenho, rendimento e custos, uma avaliação criteriosa da degradação por corrosão, da durabilidade e das medidas de proteção anticorrosiva dos materiais constituintes. De outra forma, a viabilidade técnica e económica poderá estar em causa, com as graves consequências daí resultantes. Nesta comunicação descrevem-se algumas tecnologias da energia e abordam-se alguns fenómenos de degradação das mesmas, de forma resumida. Pretende-se assim alertar para a importância deste assunto no âmbito da transição energética.

Palavras-chave: Corrosão, Tecnologias da energia, Conversão e armazenamento de energia

1. INTRODUÇÃO

Os fenómenos de corrosão e sua mitigação através da prevenção ou de medidas protetivas constituem fatores decisivos para reduzir os custos dos processos e tecnologias e permitir a sua durabilidade e sustentabilidade. Globalmente, os custos devidos à corrosão estimam-se acima de 3% do produto interno bruto, valores demonstrados em vários estudos publicados. Na indústria da energia, como em qualquer indústria, este fenómeno é de extrema importância, principalmente nas energias renováveis, onde se aplicam tecnologias mais recentes, algumas ainda nos primeiros anos de implementação. Tanto nas tecnologias de conversão de energia como a solar (fotovoltaica e solar térmica), a eólica, como nas tecnologias de armazenamento (hidrogénio, baterias, entre outras), é fundamental avaliar com precisão e monitorar o comportamento dos materiais, selecionar os mais adequados e proceder às medidas de proteção necessárias. Pode assim evitar-se ou minimizar os custos derivados da degradação dos materiais e da falência dos componentes e instalações.

2. DESCRIÇÃO

Duas das mais importantes tecnologias de conversão de energia elétrica são a eólica e a solar fotovoltaica (PV). Nas turbinas eólicas, a forte ação mecânica pode originar fenómenos de corrosão por fadiga, para além



dos problemas usuais de corrosão atmosférica. Na eólica offshore, em grande crescimento, a salinidade dos ambientes marinhos é o principal problema. Embora o *knowhow* das plataformas petrolíferas e de gás *offshore* seja uma preciosa ajuda, as plataformas eólicas têm especificidades e constituem novos desafios. Para a proteção dos materiais, utilizam-se normalmente revestimentos e proteção catódica. As zonas de interface ar/água são normalmente as mais críticas, mas fenómenos de degradação nos monopilares (plataformas fixas) ou nos cabos (plataformas flutuantes) podem ocorrer, devido à entrada de água em fendas ou em zonas de ligação. No caso da PV [1], merece particular realce a corrosão com origem atmosférica (humidade, poluição, sais dispersos no ar) dos componentes metálicos dos painéis e dos componentes eletrónicos. Também se podem observar fenómenos de degradação em componentes poliméricos como alguns invólucros e as películas de EVA, bem como nas células solares de silício (delaminação). Nas tecnologias solares térmicas os fenómenos de corrosão são também importantes, tanto nas baixas como nas altas temperaturas [2]. Nas instalações de concentração solar térmica para produção de eletricidade, a utilização de fluidos de transferência de calor e armazenamento de energia contendo sais fundidos (vulgarmente mistura de nitratos, mas também cloretos ou carbonatos) constitui um meio quimicamente agressivo para os materiais de construção, sendo necessário selecionar ligas de aço muito resistentes à corrosão, por isso mais dispendiosas [3]. Acrescem ainda fenómenos de corrosão de outros componentes como os associados às superfícies refletoras (de vidro e alumínio).

Ao nível do armazenamento de energia, duas tecnologias merecem destaque: as baterias e o hidrogénio. As baterias de iões-Li, o principal sistema eletroquímico em utilização tanto nos veículos elétricos como no armazenamento estacionário, podem sofrer diversos fenómenos de degradação química nos seus componentes internos, como a degradação do eletrólito (contendo flúor) e interação deste com os pólos dos elétrodos, a destruição da interface sólido/eletrólito, a redução/deposição de Li metálico com formação de dendrites e a formação de gases devido a sobrecarga ou outros fenómenos. Quanto à degradação mecânica, destaca-se a perda de aderência dos elétrodos às folhas de suporte e a formação de fendas com perda de condutividade. Evitar estes fenómenos é difícil, mas podem ser mitigados por uma utilização correta da bateria (durante a carga e a descarga), por introdução de sistemas de monitorização avançados e ainda pela aplicação de materiais auto-reparáveis e atuadores embutidos [4]. As tecnologias do hidrogénio como a electrólise, a fotocatalise e as células de combustível, também requerem uma seleção criteriosa de materiais, adaptáveis aos meios (ácidos, alcalinos), mas também, e principalmente, para evitar ou minimizar o fenómeno de fragilização por hidrogénio (degradação devido ao aparecimento de fissuras por incorporação de hidrogénio nas estruturas dos aços) [5]. Os mesmos requisitos se aplicam ao armazenamento em depósitos e às condutas de transporte do hidrogénio, que operam a elevadas pressões, obrigando à utilização de aços de elevado desempenho, de forma a não comprometer a segurança das instalações.

3. CONCLUSÕES

O conhecimento dos fenómenos da corrosão nas tecnologias da energia é um tema que ainda requiere um esforço de investigação profundo. Muitas das instalações de conversão e armazenamento de energia, de origem renovável, envolvem esforços mecânicos, contacto com substâncias químicas e exposição ambiental que originam corrosão e outras formas de degradação, por vezes severa. É necessário conhecer profundamente esses fenómenos, fazer a seleção adequada de materiais e aplicar as medidas de mitigação apropriadas de forma a assegurar a viabilidade técnica e económica dos processos e assim contribuir decisivamente para uma transição energética efetiva e sustentável. O LNEG tem prosseguido esforços no domínio da corrosão em tecnologias da energia, dando assim o seu contributo em I&D para este desígnio.



REFERÊNCIAS

- [1] U. Nürnberger, E.C. Köse, Causes and mechanisms of corrosion for supporting structures of rooftop photovoltaic systems, *Otto-Graf-Journal* 18 (2019) 221-238.
- [2] T.C. Diamantino, R. Gonçalves, S. Páscoa, I.N. Alves, M.J. Carvalho, Accelerated aging tests to selective solar absorber coatings for low temperature applications, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 232 (2021) 111320, <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2021.111320>
- [3] A. Gomes, M. Navas, N. Uranga, T. Paiva, I. Figueira, T.C. Diamantino, High-temperature corrosion performance of austenitic stainless steels type AISI 316L and AISI 321H, in molten Solar Salt, *Sol. Energy* 177 (2019) 408-419, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.11.019>
- [4] R. Narayan, C. Laberty-Robert, J. Pelta, J.-M. Tarascon, R. Dominko, Self-healing: an emerging technology for next-generation smart batteries, *Adv. Energy Mater.* 12 (2022) 2102652, <https://doi.org/10.1002/aenm.202102652>
- [5] R.P. Gangloff, B.P. Somerday, Gaseous Hydrogen Embrittlement of Materials in Energy Technologies, Vol 2, Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering, (2012).