

## AVALIAÇÃO DO COMPOSTO ASTAXANTINA COMO REVESTIMENTO ANTICORROSIVO PARA O AÇO SAE 1040 EM MEIO HCI

ERIKA VASQUES SHNEIDER<sup>1</sup>; WESLEY PIRES<sup>2</sup>; RAPHAEL BALBONI<sup>3</sup>; DARCI GATTO<sup>4</sup>; CÉSAR AVELLANEDA<sup>5</sup>; CAMILA CHOLANT<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – erikavasquesschneider@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – wfp1312.wp@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – raphael.balboni@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – darci.gatto@ufpel.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – cesaravellaneda@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – camila.scholant@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A corrosão é um processo de deterioração de materiais metálicos causado pela interação química ou eletroquímica com o ambiente. Nos setores industriais, ela pode acarretar em problemas, decorrentes de condições ambientais e demandas operacionais, resultando em gastos com manutenção ou substituição de peças perdidas ou comprometidas por esse processo (SHOJAEI et al., 2022).

O SAE 1040 é um aço de médio teor de carbono, com diversas aplicações na indústria agrícola, de máquinas e equipamentos, de construção estrutural e etc., porém possui algumas características que o tornam mais suscetível à corrosão como a presença de carbono na composição, que ao reagir com oxigênio e a umidade do ambiente formam óxidos de ferro no metal, e a exposição a ambientes corrosivos (LIMA, 2022; MATOS et al., 2020).

As soluções ácidas, como o ácido clorídrico (HCl), são frequentemente empregadas na acidificação de poços de petróleo, decapagem, limpeza e descalcificação industriais (SHOJAEI et al., 2022), e isso faz com que cresça o interesse de pesquisadores por desenvolver métodos de prevenção à corrosão eficazes para evitar esse problema.

Existem alguns métodos práticos que são utilizados para prevenir a corrosão, dentre eles tem-se a utilização de revestimentos protetores orgânicos que agem como uma barreira entre o metal e o ambiente, retardando a cinética de degradação devido a troca de moléculas entre a superfície do metal e o revestimento e ainda agirem como um acabamento na superfície do metal (LINHARES, 2022).

Os medicamentos têm sido extensivamente investigados como inibidores de corrosão verdes altamente eficientes, oferecendo não apenas uma alternativa para medicamentos não utilizados ou expirados, mas também a redução dos custos de pesquisa e descarte, bem como a diminuição da poluição ambiental (WEI et al., 2020). Essa lacuna ressalta a existência de um campo de pesquisa ainda não explorado, porém com um notável potencial de desenvolvimento para a sua aplicação como revestimentos protetores.

Enquanto uma ampla gama de materiais tem sido explorada para essa finalidade, como revestimentos acrílicos à base de água (JI et al., 2021), revestimentos de resina epóxi (VERMA et al., 2020), revestimentos de polímeros de poliuretano (NARDELI, 2020) dentre outros, é notável a ausência de vestígios de medicamentos empregados como revestimentos protetores orgânicos.

O medicamento reaox<sup>®</sup> ultra foi formulado com ativos antioxidantes de alta potência, destinados a combater eficazmente os radicais livres e suas implicações no corpo. Sua composição majoritária é de *astaxantina* (DROGARIA CATARINENSE, 2023), um antioxidante significativo proveniente da alga tagetes

erecta. Essa composição confere a esse fármaco um potencial intrigante para atuar como um revestimento protetor.

Neste contexto, o presente trabalho busca avaliar o composto *astaxantina* como revestimento anticorrosivo para o aço SAE 1040 em meio 1M HCl.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Preparação das Amostras e Deposição do Revestimento

Primeiramente foi realizada a preparação das barras de aço- carbono cilíndrica de aproximadamente 1 cm de diâmetro. Para o contato elétrico das amostras foi utilizado um fio de cobre rígido de 6 mm de diâmetro e a delimitação da área exposta ao estudo foi feita com resina poliéster (Anjo®). Logo após, foi realizado o lixamento das amostras com lixas d'água (tamanho de grão #100 à #1200) seguindo a norma ISO 8504.

Foi feita uma solução de 250 ppm do medicamento reaox® ultra (biolab) e 45 ppm de glutaraldeído (50%- Sigma) como agente reticulante, sob agitação magnética à 40°C de temperatura.

A deposição do revestimento foi baseada em Saravanakumar et al. (2019), realizada através do método *doctor blade*.

Que consiste na aplicação de uma solução sobre a superfície do metal por um dosador e a remoção do excesso por uma lâmina de arraste. Promovendo espalhamento uniforme sobre toda a superfície do metal e controle de espessura do revestimento. Após a deposição as peças metálicas serão secas a temperatura ambiente.

### 2.2. Análise de Microscopia Óptica

A análise de microscopia foi realizada, para o aço- carbono sem revestimento, em um microscópio óptico (marca Olympus, modelo BX41M- LED) com ampliações de x200 e x400. Segundo Colpaert e Silva (2008), a mesma envolve algumas técnicas convencionais de preparação das amostras, tais como: lixamento, polimento e ataque químico com Nital 3% por 3 min. O ataque químico promove uma melhor visualização da microestrutura (tamanho e contorno de grãos e lamelas) do aço-carbono.

### 2.3. Análise de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE)

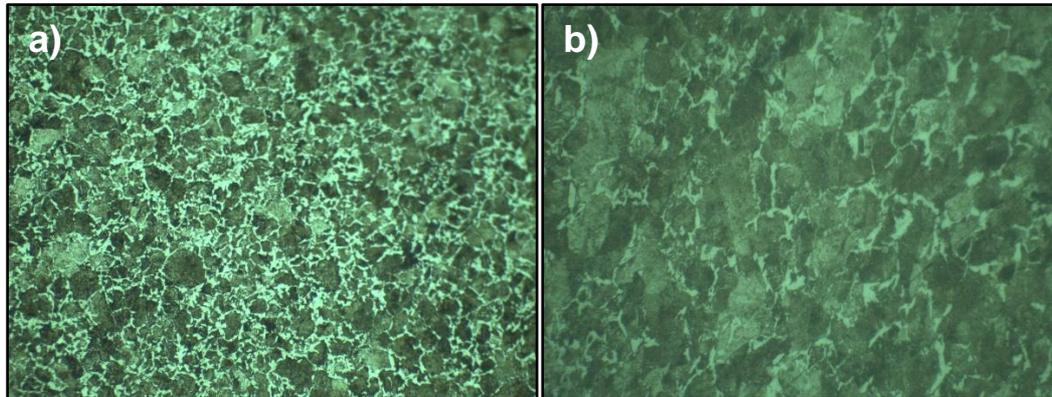
As amostras foram imersas em HCl (37%- Qhemis) por um período de 7 dias.

Os ensaios eletroquímicos de EIS foram realizados por um potenciostato *IVIUM Compactstat*, em uma célula eletroquímica convencional de 3 eletrodos, composto por um eletrodo de trabalho (aço- carbono embutido), um contra eletrodo de platina e um eletrodo de referência (fio de prata) em meio 1M HCl. Todos os testes foram realizados em temperatura ambiente.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Microscopia Óptica

Na figura 1 são mostradas as imagens micrográficas obtidas por microscopia óptica, após o ataque químico com Nital 3%, para as ampliações 200x e 400x, respectivamente.



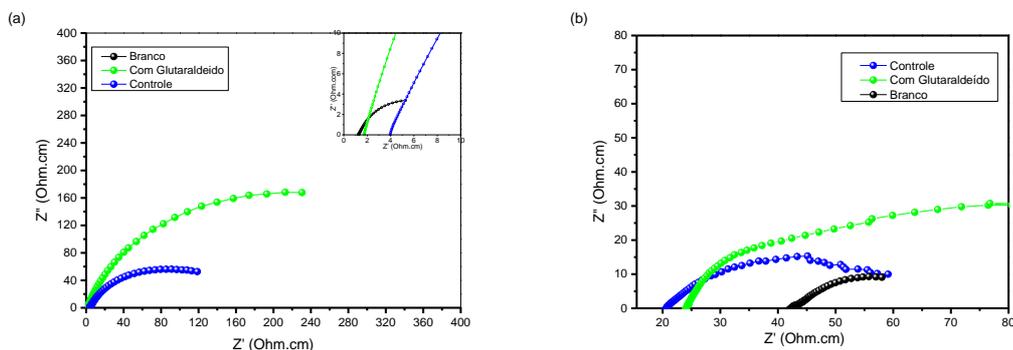
**Figura 1-** Micrografias nas ampliações 200x (a) e 400x (b) da amostra de aço-carbono sem revestimento.

Nas micrografias obtidas, podemos observar regiões que contém microconstituintes de perlita em matriz ferrítica que, segundo Silva et al. (2015), são típicas de aços médio carbono, como o SAE 1040.

### 3.2. Espectroscopia de Impedância Eletroquímica

As análises de EIS foram realizados para o aço- carbono na ausência e na presença do revestimento e do mesmo com glutaraldeído como agente reticulante para o 1º e 7º dia de exposição em meio HCl.

Os diagramas de Nyquist, figura 2 (a e b), apresentam um aumento no diâmetro do semicírculo para as amostras com revestimento em relação ao branco (sem revestimento). Quanto maior a resistência à polarização, menor a taxa de corrosão. A resistência à polarização representa a capacidade do revestimento de impedir a transferência de cargas na interface metal/solução (SOHAIL et al., 2020).



**Figura 2-** Diagrama de Nyquist para o aço- carbono imerso em HCl na ausência e na presença do revestimento (a) 1º Dia e (b) 7º Dia

## 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o aço SAE 1040 revelou características microestruturais típicas, como a presença de

microconstituintes de perlita em matriz ferrítica após o ataque químico com Nital 3%. Além disso, a aplicação do revestimento e a utilização de glutaraldeído como agente reticulante resultaram em um aumento na resistência à polarização, indicando uma maior capacidade de proteção contra a corrosão, mostrando que o reaox ultra tem um potencial promissor como revestimento protetor.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SHOJAEI, S.; ZANDI, M.; RASTAKHIZ, N. The Effect of Tetracycline Drug as a Green Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in HCl Media. **Journal of the Indian Chemical Society**, v. 99, n.10, 2022.

LIMA, E. F. S. **Propriedades Mecânicas e Resistência à Corrosão de Aços-Carbonos Aplicados na Indústria de Petróleo e Gás: Uma Revisão de Literatura**. 2022. Monografia (Engenharia Metalúrgica)- Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará.

MATOS, T. S.; PORTELLA, K. F.; HENKE, S. L.; BRAGANÇA, M. D. G. P.; BERRÊDO, A. C. S. Avaliação da Taxa de Corrosão do Aço Carbono 1040 em Solo por Modulação de Frequência Eletroquímica (EFM). **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, 2020.

LINHARES, B. G. **Avaliação do Desempenho da Proteção Contra Corrosão de Revestimentos Epóxi com Adição de Lignina por Meio de Ensaio Acelerado e de Corrosão Atmosférica**. 2022. Monografia (Engenharia Metalúrgica)- Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará.

JI, S.; GUI, H.; GUAN, G.; ZHOU, M.; GUO, Q.; TAN, M. Molecular Design and Copolymerization to Enhance the Anti-Corrosion Performance of Waterborne Acrylic Coatings. **Progress in Organic Coatings**, v. 153, 2021.

VERMA, C.; OLASUNKANMI, L.; AKPAN, E.; QURAIISHI, M.; DAGDAG, O.; GOURI, M.; SHERIF, E.; EBENSO, E. Epoxy Resins as Anticorrosive Polymeric Materials: A Review. **Reactive and Functional Polymers**, v. 156, 2020.

NARDELI, J. V. **Revestimentos de Poliuretanos Derivados de Óleos Vegetais com e sem Adição de Inibidores de Corrosão: Propriedades Químicas, Estruturais e de Resistência à Corrosão**. 2020. Tese (Química)- Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista.

WEI, H.; HEIDARSHENAS, B.; ZHOU, L.; HUSSAIN, G.; LI, Q.; OSTRIKOV, K. Green Inhibitors for Steel Corrosion in Acidic Environment: State of Art. **Materials Today Sustainability**, v. 10, 2020.

DROGARIA CATARINENSE. **REAOX ULTRA**. 23 jan. 2014. Acessado em 19 ago. 2023. Online. Disponível em: <https://www.drogariacatarinense.com.br/reaox-ultra-com-30-capsulas/>

SARAVANAKUMAR, T. et al. Exploring the corrosion inhibition of magnesium by coatings: Formulated with nano CeO<sub>2</sub> and ZnO particles. **Progress in Organic Coatings**, v. 129, n. December 2018, p. 32–42, 2019.

SILVA, A.; JABOUR, L.; SANTOS, E.; MARINS, L.; OLIVEIRA, J.; FERREIRA, L.; SANTOS, C. Estudo da Temperabilidade do Aço SAE 1040. In: **70º Congresso Anual da ABM- Internacional e ao 15º ENEMET**. Rio de Janeiro, 2015.

SOHAIL, M. G., et al. Electrochemical behavior of mild and corrosion resistant concrete reinforcing steels. **Construction and Building Materials**, v. 232, p. 117-205, 2020.