



Avaliação da inibição da corrosão do aço SAE1020 em ambiente com vapores de solução ácida

Silva, P. C.¹; Ferreira, E. A.^{1,2}; Sangi, D. P.²; Carvalho, S. A.³; da Silva, L.²; Huguenin, J. A. O.²

¹Universidade Federal Fluminense, Campus de Volta Redonda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica; ²Universidade Federal Fluminense, Campus de Volta Redonda, Instituto de Ciências Exatas;

³Universidade Federal Fluminense, Campus de Volta Redonda, Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica.

Palavras-chave: corrosão; aço SAE 1020; microscópio confocal; processamento de imagens.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre corrosão em ligas metálicas são amplamente realizados na engenharia metalúrgica e de materiais com aplicações industriais significativas. No cenário global as peças metálicas, especialmente as de aço, enfrentam desafios de corrosão durante o transporte e armazenamento, agravados por fatores ambientais como umidade e poluentes¹. Isso pode ser evitado não apenas controlando a atmosfera circundante, mas também empregando inibidores de corrosão voláteis^{1,2}. O aço SAE 1020 utilizado neste trabalho pertence ao grupo dos aços de baixa liga, caracterizando-se pela alta ductilidade, boa conformação e usinagem, mas com baixa resistência à corrosão. Devido à importância do controle do processo de corrosão em materiais metálicos foi proposto analisar, por microscopia confocal, a inibição da corrosão desse material em atmosfera contendo vapores de solução aquosa de HCl, usando um composto da classe dos oxazinasos.

METODOLOGIA

As amostras de aço SAE 1020 utilizadas nos ensaios de corrosão foram cortadas em um formato quadrangular. Para o lixamento das amostras, foi empregada a politriz metalográfica de 2 velocidades e 2 pratos – PL02ED com refrigeração à base de água. A granulometria das lixas utilizadas foi de 80, 220, 320, 600, 800, 1000 e 1200 mesh. Já na etapa do polimento, foi utilizado lubrificante especial para amostras metalográficas, juntamente com pastas de diamante de 6 μm e 3 μm , aplicadas na superfície das amostras com o auxílio de panos metalográficos específicos. A solução utilizada para gerar os vapores corrosivos foi a de HCl 10% (m/m)³ a 25 °C.

Para que fosse possível a análise do processo de corrosão do aço SAE 1020, com e sem a presença do inibidor, as amostras foram expostas aos vapores da solução ácida no recipiente apresentado na Figura 1. O compartimento é composto por uma tampa de plástico (1), fio de Nylon (2), amostra de aço 1020, pote de vidro (4) e solução aquosa de HCl (5) para simular a atmosfera corrosiva por um período de tempo de 3h (amostras 3 e 9), 5h (amostras 4 e 10), 10h (amostras 5 e 11) e 15h (amostras 7 e 12)⁴. As amostras 3, 4, 5 e 7 foram expostas a corrosão sem a presença do inibidor, já as amostras de 9 a 12 foram expostas a um inibidor volátil por 7 dias³, antes da adição da solução ácida no recipiente para teste de corrosão.

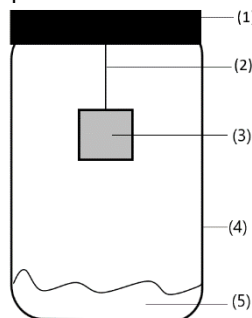
As informações de topografia e rugosidade superficial das amostras de aço SAE 1020, antes e depois do processo de corrosão, foram obtidas em escalas milimétricas a nanométricas pelo microscópio confocal interferométrico Leica DCM3D, o que auxilia na detecção de alterações devido à degradação. O perfil de altura foi então mapeado em uma imagem de nível de cinza de 8 bits, produzindo assim a imagem 2D. Para cada amostra, cada imagem 2D foi gerada para as superfícies antes e depois do processo de corrosão. Os dados do perfil de altura foram utilizados para calcular a rugosidade superficial de acordo com a norma DIN 4768. Foram utilizadas no total 8 amostras no experimento, sendo 4 para as análises de corrosão com inibidor e 4 para as análises sem a presença do inibidor. A rugosidade média final determinada entre todas as 8 amostras após polimento foi de 0,22 μm , com desvio padrão de $\pm 0,04 \mu\text{m}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos pelo microscópio confocal, pôde-se obter a rugosidade média das amostras antes e depois do processo de corrosão. Na Figura 2, para todas as amostras após serem expostas em atmosfera corrosiva sem a presença do inibidor, nota-se um aumento do parâmetro de rugosidade em relação às amostras não expostas a atmosfera corrosiva, indicando a alteração da superfície após o processo de corrosão. Estes resultados estão coerentes com os da literatura uma vez que o processo corrosivo proporciona um aumento da rugosidade da amostra metálica⁵.



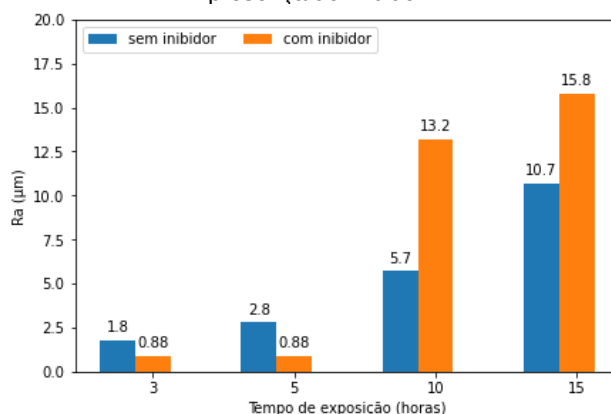
Figura 1 – Ilustração do recipiente utilizado nos ensaios de corrosão



Fonte: Próprio autor (2024).

Nota-se a eficiência do inibidor nas cinco primeiras horas de exposição do material na atmosfera corrosiva, visto que, foram obtidos resultados de rugosidade média (R_a) menores nesse intervalo de tempo quando comparados aos valores obtidos no processo de corrosão sem inibidor. Para os resultados após 10h de exposição, nota-se que o parâmetro apresentou um aumento em relação ao mesmo intervalo para o material corroído sem a presença do inibidor, mostrando que o composto volátil tende a acelerar a corrosão após este intervalo de tempo de exposição ao vapor da solução ácida.

Figura 2 – Resultados comparativos da rugosidade média (R_a) para as amostras após o processo de corrosão, com e sem a presença do inibidor



Fonte: Próprio autor (2024).

CONCLUSÕES

Os resultados de rugosidade obtidos através do microscópio confocal das amostras de aço SAE 1020 expostas aos vapores de solução ácida, com e sem a presença do inibidor volátil, auxiliaram no monitoramento de processos de corrosão. Como perspectiva futura será proposto analisar também as superfícies por elipsometria a fim de que o monitoramento de corrosão possa ser melhor entendido. Além disso, poderá ser utilizado também o padrão de *speckle* que incluem diversos parâmetros para processamento de imagens digitais em *Python*.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro e aos Laboratórios de Metalografia e de Óptica (EEIMVR/UFF) e ao de Multiusuários de Caracterização de Materiais (LMCM) ICEX/VFI/UFF.

REFERÊNCIAS

- [1] JR, M. A. V. *et al.* Corrosion protection of steel by volatile corrosion inhibitors: vapor analysis by gas-diffusion microextraction and mass loss and electrochemical impedance in NaCl deliquescence tests. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 10, p. 2038–2048, 2020.
- [2] ESTEVAO, L.; NASCIMENTO, R. Modifications in the volatilization rate of volatile corrosion inhibitors by means of host–guest systems. **Corrosion science**, v. 43, n. 6, p. 1133–1153, 2001.
- [3] JUNIOR, M. A. G. V. **Metodologias de avaliação do inibidor volátil de corrosão (VCI) na proteção do aço**. Tese (Doutorado em Química. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2018.
- [4] ESTEVÃO, L. R. M.; Nascimento, M. L. Ensaios de câmara úmida para avaliação de inibidores de corrosão voláteis. **Revista Brasileira de Engenharia**, v.28, p.123-130,2001.
- [5] JUNIOR, C. F. L. *et al.* Analysis of copper and zinc alloy surface by exposure to alcohol aqueous solutions and sugarcane liquor. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, n. 2, p. 2545–2556, 2020.