

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

AVALIAÇÃO DA TAXA DE CORROSÃO UNIFORME EM CUPONS DE PERDA DE MASSA SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS

Elaine Cristina Pereira¹ – elainecp@pq.uenf.br

Gustavo de Azevedo Barreto Gomes² – gustavoabgomes@pq.uenf.br

Angelus Giussepe Pereira da Silva³ – angelus@pq.uenf.br

¹⁻³ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Resumo. A corrosão é definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, que resulta de uma reação com o meio em que este se encontra. Uma técnica de monitoramento do processo corrosivo é o emprego de cupons de perda de massa. Os cupons produzidos por aço baixo carbono são largamente empregados em dutos de transporte de petróleo e seus derivados. Tais cupons fornecem pouca ou nenhuma informação quanto a diversos parâmetros. O tratamento térmico por ser um processo em que ocorrem alterações nas propriedades do material, pode ser um parâmetro influenciador na corrosão. O objetivo deste trabalho é determinar a taxa de corrosão uniforme em cupons de aço AISI 1010 após a realização de tratamentos térmicos de recozimento, normalização, têmpera e revenido. Após esses tratamentos térmicos, os cupons foram ensaiados em loop de corrosão, em água potável aerada, durante o período de trinta e cinco dias. Durante o ensaio de corrosão, foram coletadas medidas diárias de pH, oxigênio dissolvido e condutividade do fluido. O ensaio seguiu as normas NBR 6210 e NACE RP 0775. A corrosão uniforme que ocorreu é considerada moderada. As taxas de corrosão dos cupons tratados termicamente mostram uma tendência a redução quando comparado ao estado inicial.

Palavras-chave: Corrosão, Cupons, Tratamentos térmicos.

1. INTRODUÇÃO

A corrosão é definida como sendo um conjunto de fenômenos de deterioração progressiva dos materiais, principalmente dos materiais metálicos, em consequência de reações químicas ou eletroquímicas entre o material e o meio (Davis, 2000). Gentil (2003) afirma que a deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso.

Sendo a corrosão, em geral, um processo espontâneo, está constantemente transformando os materiais metálicos de modo que a durabilidade e desempenho dos mesmos deixam de satisfazer os fins a que se destinam. No seu todo esse fenômeno assume uma importância transcendental na vida moderna.

A corrosão pode ocorrer sob diferentes formas, e o conhecimento das mesmas é muito importante no estudo de processos corrosivos. Quando tal fenômeno se processa em toda a extensão da superfície do material, consistindo na perda uniforme de espessura, ele é denominado corrosão uniforme.

Atualmente, as empresas de monitoramento de corrosão adquirem cupons de diferentes tipos de fornecedores, e conforme observado em trabalhos prévios, pouca, ou nenhuma informação se tem quanto ao tipo de processamento durante a fabricação, a composição química, a microestrutura, o tamanho de grão, o tipo de tratamento térmico entre outros parâmetros e o quanto, podem alterar a confiabilidade dos resultados obtidos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes tipos de tratamentos térmicos nas taxas de corrosão uniforme em cupons de perda de massa de aço AISI 1010, após estes terem sido submetidos ao ensaio em loop de corrosão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, foram avaliados cupons de corrosão de aço carbono AISI 1010. A Tabela 1 mostra a composição química desse aço, que pode ser classificado como baixo carbono, de acordo com ASM Metals Handbook (1990). Foram utilizados um total de dez cupons. Tais cupons foram divididos em pares. Um par de cupons foi mantido na condição como foi recebido (sem realização de tratamentos térmicos) e os outros pares foram separados para cada tratamento térmico mostrado na Tab.1 e, posteriormente sendo submetidos aos ensaios de corrosão.

Os cupons foram submetidos aos tratamentos térmicos de recozimento, normalização, têmpera e têmpera/revenido, utilizando um forno mufla EDG 7000. Os tratamentos térmicos seguiram parâmetros de temperatura de austenitização, velocidade de aquecimento, permanência e meio de resfriamento, conforme detalhados na Tab. 1 (Chiaverini, 2002).

Tabela 1 – Parâmetros para realização dos tratamentos térmicos.

Tratamento Térmico	Austenitização (°C)	Velocidade (°C/min)	Permanência (h)	Meio de Resfriamento
Normalização	930	20	1	Ar
Recozimento	850	20	1	Dentro do forno
Têmpera	930	20	1	Água
Têmpera/Revenido	930/150	20	1/1	Água/forno

Foi realizado o ensaio em loop de corrosão dos cupons no estado como recebido e após os tratamentos térmicos já citados. A Figura 1 mostra os cupons que foram ensaiados em água potável aerada, durante o período de trinta e cinco dias. Durante o ensaio de corrosão, foram coletadas medidas diárias de pH, oxigênio dissolvido e condutividade do fluido, utilizando o analisador de água SensoDirect 150 da Lovibond.

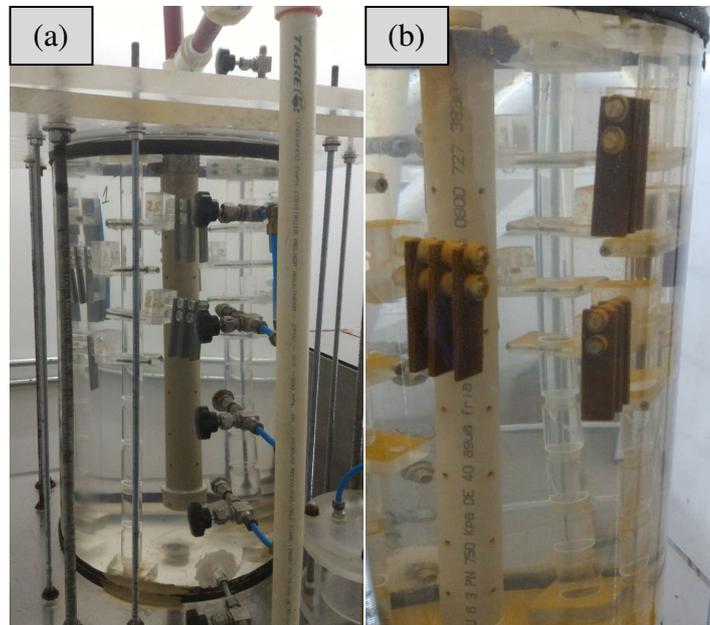


Figura 1 - (a) Célula de corrosão no primeiro dia e (b) célula de corrosão durante o ensaio.

Após o ensaio em loop de corrosão, os cupons foram submetidos à limpeza e decapagem ácida, com o intuito de eliminar a camada de óxido formada. Durante a decapagem foi adicionado um “cupom testemunho”, que tem como objetivo adicionar ao cálculo a massa perdida devido a própria decapagem.

A determinação da taxa de corrosão uniforme através da técnica de perda de massa foi feita de acordo com as normas NBR 6210 e NACE RP0775. Os resultados das taxas de corrosão foram tratados estatisticamente. A partir da aplicação da distribuição t de Student, foram obtidos intervalos de confiança para os cupons no estado inicial e para os cupons submetidos aos tratamentos térmicos. Foi usado 90% de nível de confiança.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o ensaio em loop de corrosão, a estabilidade de alguns parâmetros do fluido é de suma importância. Os teores de oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, se mantiveram nos intervalos de 1,5 à 3,5 mg/L, 6,68 à 7,10 e 101,3 à 108,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. A variação dos valores desses parâmetros pelo tempo de exposição dos cupons em água potável aerada é mostrada pelas Figs. 2, 3 e 4.

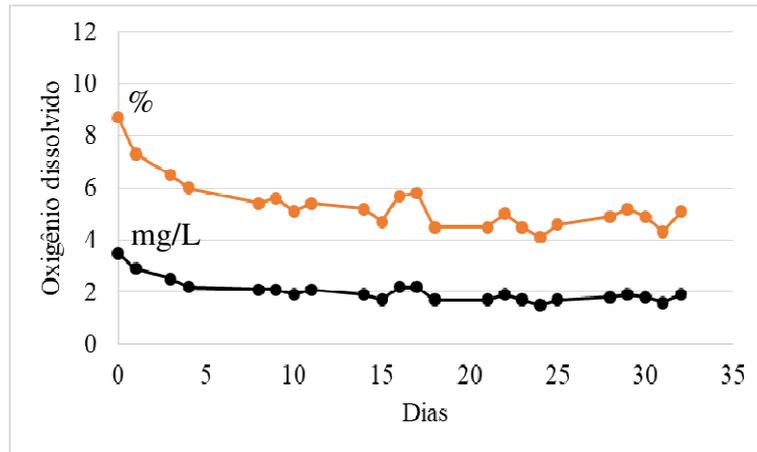


Figura 2 - Valores de oxigênio dissolvido coletados diariamente durante ensaio em loop de corrosão tendo fluido a água potável aerada.

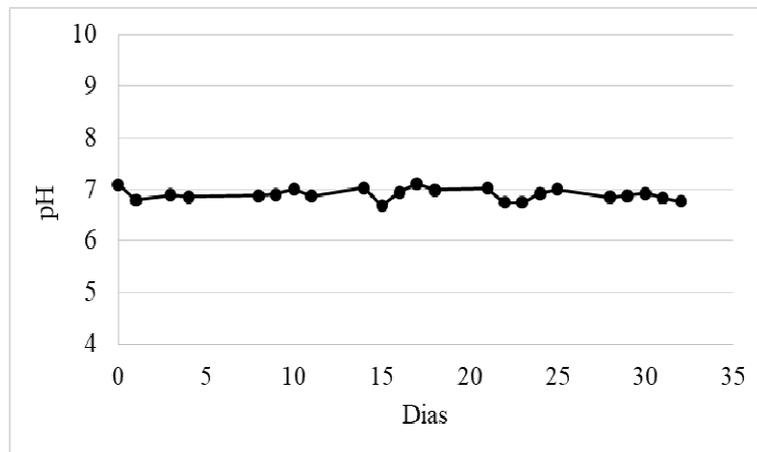


Figura 3 - Valores de pH coletados diariamente durante ensaio em loop de corrosão tendo fluido a água potável aerada.

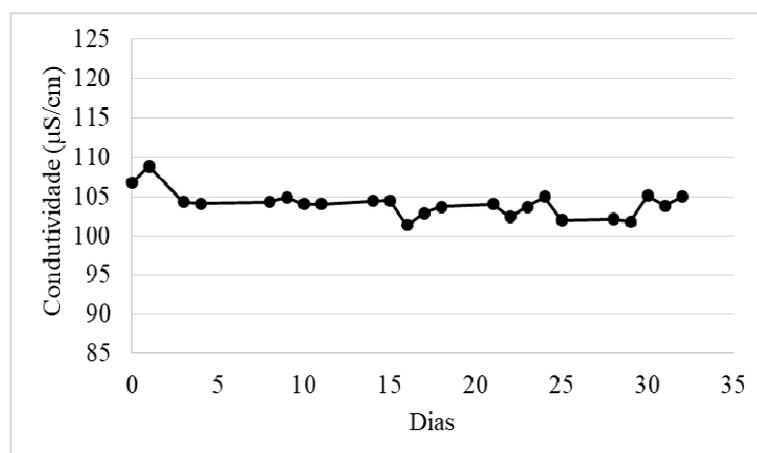


Figura 4 - Valores de condutividade coletados diariamente durante ensaio em loop de corrosão tendo fluido a água potável aerada.

A Figura 5 apresenta o aspecto macrográfico do par de cupons no estado como recebido (a), após tratamento térmico de recozimento (b), após limpeza, retirada de carepa e jateamento (c), após ensaio em loop de corrosão (d) e após decapagem química e limpeza final (e). Após tratamento térmico se observa formação de carepa. Posteriormente ao ensaio de corrosão, observa-se a formação de filme com coloração preta, que é a cor típica do óxido de ferro. Através de uma observação visual verificou-se que o tipo de corrosão predominante foi a uniforme, com a presença de poucos pites.



Figura 5 - (a) Cupons no estado como recebido, (b) após recozimento, (c) após limpeza e preparação, (d) após ensaio no loop de corrosão e (e) após decapagem e limpeza.

Os resultados das taxas de corrosão uniforme dos cupons no estado inicial e após os tratamentos térmicos de recozimento, normalização, têmpera e têmpera/revenido estão apresentados na Tab. 2. A Figura 6 apresenta os resultados das taxas de corrosão uniforme para cada tipo de tratamento térmico realizado, destacando a margem de erro (limite superior e inferior) obtida pelo intervalo de confiança.

Comparando os valores das taxas de corrosão dos cupons tratados termicamente em relação ao estado inicial, observa-se uma tendência a redução quando submetidos ao tratamento de recozimento, têmpera e têmpera/revenido. Comparando os tratamentos, evidenciados pelas duas últimas colunas da Fig. 6, verifica-se que o revenido não teve influência nas taxas de corrosão, pois o valor médio e a margem de erro das taxas de corrosão uniforme, encontradas para ambos os pares de cupons, é experimentalmente o mesmo.

Os valores para o tratamento de normalização mostram um alargamento do intervalo de confiança, quando comparado aos demais e, até o momento não existe nenhuma evidência para tal discrepância. Apesar das variações ressaltadas, de acordo com a NACE RP0775, para todos os cupons a corrosão uniforme é classificada qualitativamente como moderada.

Os resultados evidenciam que os tratamentos térmicos no aço AISI 1010 não afetam significativamente a resistência à corrosão uniforme dos cupons, quando submetidos às condições do presente trabalho.

Tabela 2 – Taxas médias de corrosão uniforme dos cupons

Cupom	Taxa corrosão (mm/ano)
Estado Inicial	0,0877
Recozimento	0,0776
Normalização	0,0757
Têmpera	0,0697
Têmpera/ Revenido	0,0696

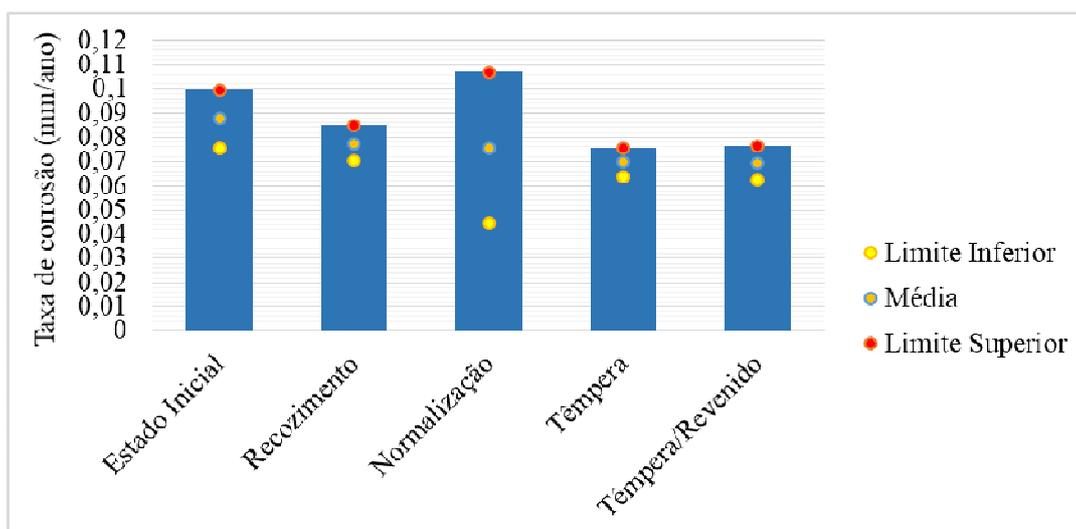


Figura 6 - Representação da taxa de corrosão uniforme dos cupons no estado inicial e após cada tipo de tratamento térmico realizado

4. CONCLUSÕES

- Os valores das taxas de corrosão dos cupons tratados termicamente por recozimento, têmpera e têmpera/revenido mostram uma tendência a redução quando comparado aos cupons do estado inicial.
- Os valores das taxas de corrosão dos cupons submetidos ao tratamento de têmpera e têmpera/revenido são comparáveis, mostrando que o revenido não teve influência na corrosão uniforme.
- Os valores das taxas de corrosão dos cupons submetidos ao tratamento de normalização mostram um intervalo de confiança mais elevado. Sugere-se, posteriormente, a realização de caracterização metalográfica destes cupons.
- A corrosão uniforme qualitativa é classificada como moderada para todos os cupons.

Agradecimentos

Agradecemos à Petrobras, UENF e ao CNPq por fomentar esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 6210 (2008) *Corrosão atmosférica. Materiais metálicos. Preparo, limpeza e determinação da taxa de corrosão de corpos-de-prova em ensaios de corrosão*. ISBN 978-85-07-01103-3, 9p.
- Chiaverini, V. (2002) *Aços e Ferros Fundidos*. 7 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM).
- Davis, J. (2000). *Corrosion: Understanding the Basics*. Materials Park, Ohio: ASM International.
- Gentil, V. (2003) *Corrosão*. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 341p.
- NACE RP0775-2005 (2005) *Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*, item nº 21017, ISBN 1-57590-086-6.

Abstract. *Corrosion is defined as the damage of a material, usually metallic, that results from a reaction with the environment. A technique of corrosion monitoring is the use of mass loss coupons. Coupons produced from low carbon steel are broadly used in oil transportation pipelines and their derivatives. Such coupons provide little or no information about various parameters. The heat treatment is a process in which changes in the properties of the material can be a corrosion influencer. The objective of this work is to determine the uniform corrosion rate in AISI 1010 steel coupons after the heat treatments of annealing, normalization, quenching and tempered. After these heat treatments, the coupons were tested in a corrosion loop in aerated potable water during the period of thirty-five days. During the corrosion test, daily measurements of pH, dissolved oxygen and conductivity of the fluid were collected. The test followed the standards NBR 6210 and NACE RP 0775. The uniform corrosion that occurred is considered moderate. The corrosion rates of heat treated coupons show a tendency to decrease when compared to the initial state.*

Keywords: *Corrosion, Coupons, Heat treatments.*