

# ÇAFRÃO DA TERRA E CRAVO DA ÍNDIA COMO INIBIDORES NATURAIS DE CORROSÃO

Emely Cristina Cunha<sup>1</sup>, Isabella Pacifico Aquino<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Centro Universitário FEI - SBC

emelycunha@yahoo.com.br, isabella.pacifico@fei.edu.br

**Resumo:** A corrosão gera grandes perdas econômicas no setor industrial. Neste trabalho, foi estudado o uso do açafirão da terra, do cravo da Índia e do sinergismo entre eles como inibidores naturais de corrosão para aço carbono 1020 em meio ácido. A caracterização foi avaliada através de procedimento ASTM G1, técnicas eletroquímicas e MEV. Os resultados sugerem que as moléculas presentes no açafirão da terra e no cravo da Índia se adsorvem na superfície metálica, reduzindo parcialmente a taxa de corrosão do aço.

## 1. Introdução

A deterioração do material metálico proveniente de sua interação com o meio denomina-se corrosão. Dessa forma, a corrosão é um dos principais motivos pelas perdas econômicas no setor industrial. O aço carbono, pela sua resistência mecânica, capacidade de deformação e baixo custo, é amplamente utilizado na indústria em diferentes aplicações. No entanto, este material metálico possui baixa resistência à corrosão, o que *reduz* seu desempenho e via útil. Dentre os métodos de proteção contra a corrosão destacam-se a proteção catódica e anódica, revestimentos metálicos, inibidores de corrosão e revestimentos orgânicos poliméricos (tintas) [1]. Em virtude da necessidade de inovação na área, o uso de inibidores naturais de corrosão torna-se proeminente, principalmente pelo perfil sustentável, baixo custo, não-tóxico e facilidade de obtenção da matéria-prima. Decorrente a complexidade e a variedade de compostos químicos encontrados nos extratos orgânicos, torna-se de grande valia o aumento de pesquisas para um mercado com grande demanda por produtos com o menor impacto ambiental [2].

## 2. Metodologia

Para o preparo de cada extrato, foram utilizados 50g de inibidor e 500 mL de etanol absoluto. Os extratos foram obtidos após 2 h de extração pelo método Soxhlet. Após o término, as soluções obtidas foram rotaevaporadas (70 °C e 70 rpm). Os extratos brutos foram diluídos em 10 mL de etanol absoluto e armazenados na geladeira. Os ensaios de perda foram realizados segundo a norma ASTM G1 (2003) imergindo totalmente os corpos-de-prova de aço carbono 1020, com dimensão de 2,5x2,5x0,2 cm, em solução de HCl 0,5 mol/L durante 2 horas e sem agitação, na presença e ausência do inibidor natural de corrosão. As concentrações de inibidores estudadas foram 0,5; 1; 2; 2,5 e 3 g/L. A taxa de corrosão ( $v_{corr}$ ) foi calculada segundo a equação 1. A eficiência do inibidor ( $\eta$ ) de corrosão foi determinada segundo a equação (2).

$$v_{corr} = \frac{m_{inicial} - m_{final}}{A \cdot \Delta t} = \frac{\Delta m}{A \cdot \Delta t} \quad (1)$$

$$\eta (\%) = \frac{n_s - n_c}{n_s} \times 100 \quad (2)$$

Onde:  $\eta$  = eficiência do inibidor em porcentagem,  $n_s$  = taxa de corrosão sem uso do inibidor e  $n_c$  = taxa de corrosão com uso de inibidor.

As técnicas eletroquímicas utilizadas para caracterização dos inibidores naturais de corrosão para aço carbono em meio ácido foram potencial de circuito aberto e curvas de polarização. Para os ensaios, utilizou-se uma célula eletroquímica convencional de três eletrodos (flat cell). Como eletrodo de referência foi utilizado o eletrodo de Ag,AgCl|KCl sat. Como contra-eletrodo, foi utilizada uma folha de platina de 15 cm<sup>2</sup> de área exposta. As amostras de aço-carbono, tratadas superficialmente com área exposta de 1 cm<sup>2</sup>, foram utilizadas como eletrodo de trabalho. Os ensaios foram realizados nas mesmas concentrações dos ensaios de perda de massa. Os ensaios eletroquímicos foram iniciados com as medidas de potencial de circuito aberto (Eoc) por 5400s para estabilização do potencial. As curvas de polarização potenciodinâmicas catódicas e anódicas foram realizadas de -250mV a +250mV, em relação ao Eoc, com velocidade de varredura igual a 0,5mV/s.

Com o objetivo de analisar a influência do inibidor natural sobre a superfície do metal das amostras de aço carbono, foram feitas análises por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

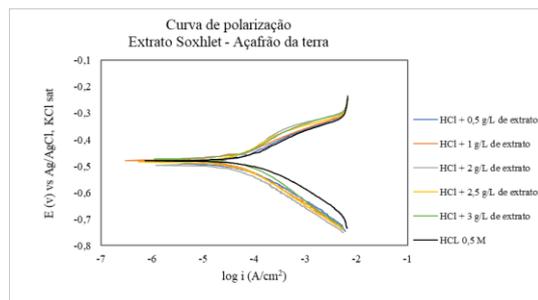
## 3. Resultados

Na Tabela I é possível observar a  $v_{corr}$  para o aço carbono na ausência e na presença dos inibidores naturais de corrosão, assim como a eficiência de inibição correspondente para cada concentração estudada. Nota-se que para o extrato de açafirão, a concentração de 2 g/L apresentou a maior redução da  $v_{corr}$  e maior eficiência de inibição, 63,2 %. Para o extrato de cravo da Índia ocorreu uma redução na velocidade de corrosão do aço carbono com o aumento da sua concentração, sendo a concentração de 3 g/L a mais significativa. Observa-se que o sinergismo entre as melhores condições de cada inibidor gera uma redução significativa e uma maior eficiência, 72,3 %, quando comparado com a atuação individual de cada inibidor, comprovando o efeito sinérgico entre o cravo da Índia e o açafirão da terra.

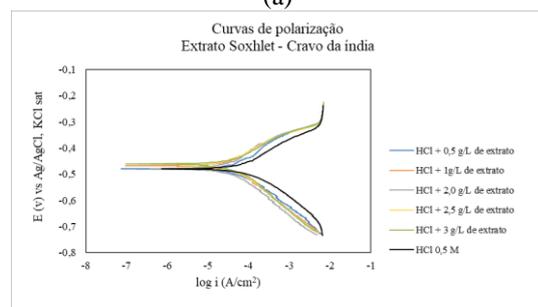
Tabela I – Velocidade de corrosão e eficiência de inibição para o extrato de açafrão da terra e cravo da índia como inibidores em diferentes concentrações

Concentração (g de extrato/L de HCl 0,5M)	$v_{corr}$ ( $mg/cm^2 \cdot h$ )	Eficiência do inibidor (%)
<b>Branco</b>		
-	$0,223 \pm 0,045$	-
<b>Açafrão da Terra</b>		
0,5	0,114	$48,6 \pm 1,9$
1	0,082	$63,1 \pm 0,1$
2	0,082	$63,2 \pm 1,5$
2,5	0,085	$61,6 \pm 0,7$
3	0,085	$61,9 \pm 1,2$
<b>Cravo da Índia</b>		
0,5	0,135	$39,5 \pm 0,1$
1	0,094	$57,85 \pm 0,6$
2	0,084	$62,42 \pm 0,8$
2,5	0,09	$59,65 \pm 0,4$
3	0,081	$63,64 \pm 0,5$
<b>Sinergismo</b>		
2 g/L açafrão + 3 g/L de cravo	0,062	$72,3 \pm 2,7$

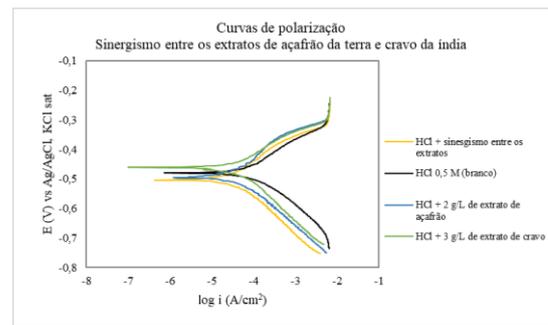
As Figuras 1a, 1b e 1c mostram as curvas de polarização na ausência e presença dos inibidores para todas as concentrações estudadas. É possível observar a redução da densidade de corrente de corrosão em relação à curva na ausência do inibidor, indicando a diminuição das reações anódicas e catódicas quando ambos os inibidores são empregados no meio ácido bem como o sinergismo entre o cravo da índia e o açafrão da terra na melhor concentração. A partir das curvas foi possível classificar os extratos do açafrão, do cravo e o seu sinergismo como inibidores de corrosão do tipo misto, pois é possível observar um aumento na polarização das curvas anódicas e catódicas na presença dos inibidores em relação à curva na ausência dos inibidores. Destaca-se também a menor densidade de corrosão para o sinergismo do açafrão da terra com o cravo da índia, comprovando os resultados



(a)



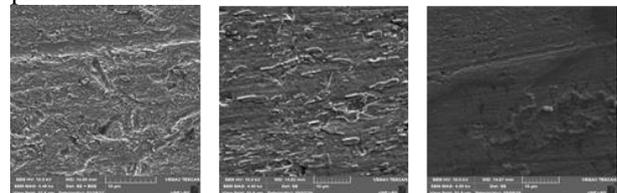
(b)



(c)

Figura 1 – Curva de polarização para o extrato de açafrão da terra (a), cravo da Índia (b) e para o sinergismo entre a melhor concentração de cada extrato.

Na Figura 2a observa-se a superfície do aço atacada pelo meio ácido na ausência de inibidor. Na presença de extrato, Figuras 2b e 2c, nota-se a redução do processo corrosivo. Portanto, confirma-se a adsorção de ambos os inibidores na superfície do metal que retardam o processo de corrosão.



(a)

(b)

(c)

Figura 2 – Micrografias do aço-carbono 1020 em meio de HCl 0,5 mol/L (a) sem extrato, (b) com extrato de açafrão (2 g/L) e (c) com extrato do cravo da Índia (3 g/L).

#### 4. Conclusões

Os extratos de açafrão da terra e cravo da Índia apresentaram um razoável efeito inibidor de corrosão para o aço carbono 1020 em meio de HCl 0,5 M. Porém, apenas o sinergismo entre os inibidores pode ser classificado como um inibidor efetivo por apresentar uma eficiência superior ao recomendado pela literatura, 70 %. Os resultados dos ensaios gravimétricos, eletroquímicos e da MEV mostraram a ação protetora destes inibidores naturais de corrosão que ocorrem por meio da adsorção de substâncias inibidoras sobre a superfície do metal.

#### 5. Referências

- [1] GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996. 335p.
- [2] FELIPE, M. B. M. C.; MACIEL, M. A. M.; MEDEIROS, S. R. B.; SILVA, D. R. Revista Virtual de Química. v. 5, n° 4, p. 746-758, 2013.

#### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI - SBC pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos. Ao Laboratório de Eletroquímica e Corrosão – LEC da USP pela microscopia eletrônica de varredura (MEV).

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/17 a 08/18.