INTERCORR2008_043

Avaliação do Ácido Glicônico como Inibidor de Corrosão para Ligas de Alumínio 1200L

Nelson Medeiros Lima Filho[1], Eliane Bezerra de Moraes Medeiros[1].

Abstract

Organic acids have been studied for their excellent inhibition properties on corrosion of metals in different media. The present work evaluated the effects of some organic inhibitors as manitol, sorbitol, glycerol, and giving emphasis to gluconic acid as corrosion inhibitor of aluminum 1200L alloy, employed in the construction of solar heaters. The inhibition effects were investigated by weight loss. The tests of weight loss were performed at 30, 38, 45, and 55°C in a glass rector with magnetic agitation at constant speed and thermostatic bath. In each test three parallel sheets of 1.8 cm x 1.8 cm x 0.1 cm were immersed in 250 mL 1 HCl with and without the addition of different concentration of inhibitors varying in the range of 0.1 v/v% to 10 v/v%. The results indicated that the protection film formed by adsorption of the inhibitors suffered the influence of several factors, such as the speed of the fluid, concentration of the employed inhibitor, temperature of the system, substrate type, contact time between the inhibitor and metal surface, and the composition of the fluid of the system. It was observed that, from all the evaluated species concentrations, the best results were for gluconic acid. It presented an efficiency of 93.54% at 30°C at a concentration of 5 v/v%.

Keywords: corrosion, inhibitors, adsorption, gluconic acid, aluminum 1200L alloy

Resumo

Ácidos orgânicos, por exemplo, têm sidos alvos de muitos estudos que apontam para suas excelentes propriedades inibidoras em diversos meios corrosivos (artigo ano). O presente trabalho aborda a avaliação dos efeitos de alguns inibidores orgânicos (manitol, sorbitol, glicerol), dando ênfase à aplicação do ácido glicônico como inibidor de corrosão da liga de alumínio 1200L, aplicada à construção de um aquecedor solar. A intensidade do processo corrosivo foi acompanhada pelo método de perda de massa. Os ensaios de perda de massa foram realizados a 30°C, 38ºC, 45ºC e 55ºC, em reator de vidro com agitação magnética constante e banho Maria termostatizado. Sendo utilizados, em cada ensaio, três corpos de prova de mesma dimensão (1,8 x 1,8 x 0,1 cm), imersos em 250 mL de solução de ácido clorídrico (1M) e concentrações de inibidores variando de 0,1% v/v a 10% v/v. Os resultados mostraram que as películas de proteção ocasionadas pelos inibidores de adsorção são afetadas por diversos fatores, tais como velocidade de fluido, concentração do inibidor usado, temperatura do sistema, tipo de substrato, tempo de contato entre o inibidor e a superfície metálica e a composição do fluido do sistema. Observou-se que, em todas as concentrações das substâncias estudadas, a propriedade inibidora do ácido glicônico foi superior, apresentando uma eficiência de 93,54% a 30ºC na concentração de 5%v/v.

Palavras-chave: corrosão, inibidores, adsorção, ácido glicônico, liga de alumínio 1200L**.**

1 Doutor, Engenharia Química – Universidade Federal de Pernambuco

Introdução

Os inibidores de corrosão são fundamentais em vários seguimentos industriais, dos quais podemos destacar: o setor de autopeças, a aviação, a construção civil, os minerodutos, na indústria de petróleo e gás segundo Martins (2007), e mais recentemente aplicados, como protetores, em aquecedores solares para fluido escoando com reciclo.
As ligas de alumínio têm uma reconhecida importância econômica e industrial por ser de baixo custo, baixo peso e alta condutividade elétrica e boa resistência à corrosão uniforme, devido à formação de um filme protetor (passivação), em exposição à atmosfera e a água. No entanto, a presença de íons cloreto quebra essa passividade causando a corrosão por pite (corrosão localizada). Inibidores orgânicos e inorgânicos podem ser usados na prevenção da corrosão por pite.
Os inibidores de adsorção têm a capacidade de formar películas sobre áreas anódicas e catódicas, interferindo com ação eletroquímica. Neste grupo estão incluídas substâncias orgânicas com átomos de oxigênio, nitrogênio ou enxofre (Li et al. 2008), podendo-se citar os polióis, aldeídos, aminas, compostos heterocíclicos nitrogenados, uréia e tiouréia substituídas.
As películas de proteção ocasionadas pelos inibidores de adsorção são importantes para manter as taxas de corrosão abaixo do limite desejado, evitando assim o vazamento de produtos para o meio ambiente e a perda de produção. E para o seu bom desempenho são levados em conta fatores como: pH do meio, peso molecular, temperatura, pressão, velocidade de escoamento do fluido, entre outros (Gentil, 2003).
O presente trabalho tem como objetivo a avaliação de alguns inibidores orgânicos (manitol, sorbitol, glicerol e ácido glicônico) utilizados para proteção da liga de alumínio 1200L em presença de ácido clorídrico a 1M. Para tanto foram realizados ensaios de perda de massa considerando as suas eficiências em relação ao tipo de inibidor orgânico e sua concentração, e a temperatura do meio, considerando a agitação e concentração inicial de ácido clorídrico constantes.

Metodologia

A eficiência dos inibidores de corrosão foi avaliada, empregando-se ensaios de perda de massa. Os ensaios de perda de massa foram realizados à temperatura ambiente (30ºC) e nas temperaturas de 38ºC, 45ºC e 55ºC, utilizando-se recipientes de vidro (béquer) com agitação constante da solução mediante o uso de agitador magnético para os ensaios a temperatura ambiente. Já para o estudo do efeito da temperatura, utilizou-se um banho Maria termostatizado. Foram usados em cada ensaio três corpos de prova imersos em 250 mL de uma solução contendo HCl a 1mol/L e concentrações de inibidor variando de 0,1% a 10% (v/v), exceto no caso do inibidor comercial (TECNOX22) fornecido pela Empresa HIDROSERVICE, que foi adicionado puro. Os corpos de prova com dimensões média de 1,8 x 1,8 x 0,1 cm, e orifício de 0,25cm para fixação. Sendo estes lixados, desengordurados, lavados com água destilada, etanol, secos e pesados com precisão de quatro casas decimais. A intensidade do processo corrosivo foi expressa a partir do cálculo da perda de massa, em gramas por centímetros quadrados (g/cm^2), empregando-se a Equação 1:

$$PW = \frac{(W_0 - W_t)}{A} \qquad (1)$$

Onde W_0 é a massa inicial do corpo de prova em g, W_t a massa no tempo de exposição ″t″ do corpo de prova em g, ″A″ a área exposta em cm^2. Como valor final, utilizou-se a média das perdas de massa obtidas para os três corpos de prova.

A eficiência dos inibidores de corrosão foi avaliada empregando-se ensaios de perda de massa, adotando a Equação 2 (Mu et al., 2006), como forma comum e prática de definir matematicamente a eficiência do inibidor de corrosão,:

$$E(\%) = \frac{\left(W_{com,inib} - W_{sem,inib}\right)}{W_{com,inib}} x100\% \qquad (2)$$

Para ser eficiente, portanto, um inibidor de corrosão deve reduzir significativamente a perda de massa que ocorre num sistema a ser analisado quanto a sua carga corrosiva.

A Figura 1 mostra alguns cupons utilizados nos ensaios de perda de massa, onde foram verificados os desgastes da placa sem inibidor e a conservação das placas com o inibidor ácido glicônico, o comercial e o glicerol, nas mesmas condições operacionais (concentração de 10% do inibidor, agitação magnética e a concentração do ácido clorídrico a 1mol/L).

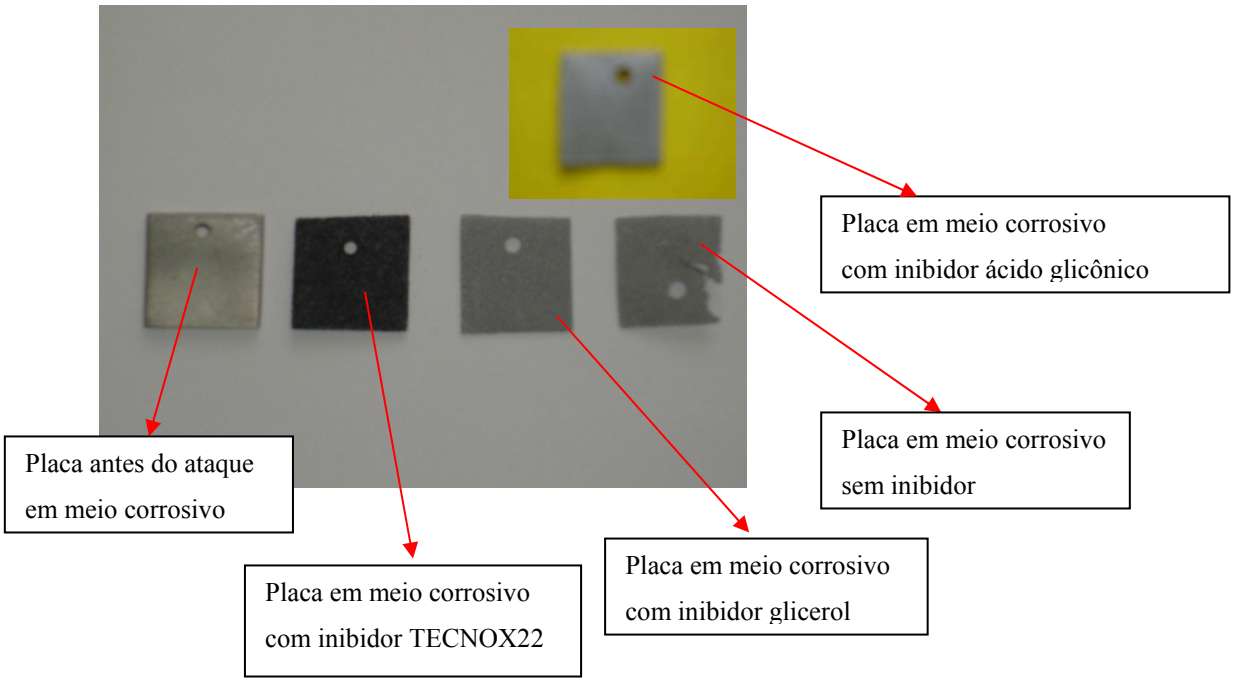

Figura 1 - Alguns cupons utilizados nos ensaios de perda de massa

Resultados

As eficiências dos inibidores de corrosão foram avaliadas a partir da perda de massa monitorada através de uma balança analítica de precisão de quatro casas decimais, sendo as reações desenvolvidas em meio extremamente corrosivo atuando sobre os eletrodos metálicos.

Os resultados obtidos para os quatros inibidores testados são apresentados na Figura 2.

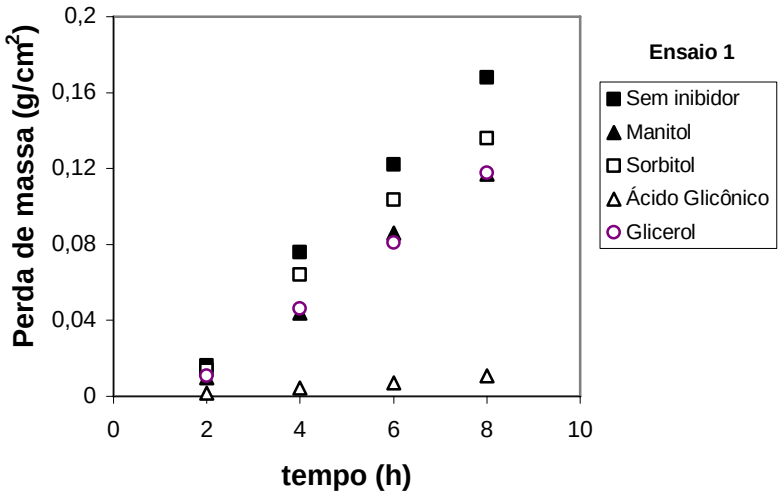

Figura 2 – Variação da perda de massa com o tempo de cupons de alumínio 1200L em solução 1mol/L de HCl para diferentes inibidores a 10% e 30°C

Os resultados comprovam que as películas de proteção ocasionadas pelos inibidores de adsorção são afetadas por diversos fatores, tais como velocidade de fluido, concentração do inibidor usado, temperatura do sistema, tipo de substrato eficaz para adsorção do inibidor, tempo de contato entre o inibidor e a superfície metálica e a composição do fluido do sistema. Os valores das respectivas eficiências dos inibidores testados são apresentados conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados Obtidos para diversos Inibidores Avaliados. Condições Operatórias: Temperatura de 30ºC, com Agitação, Ácido Clorídrico a 1 mol/L

Inibidor	**Eficiência (%)**	**Concentração (%)**
Manitol	35,35	10
Sorbitol	16,49	10
Glicerol	34,38	10
Ácido Glicônico	93,59	5
*TECNOX22 (Comercial)	96,84	Concentrado

A avaliação da influência da concentração ótima do glicerol, em função da perda de massa, mostra um resultado inverso ao esperado, conforme mostrar a Figura 3.

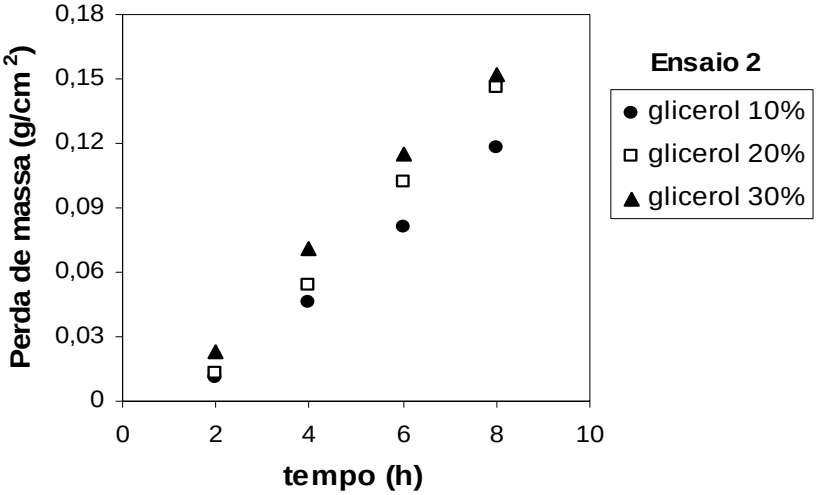

Figura 3 – Variação da perda de massa com o tempo de placas de alumínio 1200L em solução 1mol/L de HCl com diferentes concentrações do inibidor glicerol a temperatura de 30°C.

O efeito da eficiência do inibidor (glicerol) na temperatura ambiente (30ºC) é apresentado na Tabela 2, verificando um efeito inverso da eficiência do inibidor com o aumento da concentração do mesmo, podendo ser explicado pelo fato de que a concentração do inibidor está acima da concentração crítica, causando uma diminuição na eficiência do inibidor.

Tabela 2 – Resultados Obtidos para Concentrações do Inibidor Glicerol. Condições Operatórias: Temperatura de 30ºC, Com Agitação, Ácido Clorídrico a 1 mol/L

Inibidor	**Eficiência (%)**	**Concentração (%)**
Glicerol	34,38	10
Glicerol	20,16	20
Glicerol	5,52	30

Os ensaios de perda de massa realizados para avaliação da influência da concentração do inibidor (ácido glicônico) à temperatura ambiente (30ºC), utilizando-se as mesmas condições de operação com agitação constante da solução mediante o uso de agitador magnético, são mostrados na Figura 4 e na Tabela 3. A eficiência satisfatória do inibidor (ácido glicônico) com o aumento da concentração é uma perspectiva remarcada, Figura 5, possibilitando a constatação do efeito para as concentrações de 5% e 10% praticamente idênticas. Fato este que nos levou a utilizar a concentração ótima de 5% do inibidor para o estudo da influência da temperatura do meio.

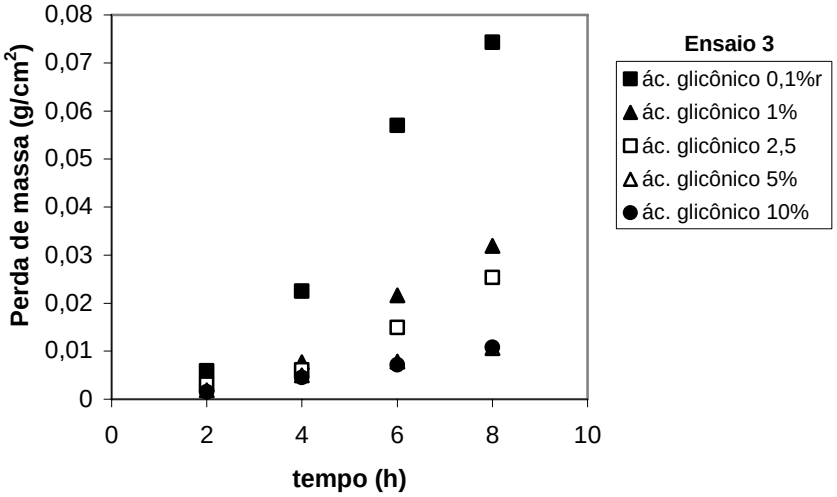

Figura 4 – Variação da perda de massa com o tempo de cupons de alumínio 1200L em solução 1mol/L de HCl com diferentes concentrações do inibidor ácido glicônico a 5%

Tabela 3 – Resultados obtidos para concentrações do inibidor (ácido glicônico). Condições operatórias: temperatura de 30ºC, com agitação, ácido clorídrico a 1 mol/L

Inibidor	Eficiência (%)	Concentração (%)
Ácido Glicônico	60,80	0,1
Ácido Glicônico	83,54	1,0
Ácido Glicônico	88,23	2,5
Ácido Glicônico	93,54	5,0
Ácido Glicônico	93,94	10,0

O ácido glicônico inibiu a corrosão da liga de alumínio 1200L com concentração relativamente pequena. A eficiência máxima foi de aproximadamente 96% com concentração do ácido glicônico de 5% em v/v e meio contendo solução de ácido clorídrico a 1M, numa temperatura de 30ºC. A Figura 5 mostra também que a eficiência de inibição aumenta com a concentração de inibidor, mas quando a concentração alcança aproximadamente 10% em v/v nas mesmas condições, os valores da eficiência não mudam.

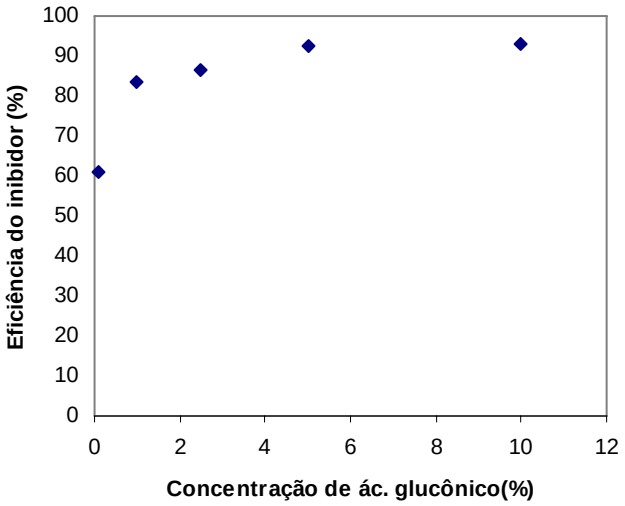

Figura 5 – Eficiência do inibidor (ácido glicônico) em função de sua concentração a 30°C.

O efeito da temperatura na corrosão da liga de alumínio em presença de solução de HCl 1mol/L foi estudado para as temperaturas de 30°C, 38°C, 45°C e 55°C conforme mostra a Figura 6. Observa-se que, para a concentração ótima de 5%, há uma diminuição na eficiência do inibidor com o aumento da temperatura.

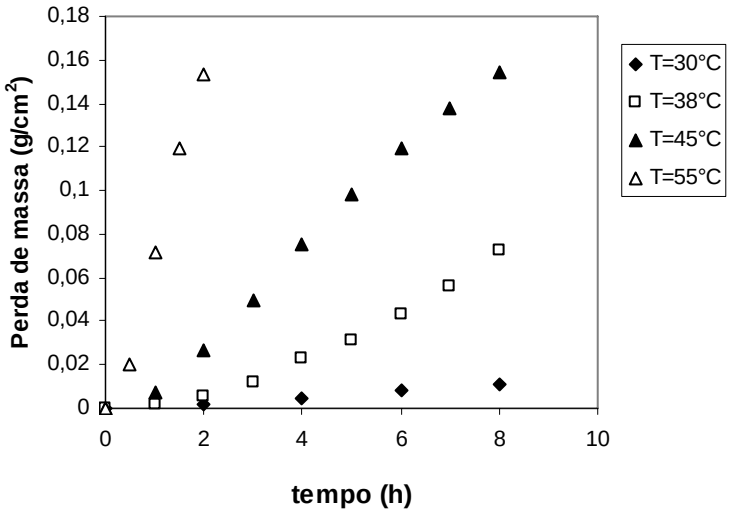

Figura 6 – Variação da perda de massa com o tempo de cupons de alumínio 1200L em solução 1mol/L de HCl a diferentes temperaturas em presença do inibidor ácido glicônico a 5%

Conclusões

O estudo experimental desenvolvido mostrou a solução de ácido glicônico a 10% como um excelente inibidor, quando da comparação de sua eficiência (93,94%) em relação a outros inibidores testados em solução a 10% v/v (sorbitol, manitol, glicerol e comercial) nas mesmas condições de operação: concentração do meio corrosivo usando uma solução de ácido clorídrico (1mol/L de HCl a 30°C), concentração do inibidor e temperatura do meio, quando testados para ligas de alumínio 1200L. Observou-se também uma estabilização significativa da eficiência do inibidor (ácido glicônico), quando da diminuição da concentração do mesmo a 5% v/v obtendo uma eficiência praticamente constante com o valor de 93,54%. A partir deste resultado estudou-se o efeito da temperatura na velocidade de corrosão para a concentração de solução de ácido glicônico a 5% v/v, mantendo a concentração do meio em 1mol/L de HCl. Concluí-se que o inibidor ácido glicônico pode ser considerado eficiente a proteção da liga de alumínio 1200L em meio ácido a 30°C.

Referências bibliográficas

1. Martins, C. A., "Corrosão & Proteção, Inibidores de Corrosão", Ano 4 – n° 14, Mar/Abr. 2007.

2. Mu, G., Li, X., Qu, Q. and Zhou, J., "Molybdate and tungstate as corrosion inhibitors for cold rolling steel in hydrochloric acid solution", *Corrosion Science*, 48, 445-459, 2006.

3. Li, X. Deng, S., Mu, G., Fu, H., Yang, F., "Inhibition effect of nonionic surfactant on the corrosion of cold rolled steel in hydrochloric acid", *Corrosion Science*, 50, 420-430, 2008.

4. Gentil, V. **Corrosão.** 4 Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p212, 2003.