Portugaliae Electrochimica Acta 24 (2006) 323-335

PORTUGALIAE ELECTROCHIMICA ACTA

Benzotriazole and Tolytriazole as Corrosion Inhibitors of Carbon Steel 1008 in Sulfuric Acid

Douglas K. da Silva,[a,b] Gisele C.B. Ribas, [b] Maico T. da Cunha,[a,b] Silvia M.L. Agostinho,[b] Paulo R.P. Rodrigues[a] *

[a] GPEL – Electrochemical Research Group of DEQ / UNICENTRO – Department of Chemistry / State University of the Center-West , Guarapuava - Paraná, Brazil
[b] IQUSP – Institute of Chemistry of the University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil

18 June 2004; Accepted 19 June 2006

Abstract
In this work the characteristics of corrosion and inhibition of 1008 stainless steel in 0.5 mol.L^{-1} H_2SO_4 were investigated by physical and electrochemical methods. Organic compounds containing the heteroatom of N as benzotriazole (BTAH), tolytriazole (TTAH) and mixtures of BTAH + TTAH were used as corrosion inhibitors. The techniques used were: open circuit potential, anodic potentiodynamic polarization measurements, chronoamperometry, electrochemical impedance spectroscopy, weight loss and optical microscopy. The anodic polarization showed that the increase of both concentrations BTAH or TTAH diminishes the current density in all the potential anodic range studied; these results together with the weight loss measurements suggest that the inhibitors act by blocking the surface and that the interaction among them is only of destructive nature when inhibiting efficiency is approximated 100%, revealing that at low concentration both inhibitors act without affecting the mechanisms of the cathodic processes, but the anodic polarization curves in presence of the TTAH showed a strong inhibitive effect in all the potential range studied. However, both gravimetric and electrochemical results suggest a synergic effect for the inhibitive efficiency of the mixture 1.10^{-3} mol.L^{-1} BTAH + 1.10^{-3} mol.L^{-1} TTAH.

Keywords: carbon steel 1008, corrosion, inhibitor, sulfuric acid, benzotriazole, tolytriazole.

Introdução

Compostos orgânicos contendo heteroátomos, como nitrogênio e enxofre são usualmente empregados como inibidores de corrosão metálica [1,2,3]. Compostos heterocíclicos, triazólicos, em particular, o benzotriazol (BTAH) e o tolitriazol (TTAH), vêm sendo investigados como inibidores de corrosão para materiais ferrosos [4-10].

Nobe [7] estudou o efeito de compostos triazólicos na interface Fe/H^+. Foi mostrado, a partir de curvas de polarização, que o BTAH e o TTAH inibem a

* Corresponding author. E-mail address: prprodrigues@unicentro.br

reação H^+/H_2 sobre substrato de ferro, em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}, embora não afetem, o mecanismo da referida reação. Os estudos de polarização anódica mostraram que a eficiência inibidora depende da concentração: o BTAH é melhor inibidor do que o TTAH a concentração mais elevada (20 mmol.L^{-1}), enquanto a baixas concentrações (0.1 mmol.L^{-1}) o comportamento se inverte. Estudos realizados por Rodrigues [4] mostraram que o comportamento do BTAH para a interfase aço carbono / ácido sulfúrico despende da concentração deste ácido: uma solução contendo 1.0 mmol.L^{-1} de BTAH exerce efeito catalisador em meio de H_2SO_4 2.0 mol.L^{-1}, enquanto a sua ação inibidora é notável em H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}. O efeito do BTAH, em diferentes concentrações, na corrosão do aço baixo carbono em meio de H_2SO_4 1.0 mol.L^{-1} foi estudado por Gomma [10], empregando polarização potenciodinâmica a baixa velocidade de varredura. A máxima eficiência inibidora igual a 98.5% foi obtida para BTAH 9×10^{-3} mol.L^{-1}. Santos [6] verificou que a ação inibidora do BTAH para aço carbono em meio de H_2SO_4 não ultrapassa 98%, em virtude da presença de inclusões neste material. Este trabalho tem como objetivo estudar a ação do BTAH, do TTAH e de misturas BTAH-TTAH como inibidores de corrosão para o aço carbono 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}.

Parte experimental

Materiais

O benzotriazol, o tolitriazol e o ácido sulfúrico empregados foram de grau analítico.

A composição química das amostras de aço carbono ABNT 1008 estudadas é apresentada na Tabela 1. As análises químicas da composição elementar do aço carbono ABNT 1008, foram executadas com espectrômetro de emissão atômica marca Spectro e através de técnicas de microanálise.

Tabela 1. Composição química do aço carbono 1008.

Elemento	C	Mn	P	S	Fe
% m/m	0.08	0.330	0.048	0.021	99.52

Medidas gravimétricas

Para os ensaios gravimétricos as amostras de aço carbono ABNT 1008 apresentavam uma área média de 25 cm^2. As amostras foram previamente lixadas com lixas de SiC (carbeto de silício) de grana 320, 400 e 600, sucessivamente, lavadas com água e etanol e secas a ar quente. Todos os experimentos foram repetidos pelo menos 3 vezes.

Análise morfológica da superfície

As análises da superfície foram feitas empregando um microscópio óptico, modelo Olympus BX41M e um microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo XL-30 da marca Philips.

Nas análises ópticas o polimento prévio das amostras de aço carbono 1008 foi executado utilizando pasta de diamante de 1 μm.

Estudos eletroquímicos

Nos estudos eletroquímicos, a área do eletrodo de trabalho de aço 1008 era de 1 cm^2. Foram utilizados como eletrodos de referência o eletrodo de sulfato mercuroso (ESM), e como auxiliar o de platina, de área média de 20 cm^2.

Nas medidas potenciostáticas anódicas e catódicas empregou-se um potenciostato desenvolvido pelo grupo que é descrito anteriormente [11] e nos ensaios de impedância eletroquímica empregou-se um potenciostato / galvanostato / frequencímetro da Gamry, modelo PC4/EIS 300, acoplado a um microcomputador para aquisição de dados. Todas as curvas de polarização foram levantadas a partir do potencial de corrosão (E_{corr}), isto é, o potencial de circuito aberto "quase" estacionário.

Para obtenção dos diagramas de impedância aguardou-se a estabilização do E_{corr} e aplicou-se um potencial de – 900 mV/ESM. Esperou-se a estabilização da densidade de corrente neste potencial aplicado e executou-se uma perturbação de $\pm$ 5 mV.

Os voltímetros empregados nas medidas de circuito aberto e potenciostáticas eram de 4 ½ dígitos da Minipa modelo ET-2200.

Temperatura de trabalho

Todos os experimentos foram feitos a temperatura ambiente de (19 ± 1) ºC.

Resultados e discussão

Ensaios gravimétricos

Os resultados de perda de massa foram convertidos na forma de velocidade de corrosão (v_{corr}) de acordo com a equação I

$$v_{corr} = (\Delta m/A \, . \, \Delta t) \qquad (I)$$

onde v_{corr} = velocidade de corrosão, em $g.cm^{-2}.s^{-1}$; A = área da amostra de aço carbono 1008, em cm^{-2}; Δt = intervalo de tempo de imersão da amostra de aço carbono 1008 em segundos (s).

Os resultados para a imersão em meio de H_2SO_4 0.5 $mol.L^{-1}$, na ausência e presença de BTAH ou TTAH e das misturas BTAH + TTAH são apresentados na Tabela 2 na forma de eficiência inibidora. Estes valores correspondem a uma corrosão generalizada, tanto na ausência quanto na presença de BTAH e/ou TTAH, o que foi constatado pelos valores constante de velocidade de corrosão (v_{corr}) num intervalo de tempo compreendido entre 30 minutos e 2 horas.

A eficiência inibidora (θ) foi calculada de acordo com a equação II:

$$\theta = [(v_{corr} - v_{corr\,(I)}) / v_{corr}] \, . \, 100 \qquad (II)$$

onde: θ = eficiência inibidora do composto orgânico; v_{corr} = velocidade de corrosão na ausência do composto orgânico, em $g.cm^{-2}.s^{-1}$; $v_{corr(I)}$ = velocidade de corrosão na presença do composto orgânico, em $g.cm^{-2}.s^{-1}$.

Tabela 2. Eficiência inibidora (%) obtida a partir dos ensaios gravimétricos para o aço carbono ABNT 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}, na presença de BTAH, TTAH e BTAH + TTAH.

	[BTAH] / mol.L^{-1}		
[TTAH] / mol.L^{-1}	0	1×10^{-3}	1×10^{-2}
0	0	33 ± 2	80 ± 2
1×10^{-3}	42 ± 2	74 ± 3	94 ± 5
1×10^{-2}	94 ± 4	96 ± 2	88 ± 2

Através da Tabela 2, se verifica, para todas as concentrações estudadas de BTAH e TTAH, a ação inibidora destes compostos para o aço carbono ABNT 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}. Ressalta-se o efeito aditivo na ação inibidora para misturas de BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} (θ = 74%) quando comparada à ação apenas do BTAH (33%) e do TTAH (42%) na mesma concentração. Observa-se, por outro lado, que nas duas concentrações estudadas (1×10^{-2} mol.L^{-1} e 1×10^{-3} mol.L^{-1}) o TTAH é mais eficiente que o BTAH. Nota-se ainda que para concentrações iguais a 1×10^{-2} mol.L^{-1} a mistura TTAH-BTAH se apresentou com menor eficiência do que os inibidores separadamente.

Análise morfológica da superfície, por microscopia óptica

A Fig. 1 corresponde à microscopia do aço carbono 1008 após polimento até pasta diâmetro de 1 μm. Observam-se inclusões alveolares e alongadas.

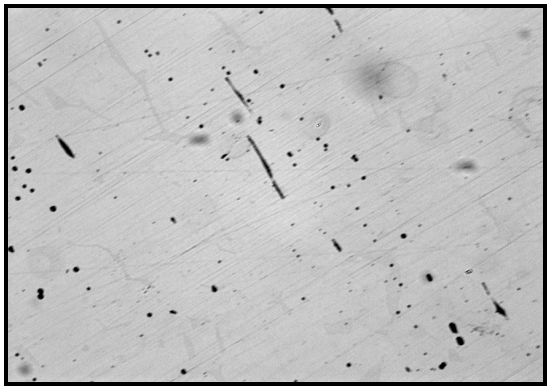


Figura 1. Micrografia óptica do aço carbono 1008 após polimento até pasta diamante de 1 μm. Aumento de 1000 ×.

Na Tabela 3 são apresentadas a área média examinada, a área média de inclusões e a percentagem de inclusões para um total de seis análises realizadas. Observa-se uma média de (1.6 ± 0.4)% de área superficial ocupada por inclusões.

Tabela 3. Análise quantitativa do percentual de número de inclusões presentes em uma área média da superfície da amostra do aço carbono 1008.

Número de análises	Área média examinada (1) / μm^2	Área média de inclusões (2) / μm^2	Relação: {(2) / (1)}*100
06	107352.1	1741.99 ± 413.21	1.6 ± 0.4

Análise morfológica da superfície, por microscopia eletrônica de varredura
Nas Fig. 2.1 a 2.6 são apresentadas as micrografias do aço carbono 1008 após imersão em H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na ausência e presença de BTAH e de TTAH nas duas concentrações estudadas.

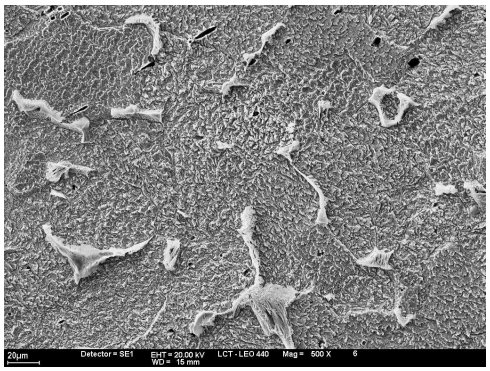


Figura 2.1. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na ausência de inibidores – 500 ×.

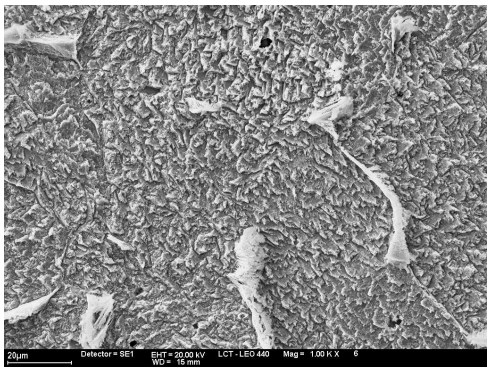


Figura 2.2. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na ausência de inibidores –1000 ×.

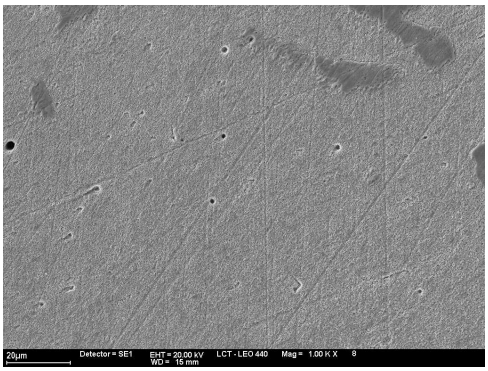


Figura 2.3. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na presença de BTAH 10^{-3} M – 1000 ×.

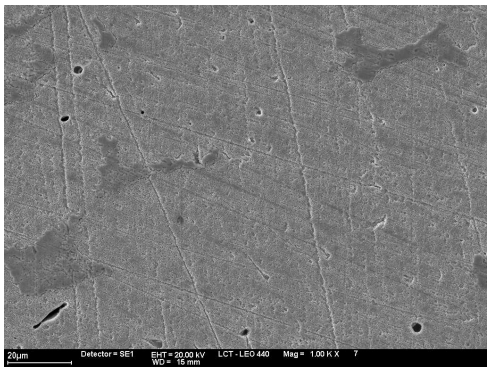


Figura 2.4. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na presença de BTAH 10^{-2} M –1000 ×.



Figura 2.5. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na presença de TTAH 10^{-2} M – 1000 ×.

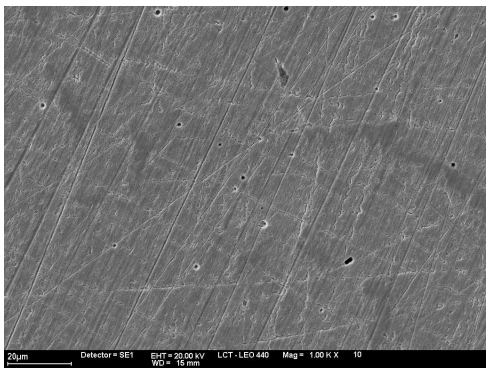


Figura 2.6. Aço 1008 atacado por H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na presença de TTAH 10^{-2} M – 1000 ×.

As Fig. 2.1 e 2.2 apresentam um ataque generalizado onde se vêem ilhas de ferlita dentro de uma matriz tipicamente ferrítica. As ilhas ferríticas se encontram em relevo, mostrando que o ataque é muito maior interno sobre a fase ferrítica.
Nas Fig. 2.3 a 2.6 se constata a ação dos inibidores BTAH e TTAH, a ponto de as estruturas ferríticas e perlítica não serem reveladas. Vê-se, também, uma inibição maior a uma maior concentração. Os pontos de inclusão mostrados nestas micrografias indicam que os inibidores BTAH e TTAH não inibem o processo de dissolução das mesmas.
Nas Fig. 3.1 e 3.2 são apresentadas às análises quantitativas por EDS (dispersão de energia), do ponto de inclusão (2.1) e matriz da superfície do aço carbono 1008 (2.2).

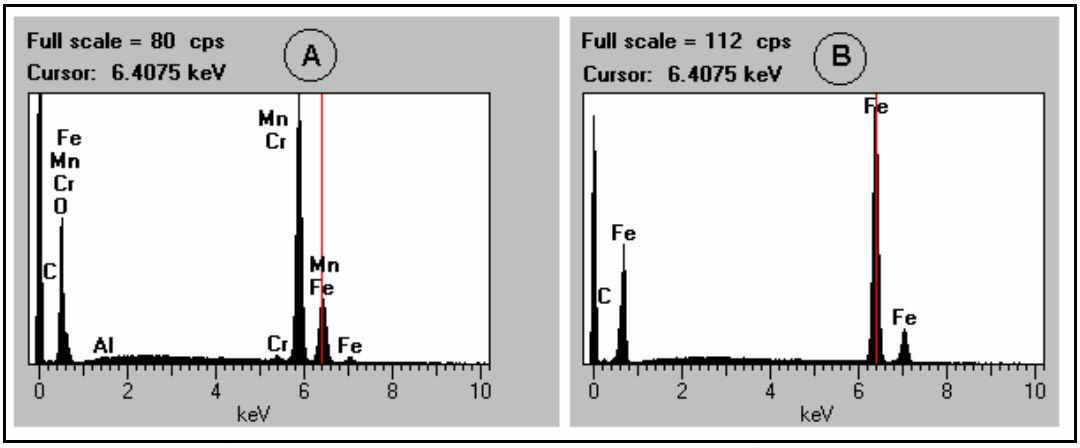


Figura 3.1 Figura 3.2

Figura 3. Análise quantitativa por EDS de ponto de inclusão ainda presente na matriz (3.1) e matriz da superfície do aço carbono 1008 (3.2).
Na Tabela 4 são apresentados quantitativamente os valores dos elementos constituintes da inclusão e da matriz, levando em conta a área superficial exposta do aço.

Tabela 4. Resultado da análise por EDS dos espectros da Fig. 2.

Ponto de análise	Percentual atômico dos elementos (%)					
	C	O	Al	Cr	Mn	Fe
A) inclusão	0.05	51.2	0.30	0.62	39.9	7.86
B) matriz	0.08	--	--	--	--	99.92

Curvas de polarização potenciostáticas

Curvas de polarização potenciostática anódica

As curvas de polarização potenciostática anódicas para o aço carbono ABNT 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 $mol.L^{-1}$, contendo diferentes concentrações de BTAH, TTAH e misturas BTAH + TTAH, são apresentadas nas Fig. 4 a 7.

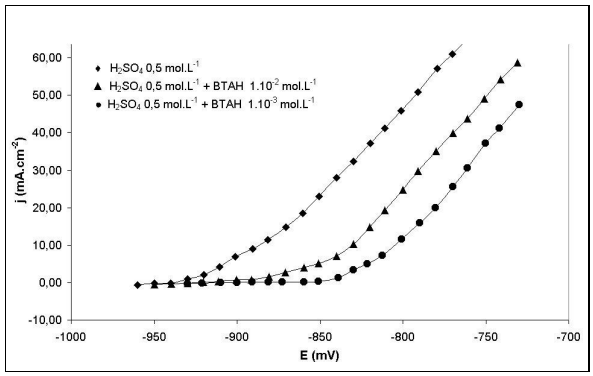


Figura 4. Curvas de polarização potenciostática anódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (●) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}.

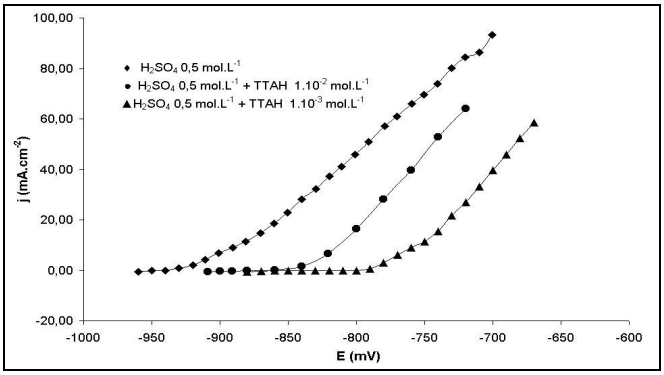


Figura 5. Curvas de polarização potenciostática anódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (●) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}.

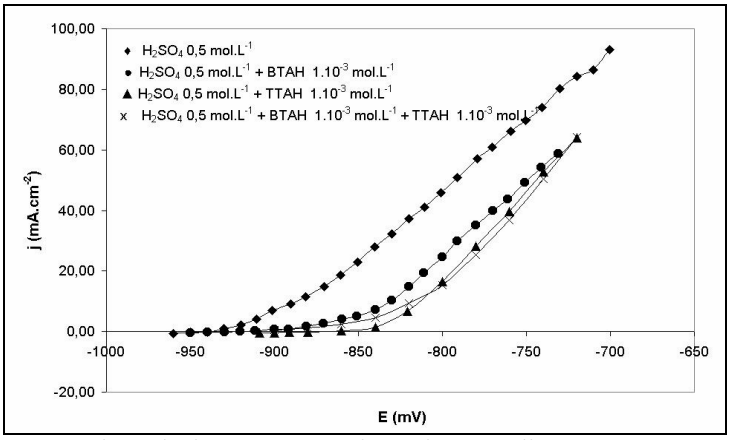


Figura 6. Curvas de polarização potenciostática anódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (●) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (×) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1.10^{-3} mol.L^{-1}.

Nas Fig. 4 e 5 verifica-se que o aumento da concentração do BTAH e TTAH diminui a densidade de corrente por toda extensão de potencial anódico estudada, indicando uma maior eficiência inibidora.

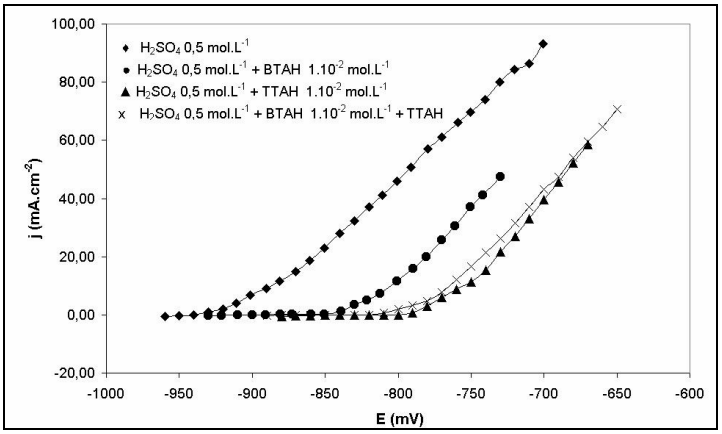


Figura 7. Curvas de polarização potenciostática anódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (•) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}; (×) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1} + TTAH 1.10^{-2} mol.L^{-1}.

Na Fig. 6 se observa, para uma concentração de inibidor igual a 1×10^{-3} mol.L^{-1}, que o TTAH e a mistura BTAH + TTAH apresentam eficiência inibidora comparável e maior do que quando se emprega apenas BTAH.
Na Fig. 7 é observado o mesmo comportamento, para a concentração 1×10^{-2} mol.L^{-1} de inibidor.

Curvas de polarização potenciostática catódica
As curvas de polarização potenciostáticas catódicas para o aço carbono ABNT 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} na ausência e presença de BTAH, TTAH e misturas BTAH + TTAH, são apresentadas nas Fig. 8 a 11.

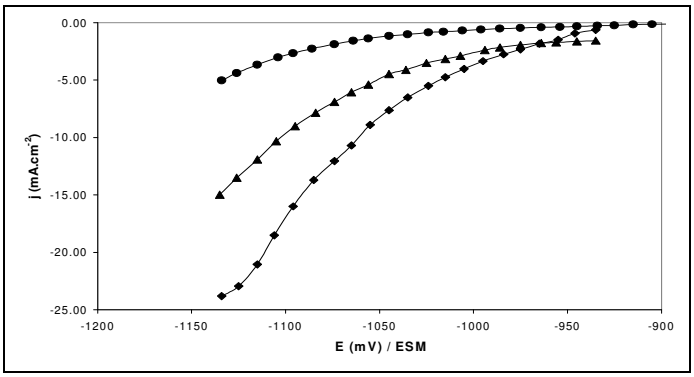


Figura 8. Curvas de polarização potenciostática catódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (•) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}.

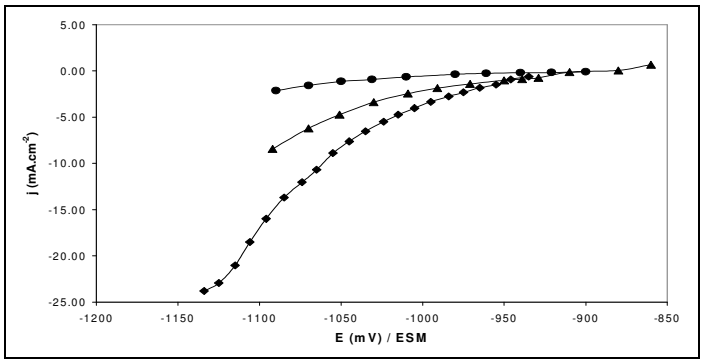


Figura 9. Curvas de polarização potenciostática catódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (•) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}.

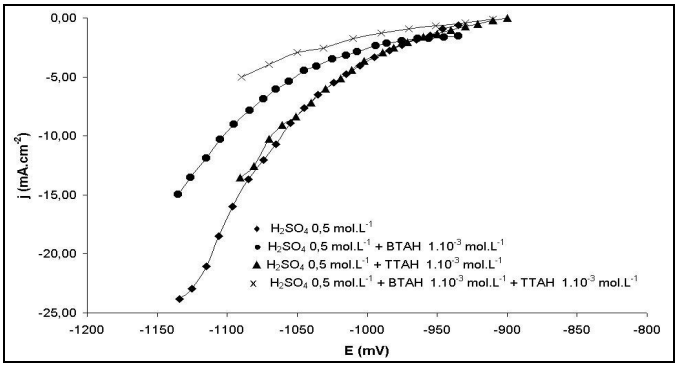


Figura 10. Curvas de polarização potenciostática catódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (•) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (×) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}.

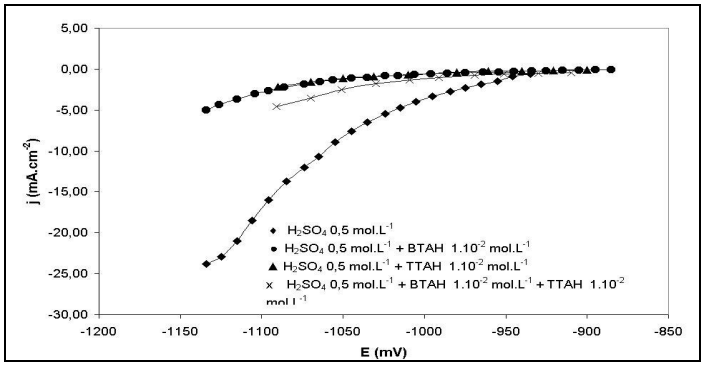


Figura 11. Curvas de polarização potenciostática catódica para o aço carbono ABNT 1008 em meio de: (♦) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (•) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}; (▲) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}; (×) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-2} mol.L^{-1}.

Nota-se nas Fig. 8 e 9 que quanto maior a concentração de BTAH ou TTAH na solução de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}, menor a densidade de corrente registrada, sugerindo uma maior ação inibidora.

Na Fig. 10 se verifica que a densidade de corrente em toda a região de potencial catódico estudado é menor para o sistema com a mistura BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}, em relação ao sistema apenas contendo BTAH 1.10^{-3} mol.L^{-1} ou TTAH.
Na Fig. 11 nota-se que na presença de compostos orgânicos a uma concentração de 1×10^{-2} mol.L^{-1} ou na mistura dos mesmos, a densidade de corrente é menor em toda região de potencial catódico estudada, quando se compara com o sistema sem inibidor, mas a mistura BTAH + TTAH inibe menos do que os inibidores separadamente. Curvas de Tafel para a polarização catódica em quatro meios estudados (H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}, H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}, H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} e H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}), obtidas a uma sobretensão superior a 100 mV em relação ao E_{corr} mostraram dentro de uma precisão de 10% igual ao coeficiente angular. Estes resultados aliados aos gravimétricos sugerem que estes inibidores atuem por bloqueio de superfície e que a interação entre eles só é destrutiva, quando $\theta \rightarrow 1$. Em baixa concentração, eles se adsorvem independentemente sem afetar o mecanismo dos processos catódicos. Esta análise é apenas qualitativa, uma vez que o meio é naturalmente aerado, com a presença de mais de um processo de redução.

Curvas cronoamperométricas

Na Fig. 12 são apresentadas as curvas cronoamperométricas para o aço carbono 1008 nos diferentes meios estudados, a uma sobretensão anódica de 50 mV a partir do E_{corr}. Os resultados mostram que a cinética de adsorção dos inibidores é rápida e que o valor estacionário de corrente é obtido em um intervalo menor de tempo quanto maior a concentração de BTAH ou TTAH. Observa-se ainda que o TTAH se mostra melhor inibidor do que o BTAH.

Diagramas de impedância eletroquímica

Os resultados de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) são apresentados na Fig. 13, para todos os meios de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} sem e com BTAH, TTAH e BTAH + TTAH a concentração de 1×10^{-3} mol.L^{-1} para E = -900 mV / ESM.

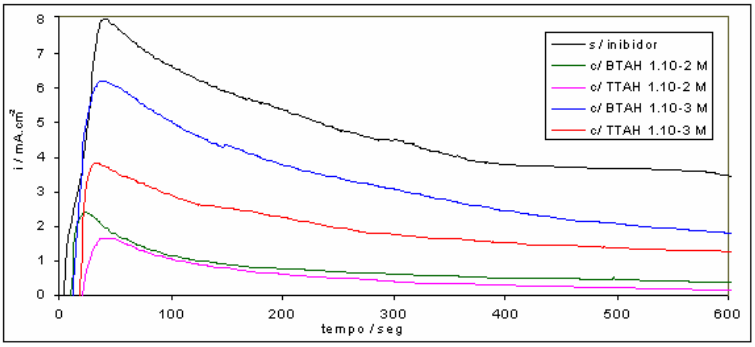


Figura 12. Cronoamperogramas a uma sobretensão anódica de 50 mV a partir do E_{corr} para o aço carbono 1008 em meio de ácido sulfúrico 0.5 mol.L^{-1} na ausência e presença dos inibidores.

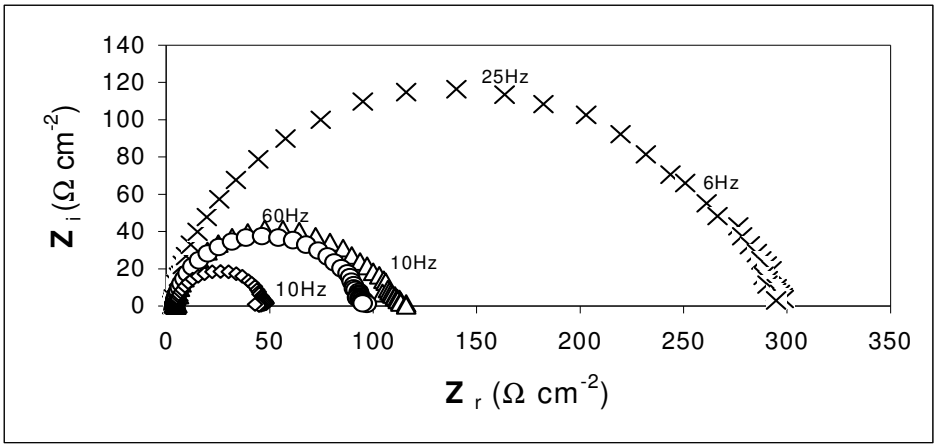


Figura 13. Diagramas de impedância eletroquímica para o aço carbono 1008 em meio de: (◊) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}; (○) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (Δ) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}; (×) H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} + BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}.

Os diagramas de EIE da Fig. 13 mostram que a resistência de polarização (Rp), aumenta na presença de inibidores. Ressalta-se o fato de que o maior valor de Rp foi registrado para a mistura BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}, confirmando o efeito sinérgico inibidor observado nas medidas gravimétricas e nas curvas de polarização potenciostáticas catódicas do aço carbono ABNT 1008 em meio H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}.

Conclusões

1) O aço carbono 1008 estudado apresentou um número médio de inclusões correspondente a 1.6% de área superficial analisada.
2) O benzotriazol (BTAH) e o tolitriazol (TTAH) mostram-se inibidores de corrosão para o aço carbono ABNT 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}.
3) A máxima eficiência observada, igual a (96±2)%, corresponde a uma concentração igual a 1×10^{-2} mol.L^{-1} de BTAH e de TTAH, respectivamente. O grau de recobrimento máximo coincide com outros dados da literatura e com a área superficial livre de inclusões.
4) O TTAH se mostrou melhor inibidor para o processo de oxidação do aço em todo o intervalo de potencial estudado.
5) A mistura BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} demonstrou um efeito sinérgico na inibição da corrosão do aço 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1}, no potencial de corrosão (por ensaios gravimétricos) e para o processo catódico em toda a região de potencial estudada neste trabalho.
6) Valores de R_p, obtidas por EIE, a um potencial igual a -900 mV / ESM, mais positivo do que os valores de E_{corr} das interfases estudadas, também mostraram que a mistura BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} apresentou melhor eficiência inibidora que os inibidores separadamente.

Agradecimentos:
À fundação Araucária (PR) e a Finep pelo auxílio e apoio a esta pesquisa. Ao CNPq pela concessão das bolsas de mestrado.

Benzotriazol e Tolitriazol como Inibidores de Corrosão para o Aço Carbono 1008 em Ácido Sulfúrico

Resumo

Neste trabalho as características de corrosão e inibição do aço carbono 1008 em meio de H_2SO_4 0.5 mol.L^{-1} foram investigadas por métodos físicos e eletroquímicos. Nos estudos de inibição da corrosão empregaram-se compostos orgânicos contendo heteroátomo de N, como o benzotriazol (BTAH), tolitriazol (TTAH) e misturas BTAH + TTAH. As técnicas empregadas nos estudos foram: medidas de potencial de circuito aberto, curvas de polarização potenciodinâmica anódica, curvas de cronoamperometria, diagramas de impedância, perdas de massa e análise óptica de superfícies. Os resultados de polarização anódica mostraram que o aumento da concentração do BTAH e TTAH diminui a densidade de corrente por toda extensão de potencial estudado; estes resultados, associados aos gravimétricos, sugerem que estes inibidores atuem por bloqueio de superfície e que a interação entre eles só é destrutiva quando a eficiência inibidora é próxima de 100 %, demonstrando que em baixa concentração, o BTAH e o TTAH se adsorvem independentemente sem afetar o mecanismo dos processos catódicos. As curvas de polarização anódica mostram uma atuação inibidora acentuada para o TTAH, em todo o intervalo de potencial estudado; entretanto, os ensaios gravimétricos e os ensaios eletroquímicos mostraram um efeito sinérgico em relação à eficiência inibidora para a mistura de BTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1} + TTAH 1×10^{-3} mol.L^{-1}.

Palavras-chave: aço carbono 1008, corrosão, inibidor, ácido sulfúrico, benzotriazol, tolitriazol.

Referências

1. G. Trabanelli, Corrosion Mechanisms, (F. Mansfeld) New York, Marcel Dekker (1987).
2. P. Spinelli and G. Hoxha, "Evaluation of Armco iron corrosion rate by impedance techniques", 9th European Congress on Corrosion, Utrecht, The Netherlands, 2/6 oct., p. FU-15 (1989).
3. S. Brinic, Z. Grubac, R. Babic and Metikos-Hukovic, "Study of the thiourea adsorption on iron in acid solution", Proceedings of the 8th European Symposium on Corrosion Inhibitors (7SEIC), Ann. Univ. Ferrara, v. 1, p. 197 (1995).
4. P.R.P. Rodrigues, "O benzotriazol como inibidor de corrosão para o ferro e ligas ferrosas em meio de ácido sulfúrico", Tese de Doutorado, IQUSP – São Paulo, SP (1997).
5. M.T. Cunha, "Estudo comparativo dos inibidores benzotriazol e tolitriazol na oxidação de materiais ferrosos em meio de ácido sulfúrico", Dissertação de Mestrado, IQUSP – São Paulo, SP (2003).

6. I.V.S. Santos, "Filme de Benzotriazol sobre Materiais Ferrosos: Formação, Resistência, Efeito de Aditivos e do Transporte de Massa", Dissertação de Mestrado, IQUSP – São Paulo, SP (2003).
7. K. Nobe, N. Elkadar, *Corrosion* 37 (1981) 4.
8. K. Nobe, N. Elkadar, *Corrosion* 36 (1981) 5.
9. K. Nobe, N. Elkadar, *Corrosion* 32 (1976).
10. G.K. Gomma, *Materials Chemistry and Physica* 56 (1998).
11. M.T. Cunha, P.R.P. Rodrigues, S.M.L. Agostinho, "Construção de um potenciostato com interface de baixo custo para medidas eletroquímicas", Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica, Araraquara, São Paulo (2000).