



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102019015605-8 A2



(22) Data do Depósito: 29/07/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 09/02/2021

(54) Título: LÍQUIDOS IÔNICOS PRÓTICOS E USO DOS LÍQUIDOS IÔNICOS PRÓTICOS

(51) Int. Cl.: C23F 11/12; C23F 11/14; C09K 15/06; C09K 15/18.

(52) CPC: C23F 11/124; C23F 11/143; C09K 15/06; C09K 15/18.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL; UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA.

(72) Inventor(es): TOBIAS SCHMITZHAUS; CÉLIA DE FRAGA MALFATTI; MARIA RITA ORTEGA VEGA; SILVANA MATTEDI E SILVA.

(57) Resumo: A presente invenção revela compostos para uso como inibidores de corrosão ambientalmente amigáveis em meio aquoso, para aplicação em materiais metálicos. A presente invenção se situa nos campos da Química e Engenharia.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção**LÍQUIDOS IÔNICOS PRÓTICOS E USO DOS LÍQUIDOS IÔNICOS PRÓTICOS****Campo da Invenção**

[0001] A presente invenção apresenta líquidos iônicos próticos capazes de serem utilizados como inibidores de corrosão em meio aquoso. A invenção se situa nos campos da Química e Engenharia.

Antecedentes da Invenção

[0002] O aço é o metal mais utilizado no mundo; isso se deve a sua ampla gama de propriedades mecânicas e versatilidade de composições químicas possíveis, destacando-se na máquina de manufatura, como na indústria automobilística, além de sistemas de distribuição de água, sistemas de resfriamento e caldeiras industriais.

[0003] Quando há a sua aplicação em regiões costeiras, em caldeiras industriais, diversos sistemas de resfriamento, ficam expostos a agentes agressivos (para sistemas de resfriamento e caldeira, os níveis de [Cl⁻] ficam entre 30-2000 ppm e são mais suscetíveis à corrosão, podendo falhar de maneira crítica). Estima-se que 20% do aço que é produzido seja destinado a reposição de partes de equipamentos danificados por corrosão, entre outras manutenções que são originadas pela corrosão. De igual forma, o alumínio é um metal amplamente utilizado em indústrias aeronáutica, alimentícia e automobilística, assim como de tecnologia pela sua leveza, facilidade de conformação e resistência à corrosão. Nas aplicações aqui descritas, o alumínio também fica exposto a ambientes corrosivos que degradam a integridade estrutural de componentes e peças.

[0004] Neste sentido existem algumas razões para se estudar a corrosão, sendo que estas são baseadas em problemas técnicos, sociais e econômicos: (i) vida humana e segurança (ii) o custo da corrosão (iii) e a conservação dos materiais. Pautado nestes 3 pilares, a comunidade científica, entre outras

instituições, vem desenvolvendo métodos de proteção contra a corrosão dentre os quais, o uso de inibidores de corrosão é muito popular. Trata-se de uma substância que quando adicionada a um meio agressivo, diminui ou previne as reações do metal com o meio ao qual está exposto. Existem vários mecanismos de atuação dos inibidores de corrosão, mas pode-se sintetizar que os mesmos diminuem as reações de corrosão (alterando o comportamento anódico/catódico, reduzindo a difusão dos íons para a superfície metálica, e/ou aumentando a resistência elétrica da superfície).

[0005] Apesar de existirem vantagens inegáveis no uso de inibidores de corrosão, estes por sua vez podem apresentar riscos graves a quem está exposto aos mesmos. Grandes partes dos inibidores de uso comercial possuem sua formulação a base de sais de metais pesados, como composto a base de cromato e arsênico, e apresentam grande toxicidade, tanto para os seres humanos, quanto para o meio ambiente. Sua toxicidade pode se manifestar tanto na aplicação quanto na fase de síntese.

[0006] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0007] O documento WO2004085551 revela um revestimento inibidor de corrosão a base de um composto orgânico à base de terras raras e/ou uma combinação de um metal de terras raras e um composto orgânico, no entanto, este muito se difere do produto proposto pela presente invenção.

[0008] O documento WO2010052123 revela um composto de líquido iônico para o condicionamento e/ou decapagem de incrustes de óxidos nas partes metálicas, em que esta é colocada em contato com uma composição compreendendo um líquido iônico. Conseqüentemente, o documento abrange peças de metal, especialmente folhas, bobinas, fios, hastes. As partes metálicas que são pelo menos parcialmente compostas de aço e / ou aço inoxidável são preferidas num processo de condicionamento e / ou decapagem conforme os autores descrevem. No entanto, o documento se difere da presente invenção por apresentarem diferença no uso do líquido iônico.

[0009] O documento US20180208869 revela o uso de líquidos iônicos contendo ânions de fósforo e cátions quaternários simétricos de fosfônio para aplicações como lubrificantes com possíveis características de inibição de corrosão, no entanto a estrutura dos líquidos propostos na invenção de US20180208869 é completamente diferente dos usados nesta proposta de invenção, assim como o campo de aplicação, que no caso do referido documento, propõe a aplicação de seus líquidos como lubrificantes.

[0010] O documento US20180251692 lista uma série de compostos orgânicos, contemplando em sua invenção, inibidores de corrosão e lubrificantes para combustíveis, entre eles o grupo hidroxietil, além do fato que o documento US20180251692 propõe aplicações em que o eletrólito é combustível. A presente aplicação difere do documento por apresentar outros grupos não contemplados no documento e outro uso para os inibidores de corrosão.

[0011] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

[0012] Dessa forma, a presente invenção resolve os problemas do estado da técnica a partir do uso de líquidos iônicos práticos como inibidores de corrosão em meio aquoso.

[0013] A presente invenção se baseia no uso de um produto oriundo de uma rota de síntese através de reação química empregando reagentes iniciais baratos e amigáveis ao meio ambiente ou sintetizando-os a partir de reações multicomponentes, entre outras técnicas, o que resulta no que se nomeia como líquidos iônicos.

[0014] Estes, por definição, são materiais que se compõem principalmente de íons com ponto de fusão abaixo de 100°C, além de serem caracterizados por poder possuir pressão de vapor extremamente baixa, que é sua maior vantagem. As propriedades dos líquidos iônicos podem ser modificadas de

acordo com a necessidade pela seleção adequada de cátions e ânions, o que é a maior vantagem para projetar líquidos iônicos de propriedades específicas, tornando-os tão promissores para o uso como inibidores de corrosão.

[0015] As pesquisas sobre líquidos iônicos têm mostrado um grande interesse para os líquidos iônicos práticos (Protic Ionic Liquids - PILs) devido ao seu amplo espectro de aplicação. Suas propriedades podem ser ajustadas para ter pressão de vapor extremamente baixa, alta viscosidade, alta condutividade térmica e iônica, não serem inflamáveis, possuírem estabilidade térmica e química, e ter baixa toxicidade, principalmente por não possuírem átomos de halogênios, enxofre e fósforo; tornando-os adequados a muitos campos de aplicação, como catálise, dispositivos eletroquímicos, processos de separação e inibidores de corrosão. Os líquidos iônicos práticos podem ser adaptados para uma aplicação específica, levando-se em conta que uma pequena alteração, seja na estrutura do ânion, seja na estrutura de cátions ou em ambas, modifica suas propriedades físico-químicas correspondentes. A presença de diferentes funções químicas dentro da estrutura das moléculas permite o desenvolvimento de interações importantes com substratos metálicos, o que promove o comportamento dos líquidos iônicos práticos como inibidores de corrosão.

[0016] A presente invenção apresenta como conceito inventivo os seguintes objetos:

[0017] A presente invenção apresenta como primeiro objeto líquidos iônicos práticos compreendendo sais de carboxilato.

[0018] A presente invenção apresenta como segundo objeto o uso dos líquidos iônicos práticos compreendidos por serem inibidores de corrosão em meio aquoso.

[0019] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e serão descritos detalhadamente a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0020] São apresentadas as seguintes figuras:

[0021] A Figura 1 apresenta um eletrodo cilíndrico rotativo utilizado nos testes de resistência de polarização linear em estado hidrodinâmico.

[0022] A Figura 2 apresenta um gráfico com as medidas de OCP para aço imerso em NaCl 0,01M + M-HEAOL.

[0023] A Figura 3 apresenta as curvas de polarização dos sistemas 0,01M + B-HEAOL em várias concentrações.

[0024] A Figura 4 apresenta as curvas de polarização dos sistemas 0,01 M + M-2HEAOL em várias concentrações.

[0025] A Figura 5 apresenta os dados de resistência de polarização linear em 250 rpm para os sistemas 0,01M NaCl + B-HEAOL E M-2HEAOL.

[0026] A Figura 6 apresenta um gráfico LPR para diversas rotações utilizando o inibidor M-2HEAOL.

Descrição Detalhada da Invenção

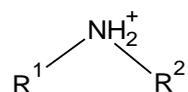
[0027] A fim de se definir de forma clara e precisa os termos e definições do presente pedido, é entendido por:

[0028] “Material interagindo com a composição”: entende-se como material metálico em meio aquoso com líquido iônico prótico adsorvido em sua superfície.

[0029] A presente invenção pressupõe a adição dos líquidos iônicos no eletrólito, fluido de trabalho, impregnado por qualquer método em material suporte (como por exemplo, tintas em geral), que interagindo com material metálico é capaz de inibir a corrosão em pelo menos 50% da taxa do sistema sem adição de inibidor.

[0030] Como primeiro objeto, apresenta-se os líquidos iônicos próticos compreendendo sais de carboxilato.

[0031] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos compreendem ânions compostos de derivados de ácidos carboxílicos e ácidos graxos e cátions com aminas de estrutura:



[0032] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos compreendem ânions compostos por ácidos carboxílicos e ácidos graxos contendo entre 4 e 30 átomos no esqueleto da cadeia de carbono, assim como ramificações saturadas alquílicas ou com presença de insaturações, duplas ou triplas ligações dentro do esqueleto da cadeia de carbono, ramificações insaturadas e cíclicas insaturadas, ramificações alquílicas e insaturadas com substituintes cíclicos, ramificações cíclicas com substituintes alquílicos e insaturadas, ou ramificações alquílicas ou insaturadas contendo funções de heteroátomos como -OH, -CN, -C-O-C, ou ácidos dicarboxílicos com esqueletos de cadeia contendo entre 4 e 30 carbonos.

[0033] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos compreendem o cátion, em que R1 e R2 são estruturas iguais ou diferentes, R1 é um átomo de H, ou R1 e R2 possuem funções -OH, cadeias carbonadas saturadas ou insaturadas dentre 1 e 20 átomos de carbono ramificadas ou não e com presença ou não de heteroátomos como funções -OH.

[0034] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos compreendem um próton móvel entre o ânion e o cátion capaz de promover ligações de hidrogênio.

[0035] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos podem compreender o ânion oleato.

[0036] Em uma realização, os líquidos iônicos próticos compreendem, mas não restringem oleato de 2-hidroxietilamina, oleato de bis-2-hidroxietilamina ou oleato de metil-2-hidroxietilamina. Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta o uso dos líquidos iônicos próticos compreendidos por serem inibidores de corrosão em meio aquoso.

[0037] Em uma realização, compreende-se o uso dos líquidos iônicos próticos em materiais metálicos.

[0038] Em uma realização, compreende-se o uso de 5mM dos líquidos iônicos próticos em água para melhor ação inibitória.

[0039] Em uma realização da invenção, compreende-se o uso dos líquidos

iônicos próticos interagindo em caldeiras industriais, sistemas de resfriamento, trocadores de calor, estações de bombeamento de água, no setor metal mecânico, setor naval, setor automotivo, ou qualquer setor que exija o uso de inibidores de corrosão ou ainda como inibidor de ação temporária.

[0040] Em uma realização, compreende-se o uso do material em ambiente com concentração de cloreto na faixa de 0,01 a 0,5M.

[0041] A principal vantagem destes líquidos iônicos próticos é o fato de os mesmos não serem tóxicos, não serem inflamáveis, possuem estabilidade química até 200°C, serem insensíveis a condições hidrodinâmicas na faixa de 0,1 até 1 m/s de velocidade de fluido, caracterizando assim como um ótimo potencial para aplicações em sistemas que operam em condições hidrodinâmicas, tais como caldeiras industriais, trocadores de calor e sistemas de resfriamento. Os mesmos atuam por adsorção e formam uma camada de inibidor sobre a superfícies do aço e alumínio, conferindo aos mesmos um comportamento passivo em NaCl 0,01M.

[0042] Ainda, o produto proposto fornece resultados imediatos, confiáveis e reproduzíveis sobre a proteção contra corrosão conferida por ele, justamente nos meios mais comuns e mais agressivos vivenciados tanto em ambientes indústrias quanto em regiões costeiras.

Exemplos

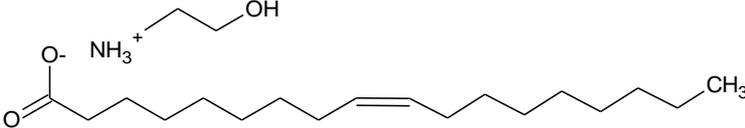
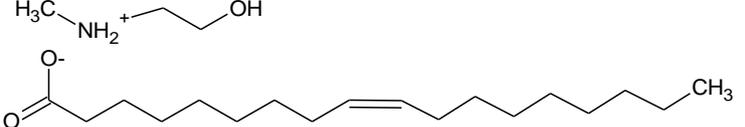
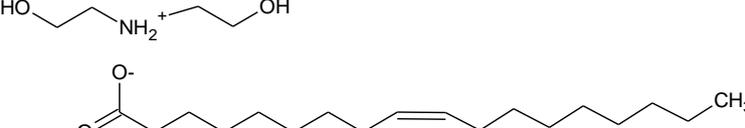
[0043] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo 1 – Os líquidos iônicos próticos

[0044] Foram desenvolvidos três líquidos iônicos próticos (conforme metodologia descrita em Santos et al., Álvarez et al., Vega et al.), Oleato de 2-hidroxietilamina (2HEAOI) Oleato de bis-2-hidroxietilamina (B-HEAOL) e Oleato de Metil-2-Hidroxietilamina (M-2HEAOL) com formulação concebida para uso como inibidor de corrosão para o aço e alumínio em meio aquoso. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a estrutura dos líquidos iônicos

práticos testados.

Tabela 1 - Estrutura dos Líquidos iônicos práticos estudados.

PIL	Estrutura
<u>2HEAOI</u>	
Oleato de 2-hidroxi-etilamina	
<u>M-2HEAOI</u>	
Oleato de metil-2-hidroxi-etilamina	
<u>B-HEAOI</u>	
Oleato de bis-2-hidroxi-etilamina	

Exemplo 2 – Aplicação dos líquidos iônicos práticos como inibidores de corrosão

[0045] As soluções corrosivas foram preparadas a partir do reagente NaCl e água deionizada em duas concentrações, 0,01 M e 0,5 M PA, marca Synth®. Todos os experimentos foram conduzidos em condições naturalmente aerados. Em ambas as situações, foram testadas várias concentrações dos líquidos iônicos (M-2HEAOL e B-HEAOL), sendo que estes foram adicionados através da aferição da massa por balança analítica, a saber, 5×10^{-5} , 5×10^{-4} , $2,5 \times 10^{-3}$ e 5×10^{-3} M.

[0046] As massas molares dos mesmos são respectivamente, 387,6 g/mol e 357,57 g/mol para o B-HEAOL e M-2HEAOL. Reescrevendo as concentrações para ppm ter-se-á, 19 ppm, 193 ppm, 969 ppm, 1938 ppm, para o B-HEAOL e 17 ppm, 179 ppm, 893 ppm e 1788 ppm para o M-2HEAOL.

[0047] Nota: para alguns casos observou-se a formação de uma segunda fase, o que dificulta muito, ou até inviabiliza o uso desta solução para aplicação como inibidor de corrosão. Os sistemas com 0,5 M NaCl + líquido iônico (B-HEAOL, M-2HEAOL) formaram segunda fase. Este comportamento não se repetiu quando se utilizou solução diluída de NaCl, 0,01M; assim, pode-se afirmar que a concentração de NaCl tem direta influência na solubilidade dos líquidos iônicos.

MEDIDAS ELETROQUÍMICAS

[0048] Os testes eletroquímicos foram realizados com o auxílio de um potenciostato/galvanostato AUTOLAB PGSTAT302N com módulo de análise de impedância FRA32M em uma célula eletroquímica de três eletrodos, contendo um eletrodo de referência de calomelano saturado (ECS), um contra eletrodo de platina e a amostra.

[0049] A fim de realizar uma triagem nos líquidos iônicos a respeito de seu potencial para aplicação como inibidores de corrosão, testes de polarização potenciodinâmica foram executados e, baseado nestes resultados, decidia-se quais sistemas continuar investigando.

MEDIDAS DE POTENCIAL DE CIRCUITO ABERTO

[0050] Medidas de potencial de circuito aberto foram conduzidas no eletrodo de trabalho (vs ECS) durante 1 hora (para 0,5M NaCl) e 30 min (para 0,01M NaCl) com objetivo de conduzir este ao seu estado *quasi*-estacionário, e avaliar eventuais efeitos do inibidor de corrosão em características eletroquímicas.

POLARIZAÇÃO POTENCIODINÂMICA

[0051] O comportamento eletroquímico do aço na presença e ausência do inibidor na condição hidrostática foi estudado através da aquisição de curvas catódicas e anódicas. As medidas foram conduzidas nos meios agressivos contendo diferentes concentrações do inibidor, onde, para evitar influência de camadas de óxidos ou influência de uma curva sobre a outra, as curvas de polarização potenciodinâmicas foram conduzidas do E_{corr} a -250 mV vs OCP, deixado o sistema se re-estabilizar, após isso do E_{corr} a +250 mV(ou +450mV

vs OCP, para determinação de potencial de pite) vs OCP, a uma velocidade de varredura de 1 mVs⁻¹.

RESISTÊNCIA DE POLARIZAÇÃO LINEAR ACOPLADO A MODULO DE ELETRODO ROTATIVO

[0052] A varredura aconteceu em uma faixa de potencial de -15 mV até +15 mV (vs E_{corr}) com uma velocidade de varredura de 0,1 mV/s, durante 1 hora, o que permitiu que as medidas estivessem em condições de estado estacionário. Um módulo de eletrodo rotativo PINE modelo AFASR foi acoplado ao AUTOLAB para impor as condições hidrodinâmicas, testando as seguintes rotações: 250, 500, 1000, 2000 rpm, o que se reflete em velocidade linear de 0,13; 0,26; 0,52; 1,05 m/s. O eletrodo utilizado consistiu em um cilindro de aço 1020 de Ø 11,0 mm por 13 mm com área exposta de 4,49 cm², conforme figura 1 mostra.

[0053] A taxa de corrosão (*i*_{corr}) é normalmente calculada para a resistência de polarização linear usando a equação de Stern-Geary, que é expressa:

$$i_{corr} = \frac{B}{R_p}$$

$$B = \frac{\beta_a \beta_c}{2,3(\beta_a + \beta_c)}$$

[0054] Rearranjando chega-se a:

$$i_{corr} = \frac{\beta_a \beta_c}{2,3 R_p (\beta_a + \beta_c)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

[0055] Para os sistemas (figura 2) 2,5x10⁻³ e 5x10⁻³ M observou-se um comportamento muito estável desde o começo da medição, este se mantendo assim até o fim dos 30 minutos, apresentando um leve aumento (~15 mV) em relação ao potencial do início do teste. Pode-se atribuir a esse comportamento uma atuação do inibidor desde os primeiros instantes de contato entre o aço e

a solução que o contém.

[0056] Já para o caso com menor quantidade de PIL (5×10^{-4} M), observou-se um comportamento relativamente próximo a situação não inibida, ou seja, uma tendência de queda no potencial de circuito aberto, provavelmente devido ao início do ataque corrosivo, que altera as condições da superfície, e estas, sendo lidas sob a forma de alterações no potencial de circuito aberto.

[0057] São apresentados, na figura 3 e figura 4 as curvas de polarização para o sistema com 0,01M de NaCl + B-HEAOL e M-2HEAOL, respectivamente. Observa-se que em todos os sistemas estudados, com e sem adição de inibidor, houve poucas alterações entre si nos potenciais de corrosão, apenas no sistema com maior concentração (5×10^{-3} M), apresenta uma alteração de aproximadamente 60-100 mV no sentido catódico, tanto para o M-2HEAOL quanto para o B-HEAOL. Nas curvas de polarização do aço sem inibidor, é apresentada aqui a curva que apresentou a menor corrente de corrosão, que será a usada para comparações posteriores. Nota-se para os sistemas com adições de 5×10^{-3} e $2,5 \times 10^{-3}$ mols de M-2HEAOL e B-HEAOL o desenvolvimento de uma corrente passiva anódica, bastante pronunciada, o que conferiu a esses sistemas, correntes de corrosão muito baixas (na ordem de dezenas de nano ampères por centímetro quadrado conforme a Tabela 2 a seguir mostra).

[0058] Outro ponto a se destacar é a distinção entre o potencial de corrosão e potencial de pite, que para estes dois casos mencionados, a diferença chega a aproximadamente 300 mV; já para o sistema não inibido e para a concentração de 5×10^{-4} mols de M-2HEAOL e B-HEAOL não foi possível fazer tal observação entre estes dois potenciais. Este fato é um forte indicador que o inibidor (nas concentrações de $2,5 \times 10^{-3}$ e 5×10^{-3}) atua de tal forma que confere ao aço um comportamento passivo; pautado nas isothermas de Langmuir. Sabe-se que estes inibidores atuam por mecanismos de adsorção, no entanto para o sistema contendo 0,01M de NaCl e pelo menos $2,5 \times 10^{-3}$ M de PIL, esta adsorção é tal que protege o aço como um filme passivo. Evidencia-se também

essa passivação pelas inclinações β_a e β_c , que com a adição de inibidor o β_a aumenta (para ~400 mV/dec) enquanto o β_c diminui. Isso altera bastante o comportamento eletroquímico do sistema, pois, na situação sem uso de inibidor o sistema é controlado pela corrente limite de oxigênio (porção catódica), e no sistema com uso de PILs ($[M-2HEAOL \text{ ou } B-HEAOL] > 2,5 \times 10^{-3}$) o controle é via reação anódica (corrente passiva).

[0059] Na Tabela 2, são apresentados os valores de densidade de corrente de corrosão (i_{corr}), potencial de corrosão (E_{corr}), taxa de corrosão (TC), Resistência a polarização, β_a , β_c , e eficiência do inibidor ($\eta\%$), assim como potencial de pite (E_{pite}) quando observado.

[0060] A corrente de corrosão observada para o sistema sem uso de inibidor foi de $1,5 \mu A/cm^2$ no meio de $0,01 M NaCl$, com β_a e β_c de 174 e $137 mV/dec$ respectivamente, indicando que não há um controle nem anódico nem catódico, o que já é uma diferença grande se comparado ao sistema $0,5 M$ que apresentava uma corrente limite de oxigênio bastante clara. Os sistemas com $2,5 \times 10^{-3}$ e 5×10^{-3} mols de M-HEAOL apresentaram densidades de corrente de corrosão de $0,39$ e $0,055 \mu A/cm^2$, estando estes em patamares de correntes passivas, e representando um grau de proteção expressivo para o aço. Além disso, pode-se observar um potencial de pite em potenciais $> 57 mV$ vs ECS que indica que, até acontecer algum tipo de polarização que aumente o potencial da superfície a este patamar, o ferro estará protegido.

Tabela 2- Dados extraídos das curvas de polarização com auxílio do software NOVA 2.1.3 para os sistemas $0,01M NaCl + M-2HEAOL$ e $0,01M NaCl + B-HEAOL$ estudados.

	E_{corr} vs ECS (mV)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	TC (mm/ano)	Resistência polarização (Ω/cm^2)	β_a (mV/dec)	β_c (mV/dec)	η	E_{pite} (mV)
0,01 M NaCl	-322,6	2,0900	0,01744	2777,62	174,67	137,93	-	-

B-HEAOL 5.10⁻⁴	-342,71	1,4036	0,01631	3030,99	181,9	138,47	32,8	-
B-HEAOL 2,5.10⁻³	-304,48	0,82817	0,00962	4640,66	485,01	83,213	60,34	10,5
B-HEAOL 5.10⁻³	-193,08	0,13992	0,00162	33621,96	434,67	108,67	93,3	179,7
M-2HEAOL 5.10⁻⁴	-373,1	1,4026	0,01629	3213,51	239,28	127,78	32,8	-
M-2HEAOL 2,5.10⁻³	-296,25	0,39245	0,00456	8350,15	333,91	73,973	81,2	75
M-2HEAOL 5.10⁻³	-241,86	0,055048	0,00064	54122,83	254,01	70,299	97,4	57

RESISTÊNCIA DE POLARIZAÇÃO LINEAR

[0061] Na figura 5 é apresentado os dados para a rotação de 250 rpm. Observa-se que no sistema 0,01M NaCl a corrente de corrosão permanece em 5 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ durante todo período testado, indicando que o processo corrosivo se mantém constante. Já para o sistema com adição de 5×10^{-3} de M-2HEAOL observou que corrente de corrosão permaneceu em 0,5 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (10 vezes menor do que sem adição) sem alterações; isso indica que o inibidor não apresentou qualquer tipo de degradação ou deficiência na sua atuação ao longo do período testado, mesmo estando sob condições hidrodinâmicas. Pode-se afirmar assim, que o inibidor M-2HEAOL diminui em 10 vezes a corrente de corrosão para um sistema hidrodinâmico com rotação de 250 rpm e é estável.

[0062] Já para o sistema contendo B-HEAOL, nota-se inicialmente que o mesmo apresenta correntes de corrosão mais baixas que o sistema não inibido (1 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$), no entanto sua proteção não se mostrou duradoura ao longo do teste; apresentando em 1 hora uma corrente ainda menor do que sistema sem inibidor(2,8 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$), mas bem próxima.

[0063] Na Figura 6 é apresentada a influência da rotação para o sistema contendo 5×10^{-3} M de M-2HEAOL. Fica evidente que a rotação exerce pouca ou nenhuma influência no comportamento do sistema estudado, inclusive em 1000 e 2000 rpm observa-se uma corrente de corrosão menor do que no

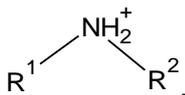
sistema em 250 rpm, este fenômeno pode indicar que a agitação propicia a adsorção de um filme mais espesso, ou mais aderente a superfície do aço, tendo um efeito de proteger mais o metal.

[0064] Esta hipótese é baseada em o inibidor atuar por adsorção, assim, com o sistema hidrodinâmico, o acesso do inibidor a superfície metálica é acelerado (as moléculas de inibidor entram em contato com a superfície metálica mais vezes em um mesmo intervalado de tempo, se comparado a um sistema hidrostático), por consequência o grau de cobertura da superfície aumenta. Esta suposição faz sentido se, a força com que as moléculas estão adsorvidas é suficientemente maior do que a força de arraste que existe devido à rotação, que, para o sistema estudado, parece ser o caso. Este comportamento por fim, mostra um grande potencial de aplicação especialmente em sistemas onde as condições são hidrodinâmicas.

[0065] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes e alternativas, abrangidas pelo escopo das reivindicações a seguir.

Reivindicações

1. Líquidos iônicos próticos, **caracterizados** por compreender sais de carboxilato, em que os sais compreendem como ânions compostos derivados de ácidos carboxílicos e ácidos graxos e como cátions aminas de estrutura:



em que os ânions compreendem compostos por ácidos carboxílicos e ácidos graxos contendo entre 4 e 30 átomos no esqueleto da cadeia de carbono, assim como ramificações saturadas alquílicas ou com presença de insaturações, duplas ou triplas ligações dentro do esqueleto da cadeia de carbono, ramificações insaturadas e cíclicas insaturadas, ramificações alquílicas e insaturadas com substituintes cíclicos, ramificações cíclicas com substituintes alquílicos e insaturadas, ou ramificações alquílicas ou insaturadas contendo funções de heteroátomos como -OH, -CN, -C-O-C, ou ácidos dicarboxílicos com esqueletos de cadeia contendo entre 4 e 30 carbonos.

2. Líquidos iônicos próticos, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizados** por na estrutura do cátion R1 ser H, cadeias carbonadas lineares ou ramificadas com 1 a 20 átomos de carbono ou -OH, e R2 ser -OH ou cadeias carbonadas lineares ou ramificadas com 1 a 20 átomos de carbono.

3. Líquidos iônicos próticos, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizados** por compreender ânion oleato.

4. Líquidos iônicos próticos, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizados** por compreenderem oleato de 2-hidroxi-etilamina, oleato de bis-2-hidroxi-etilamina ou oleato de metil-2-hidroxi-etilamina.

5. Líquidos iônicos próticos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizados** por compreender uma concentração de 5mM em água.

6. Uso dos líquidos iônicos próticos, conforme definido em qualquer

uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** por ser para a inibição de corrosão em meio aquoso de materiais metálicos.

7. Uso, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo líquido apresentar uma concentração de 5mM de líquido iônico prótico em água.

8. Uso, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **caracterizado** pelo líquido interagir com material metálico.

9. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, **caracterizado** por ser para caldeiras industriais, sistemas de resfriamento, trocadores de calor, estações de bombeamento de água, no setor metal mecânico, setor naval, setor automotivo, ou qualquer setor que exija o uso de inibidores de corrosão ou ainda como inibidor de ação temporária.

10. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, **caracterizado** por ser em ambiente com concentração de cloreto de 0,01M a 0,5M.

FIGURAS

Figura 1



Figura 2

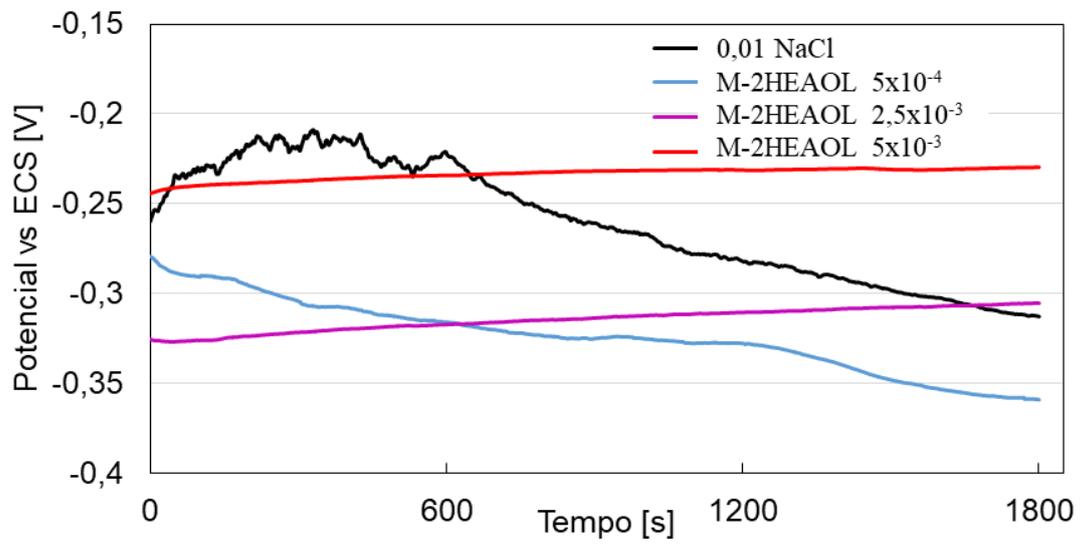


Figura 3

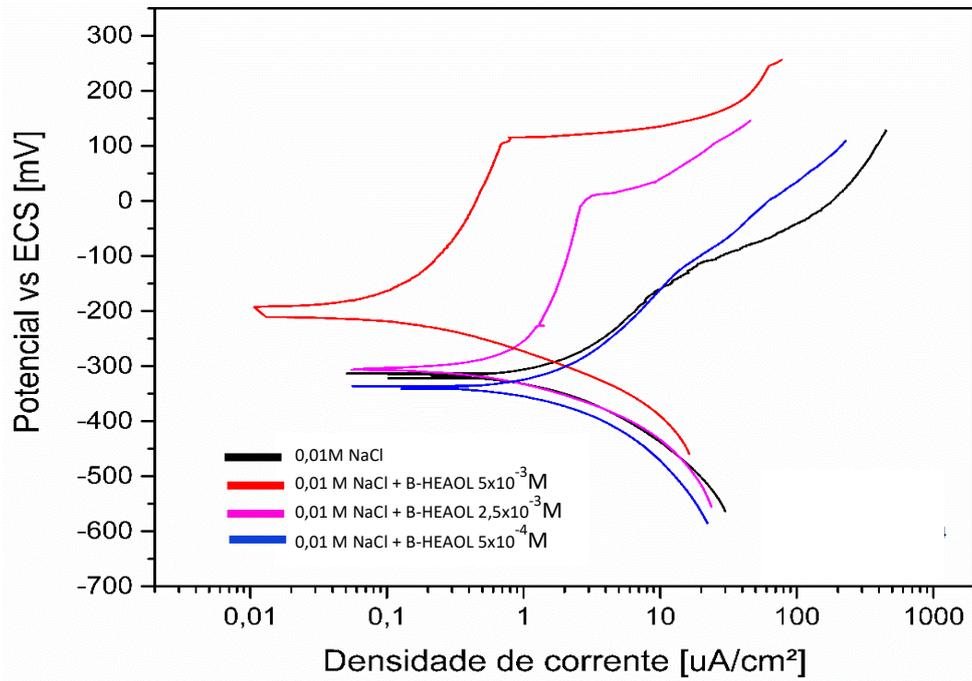


Figura 4

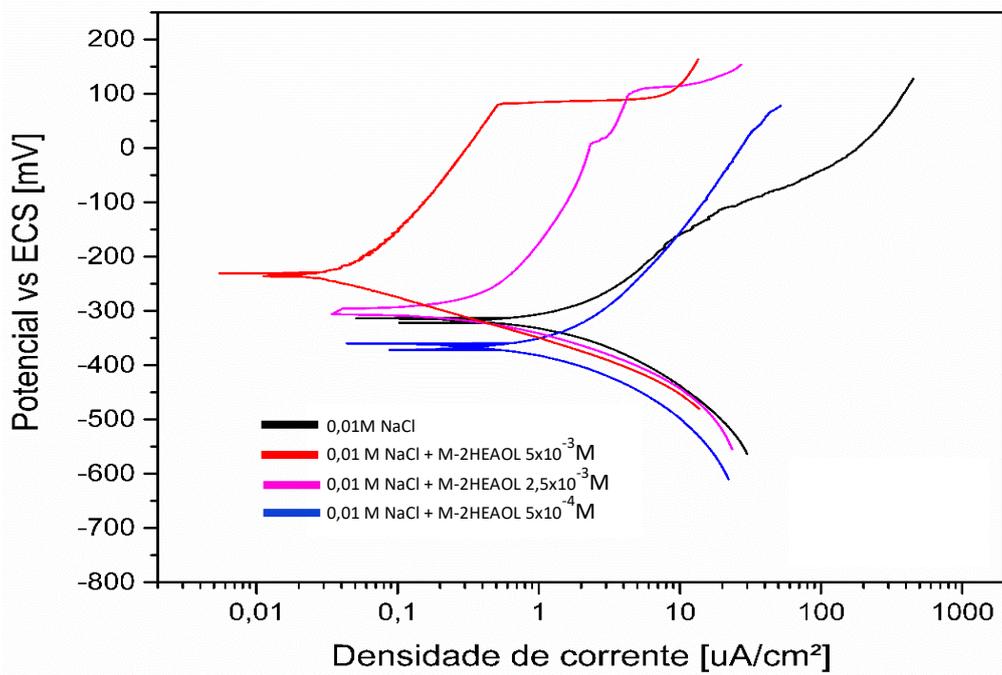


Figura 5

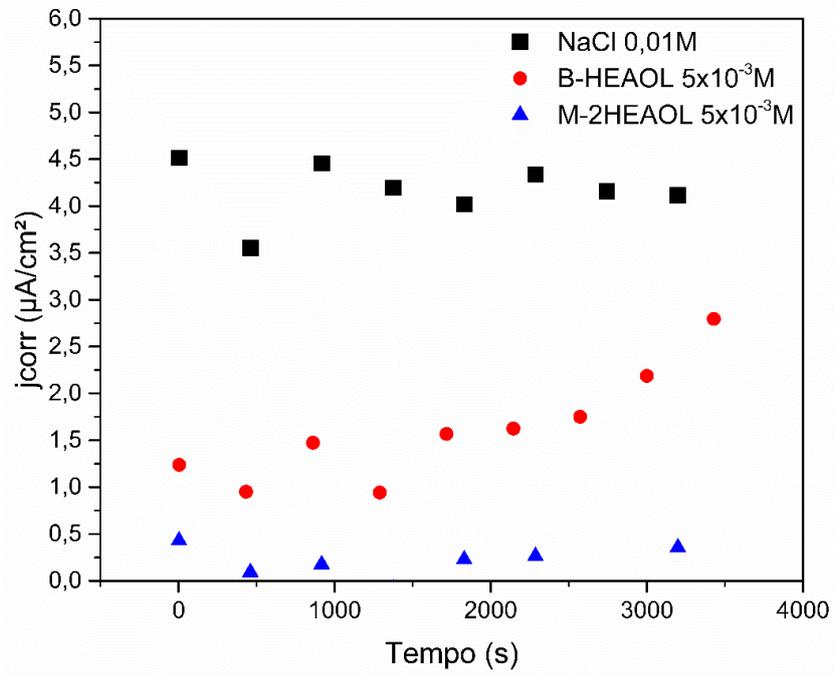
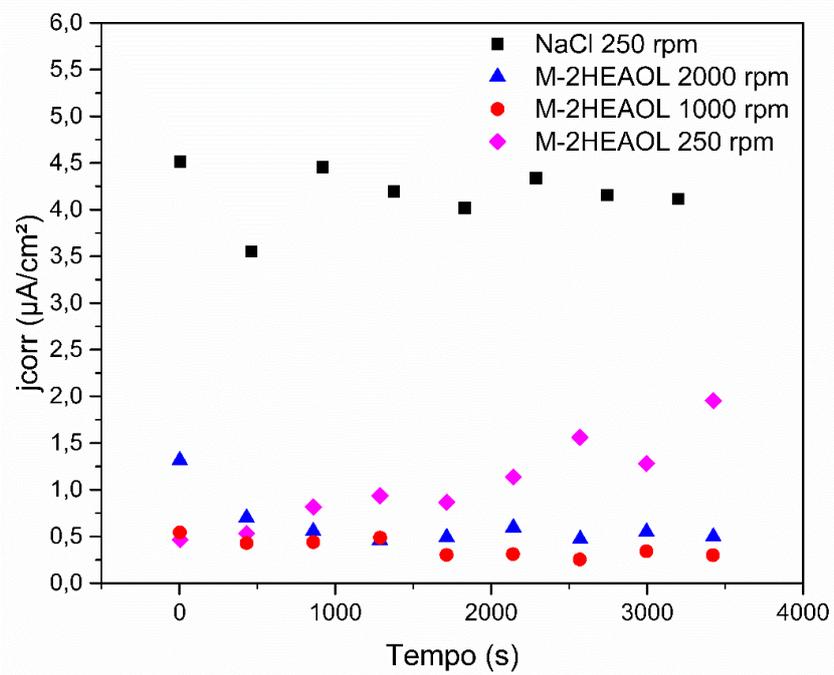


Figura 6



Resumo

LÍQUIDOS IÔNICOS PRÓTICOS E USO DOS LÍQUIDOS IÔNICOS
PRÓTICOS

A presente invenção revela compostos para uso como inibidores de corrosão ambientalmente amigáveis em meio aquoso, para aplicação em materiais metálicos. A presente invenção se situa nos campos da Química e Engenharia.