



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102020000691-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102020000691-6

(22) Data do Depósito: 13/01/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 27/07/2021

(51) Classificação Internacional: C23F 11/10; C23G 1/06; C23F 11/08.

(54) Título: USO DO EXTRATO ETANÓLICO DA PRÓPOLIS VERMELHA DE ALAGOAS COMO INIBIDOR AMBIENTALMENTE AMIGÁVEL DA CORROSÃO EM METAL

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 24464109000148. Endereço: AV. LOURIVAL MELO MOTA, S/N, TABULEIRO DO MARTINS, MACEIÓ, AL, BRASIL(BR), 57072-970, Brasileira; APICOLA FERNÃO VELHO - MARIO CALHEIROS DE LIMA & CIA LTDA., Microempresa assim definida em lei. CGC/CPF: 02285556000105. Endereço: VILA GOIABEIRA, 7A, CHÁCARA RECANTO, BAIRRO FERNÃO VELHO, Maceió, AL, BRASIL(BR), 57070-440, Brasileira

(72) Inventor: WILLIAMS RAPHAEL DE SOUZA MORAIS; JOSEALDO TONHOLO; TICIANO GOMES DO NASCIMENTO; CARMEM LÚCIA DE PAIVA E SILVA ZANTA; JACEGUAI SOARES DA SILVA; KAROLINA BERTULINO DA SILVA; GLEYBHSON FELIPE DOS SANTOS ALVES; DIEGO GOMES DOS ANJOS; MÁRIO CALHEIROS DE LIMA.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 13/01/2020, observadas as condições legais

Expedida em: 03/03/2026

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

1 RELATÓRIO DESCRITIVO DA PATENTE DE INVENÇÃO PARA “**USO DO**
2 **EXTRATO ETANÓLICO DA PRÓPOLIS VERMELHA DE ALAGOAS COMO**
3 **INIBIDOR AMBIENTALMENTE AMIGÁVEL DA CORROSÃO EM METAL**”

4
5 [01] Esta invenção refere-se à ao uso dos extratos etanólicos de Propólis
6 Vermelha de Alagoas (PVA) como inibidor de corrosão em metais ou ligas
7 metálicas. Os produtos, composições e misturas descritos são caracterizados
8 como preparados e aditivos inibidores de corrosão ambientalmente amigáveis.
9 Podendo ser aplicado como inibidor de corrosão para ligas metálicas,
10 particularmente aço carbono, inclusive quando na presença de íons cloreto em
11 meio neutro e em meio ácido.

12
13 **PROBLEMA QUE A INVENÇÃO SE PROPOE A RESOLVER**

14 [02] Esta invenção compreende o uso do inibidor de corrosão que contém
15 própolis, especificamente a variedade Própolis Vermelha de Alagoas (PVA), item da
16 biodiversidade local qualificada pela Indicação Geográfica IG 201101 (INPI), com
17 Denominação de Origem. A invenção consiste no uso do extrato etanólico da PVA
18 como inibidor de corrosão de metais e ligas que contém ferro, especialmente aço
19 carbono, quando imerso em soluções/suspensões ácidas ou neutras. Em
20 particular, o aço carbono, que é um dos aços mais utilizados mundialmente por
21 suas propriedades e seu custo, é bastante susceptível à corrosão. A invenção
22 aqui proposta tem como características as propriedades de um inibidor de
23 corrosão de origem natural, ambientalmente amigável, de baixa toxicidade e que
24 apresenta uma composição rica em compostos fenólicos, principalmente
25 flavonoides, o que configura ao extrato uma excelente atividade antioxidante e
26 por consequência, inibidor da corrosão em metais e suas ligas. Sabe-se que os
27 flavonóides são conhecidos por terem propriedades antioxidantes notáveis e ser
28 inibidores de corrosão de metal bastante eficazes [ALENCAR, S. M.; OLDONI,
29 T. L. C.; CASTRO, I. S. R.; CABRAL, C. M.; COSTA-NETO, C. M.; CURR, J. A.;

ROSALEN, P. L.; IKEGAKI, M. *Jornal of Ethnopharmacology*, 2007, 113, 2078-283. DOLABELLA, L. M. P.; OLIVEIRA, J. G.; LINS, V.; MATENCIO, T.; VASCONCELOS, W. L. J. *Coat. Technol. Res.*, 2016, 13 (3), 543–555].

CAMPO DE ATUAÇÃO

[03] Esta invenção refere-se ao uso de substrato oriundo de produto natural e único, a Própolis Vermelha de Alagoas, para inibir corrosão em metais como o aço carbono. Do ponto de vista da classificação IPC, devem ser consideradas as seguintes classificações:

[04] C04B 103/61 - Corrosion inhibitors [2006.01]

[05] C04B 22/00 and C04B 24/00, relating to the function or property of the active ingredients. [6]

[06] C04B 103/00 - Function or property of the active ingredients [2006.01]

[07] C04B 103/60 Agents for protection against chemical, physical or biological attack [2006.01]

[08] E02D - FOUNDATIONS; EXCAVATIONS; EMBANKMENTS (specially adapted for hydraulic engineering E02B); UNDERGROUND OR UNDERWATER

[09] E02D 31/00 - Protective arrangements for foundations or foundation structures; Ground foundation measures for protecting the soil or the subsoil water, e.g. preventing or counteracting oil

[10] E02D 31/06 - against corrosion by soil or water

[11] F01P 11/06 - Cleaning (in general B08B); Combating corrosion (in general C23F)

[12] G01N 17/00 - Investigating resistance of materials to the weather, to corrosion, or to light [2006.01]

ESTADO DA TÉCNICA

[13] A corrosão é um grave problema para a indústria (têxtil, de alimentos, de petróleo, dentre outros), caracterizada ampla incidência geográfica, particularmente em regiões litorâneas. Ela é um dos gargalos ao

desenvolvimento, exigindo soluções técnicas cada vez mais sofisticadas, em processos e produtos por todos os cantos do mundo. Com relação aos impactos econômicos, estudos apontam que os custos anuais vinculados aos danos da corrosão se encontram em torno de 4 % do Produto Interno Bruto (PIB) de um país industrializado (PORTAL FATOR BRASIL. Disponível em: http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=334281, 2018. Acesso em 10 jul. 2018.). Outro estudo aponta que 20 % ou mais do aço produzido no mundo é utilizado para a reposição de peças, deterioradas pela corrosão [REIS, 2011, apud FRAUCHES, C. S.; ALBUQUERQUE, M.; OLIVEIRA, M. C. C.; ACHEVARRIA, A. Revista virtual de Química, 2014, 6 (2), 293-309].

[14] Este fato torna o estudo da corrosão, principalmente no que diz respeito ao seu controle, fundamental para preservar a vida útil dessas estruturas, além de minimizar gastos oriundos dos processos corrosivos relativos às inspeções, substituições e reparos das peças. Os inibidores de natureza inorgânica são os mais comuns, geralmente derivados de nitritos, cromatos, óxidos, molibdatos, etc. Eles ainda são os mais utilizados na indústria, porém esses inibidores têm apresentado certos riscos, quanto a saúde humana, pois trata-se de compostos potencialmente tóxicos. A exemplo, cite-se os inibidores de corrosão a base de cromo hexavalente (Cr^{6+}) que teve larga escala de aplicação no mercado. Porém, compostos a base de cromo hexavalente são considerados agentes mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos, esses fatores têm restringido o seu uso (PANOSSIAN, Z. Corrosão e proteção contra a corrosão em equipamentos e estruturas metálicas, 1993, v.1, 279, Ed. ITP, São Paulo.).

[15] Os inibidores da natureza orgânica podem ser sintéticos ou naturais, esses inibidores apresentam em suas estruturas heteroátomos como nitrogênio, oxigênio e enxofre, que propiciam uma interação com a superfície metálica protegendo o metal da corrosão (SINGH, A. K., QURAISHI, M. A. Int. J. Electrochem. Sci., 2012, 7, 3222–3241).

[16] A área dos inibidores de corrosão tem passado por mudanças do ponto de vista das questões ambientais, devido às exigências dos órgãos ambientais em diferentes países que impuseram normas e regulamentação para o uso e descarte de inibidores de corrosão, como toxicidade, biodegradabilidade e critérios de bioacumulação (SASTRI, V. S. Green Corrosion Inhibitors: Theory and Practice, 2011, 328.). Nesse aspecto, tem-se buscado o desenvolvimento de novos inibidores de corrosão que diminuam ou até mesmo impeçam os efeitos negativos supracitados anteriormente, denominados inibidores verdes.

[17] Já são bem significativos os números de pedidos de patente referente a composição de inibidores verdes, por exemplo a CN101736339B, que descreve um inibidor de corrosão de liga de magnésio a partir da mistura de folhas de *Ficus virens*, *osmanthus* e salgueiro como matéria-prima.

[18] A própolis, por sua vez, é uma resina elaborada por abelhas (*Apis mellifera*) a partir da coleta de materiais vegetais circunvizinhos à colmeia e mistura desses materiais com a saliva da abelha. A própolis é usada pelas abelhas como revestimento interno da colmeia, mantendo-a asséptica. De uso estendido por todo o planeta, as propriedades da própolis variam em função da biodiversidade botânica, sua composição química é complexa, heterogênea com mais de 300 constituintes principais, dentre esses: ácidos graxos e ácidos fenólicos, ésteres, flavonóides, terpenos, aldeídos, alcoóis aromáticos e naftaleno que exercem uma importância nas propriedades físicas, químicas e biológicas [BURDOCK, G. A. Food chemic toxic, 1998, v. 36, 347-363.; PEREIRA A. S.; SEIXAS F. R. N. S.; AQUINO F. R. Química Nova, 2002, v. 25(2), 231-236.; LIMA I. O.; OLIVEIRA R. A. G., LIMA E. O.; FARIAS N. M. P.; SOUZA E. L. Brazilian Journal Pharmacognosy, 2006, v. 16(2), 197-201.; LUSTOSA S. R.; GALINDO A. B.; NUNES L. C. C.; RANDAU K. P.; NETO P. J. R. Brazilian Journal Pharmacognosy, 2008, v. 18(3), 447-54].

[19] Além desses compostos, a própolis, dependendo de sua variedade, pode ser rica em compostos antioxidantes, como os compostos fenólicos que são

divididos em ácidos fenólicos e flavonóides. Sendo, os ácidos fenólicos mais abundantes na própolis brasileira do que os flavonóides, sendo também atribuídos a estes as propriedades antioxidantes da própolis (PINTO, M. S., FARIA, J. E. DE., MESSAGE, D., CASSINI, S. T. A., PEREIRA, C. S., GIOSO, M. M. Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e Ciência Animal, 2001, v. 38(6).). Entre os ácidos fenólicos encontrados em algumas amostras de própolis estão ácido gálico, vanílico e ferúlico (SILVA, Ellen C. C.; MUNIZ, M. P.; NUNOMURA, R. C. S.; NUNOMURA, S. M.; ZILSE, G. A. C. Revista Química Nova, 2013, v.36(5), 628-633.). Na literatura já são relatados alguns estudos com a utilização de alguns tipos de própolis como inibidores de corrosão. A aplicação de própolis como inibidor é recente, isso é possível notar pelo ano de publicação dos artigos relacionados.

[20] Fouda e Badr (2013), utilizaram em seus estudos a própolis Dakahlia, de origem egípcia, como inibidor de corrosão em aço carbono 1020, os resultados descritos pelos autores mostraram que a própolis pode ser um inibidor eficaz para a corrosão do aço carbono em meios aquosos; e outro aspecto mostrado é que a inibição aumentou com o aumento da concentração do extrato aquoso. A ação inibidora da própolis é discutida com base na adsorção de complexo estável na superfície do aço carbono e a presença de compostos como ácidos fenólicos e flavonoides encontradas na amostra utilizada. As curvas de polarização linear revelaram que o extrato atua como um inibidor misto e a eficiência de inibição de até 92% com 400 ppm de extrato [FOUDA, A. S; BADR, A. H. Afr. J. Pure Appl. Chem, 2013, 7 (10), 350-359].

[21] No estudo de Dolabella *et al.* (2016), um extrato comercial de própolis verde, originária do Brasil, foi utilizada como inibidor de corrosão também em aço carbono 1020, os resultados descritos pelos autores mostraram que a própolis verde poderia ser um inibidor eficaz para a corrosão do aço carbono em meio com íons cloreto. Os grupos funcionais e os principais componentes do extrato foram identificados por técnicas de caracterização estrutural, e o principal

constituente identificado foi o Artepelin C (3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico), o qual foi atribuído a atividade de inibição. As curvas de polarização linear revelaram que o extrato atua como um inibidor de adsorção e a eficiência de inibição de até 95% [DOLABELLA, L. M. P.; OLIVEIRA, J. G.; LINS, V.; MATENCIO, T.; VASCONCELOS, W. L. J. Coat. Technol. Res., 2016, 13 (3), 543–555].

[22] Varvara e colaboradores (2017) utilizaram a própolis castanha originária da China com a finalidade de desenvolver uma película anticorrosiva para bronze. Os autores relatam as boas propriedades anticorrosivas no bronze, atuando como um tipo misto inibidor, mas sua eficácia protetora depende do tempo de exposição ao extrato. A maior eficiência inibidora foi de 98,9%, obtido na presença de 100 ppm de própolis, após cerca de 12 h de exposição. Os autores atribuem essa propriedade devido à adsorção de seus principais constituintes, flavonóides e compostos fenólicos, no extrato os compostos de maior representatividade são: pinostrobin, ácido trans-cinâmico, galangina e pinocembrina (Varvara, S.; Bostan, R.; BOBIS, O.; GAIN, L.; POPA, F.; MENA, V.; SOUTO, R. M. Applied Surface Science, 2017, v. 426 1100-1112.).

[23] Gapsari e colaboradores (2015) utilizaram a cera da própolis em seus estudos, para inibição da corrosão em aço inoxidável 304SS. Nesse estudo foi avaliado o efeito da cera no diagrama E-pH, embora o aço utilizado seja resistente a corrosão, o objetivo foi avaliar se essa resistência poderia ser alterada. Com a adição da cera no sistema os resultados apresentaram modificações no diagrama E-pH, aumentando sua resistência a corrosão, atuando como um inibidor de adsorção e eficiência de inibição de até 97,29 % (GAPSARI, R.; SOENOKO, R.; SUPRAPTO, A.; SUPRAPTO, W. J. Mater. Environ. Sci., 2016, 7 (6), 3148-3153.).

[24] Além desses artigos citados anteriormente, a literatura patentária relata alguns pedidos de patente envolvendo a própolis como componente de composições inibidoras de corrosão.

[25] O pedido CN105063627 utiliza a propolis associada com folhas de figueira

(Ficus viernes) e talco em pó. O pedido CN104818470 utiliza a própolis com Glicerina, sericina, poliacrilamida, nitrato de ítrio, agente de acoplamento de silano KH-550, água, ácido iminodiacético e cocanidopropil betaína. E mais recente temos o pedido CN107365098 que utiliza a própolis com o clínquer de ativação, gesso modificado, cal e feniletanolamina.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1- Perda percentual dos corpos de prova submetido ao método de solução em 120 dias, em NaCl 3,5% (pH±4,5).

Figura 2- PCA em função do tempo em NaCl 3,5% (m/v) em meio neutro.

Figura 3- PCA em função do tempo em NaCl 3,5% (m/v) em meio ácido.

Figura 4- Curvas de polarização em NaCl 3,5% (m/v) meio neutro.

Figura 5- Curvas de polarização em NaCl 3,5% (m/v) em meio ácido.

Figura 6- Eficiência inibição à corrosão por meio da extrapolação das curvas de Tafel.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

[26] A invenção aqui proposta consiste na aplicação de proporções definidas de extrato de própolis vermelha de Alagoas (PVA) como aditivo aos ambientes estacionários em que peças metálicas ficam mergulhadas em ambientes líquidos corrosivos ou mesmo a sua adição em fluidos de limpeza ácidos e desincrustação, a exemplo do que ocorre na indústria do petróleo, com vistas à prevenção de corrosão. Foram realizados testes de perda de massa e eletroquímicos. Utilizou-se extrato etanólico de PVA, na concentração de 12% de massa/volume. Para os testes de perda de massa os corpos de prova utilizados foram de aço carbono 1020, do tipo CA50 e 8 mm de diâmetro, com 1-1,5 cm de comprimento. Para a limpeza, os corpos inicialmente foram polidos com uma esmerilhadeira, posteriormente eles foram levados ao banho ultrassônico durante 1 min, em seguida, limpos com etanol comercial e secos com um secador a ventilação fria; esse procedimento foi necessário para

remover toda sujeira da superfície do aço, ou até mesmo produtos formados por conta de oxidação natural pela exposição da superfície metálica ao ar. Após o tratamento prévio, os corpos de prova foram secos e pesados e imediatamente imergidos em 10,0 mL das soluções teste aquosas de: (a) solução de 3,5% de cloreto de sódio; 3,5% de cloreto de sódio em presença de (b) 1 ppm, (c) 10 ppm e (d) 20 ppm de extrato etanólico de própolis vermelha; em todos os sistemas a solução de cloreto de sódio foi ajustada para um pH de 4,5, esse teste cada condição foi trabalhada em triplicata.

[27] Além da pesagem inicial, o corpo-de-prova de aço carbono foi pesado em uma balança analítica, em intervalos de tempo de imersão nas soluções testes (a-d) pré-estabelecidos, por um período de 180 dias. Em cada procedimento, o corpo de prova foi retirado do tubo de imersão com auxílio de uma pinça e levado ao banho ultrassônico durante 1 min, posteriormente, lavado com água de torneira e em seguida com água destilada, seco com secador de cabelos, na opção ventilação, após o que foi pesado e retornado ao mesmo frasco de imersão.

[28] Foram realizados ensaios eletroquímicos com eletrodos de trabalho confeccionados com aço carbono 1020. O aço carbono foi esmerilhado para manter a lateral uniformemente cilíndrica. Para o isolamento da superfície lateral, o corpo de prova foi envolvido por uma fita de fita elétrica de autofusão. A área de secção transversal exposta do eletrodo foi de 0,302 cm², que foi polida com lixas d'água 100, 600 e 1200 mesh, consecutivamente.

[29] Os testes eletroquímicos para a obtenção do comportamento eletroquímico do aço carbono 1020 na presença do extrato da PVA e dos parâmetros necessários para o cálculo da taxa de corrosão foram realizados em um potenciostato/galvanostato da Autolab modelo PGSTAT 302N, Metrohm, (resolução igual a 30 pA; corrente limite de 2 A; potencial limite de 30 V) controlado pelo software NOVA v. 1.11). A cela eletroquímica não apresentava separador interno para eletrodos, foi confeccionada em vidro pirex e tampa

confeccionada em acrílico. Como eletrodo de referência usou-se Ag/AgCl e como eletrodo auxiliar um fio de platina. Os ensaios de Potencial em Circuito Aberto (PCA) foram realizados à temperatura ambiente, imergindo o eletrodo na cela eletroquímica com 10 mL de solução teste em 3,5% de cloreto de sódio (com ajuste para pH 4,5 e sem ajuste de pH), variando a proporção do extrato etanólico da própolis vermelha. Foram utilizadas concentrações de extrato etanólico da própolis vermelha variando de 0 até 50 ppm. O eletrodo de trabalho foi pré-condicionado na solução teste por 5 segundos. A análise de PCA ocorreu num tempo de 900 segundos.

[30] Usando o mesmo aparato instrumental, foram realizados experimentos de polarização linear com o corpo de prova nas diversas soluções teste. Utilizou-se varreduras lineares de $0,5 \text{ mV s}^{-1}$ no sentido catódico para anódico. Registrou-se as correntes em resposta à aplicação dos potenciais, que resultaram nos voltamogramas de varreduras lineares, tratados pelo método da extrapolação da curva de Tafel.

RESULTADOS OBTIDOS

[31] Os resultados da perda de massa assim obtidos podem ser visualizados na figura 1. Eles demonstram que na presença do extrato etanólico de própolis vermelha em todas as concentrações principalmente ocorreu inibição da perda de massa dos corpos de prova, em comparação com o meio sem a presença do extrato, principalmente, na concentração de 10 ppm. O teste revelou que a taxa de corrosão apresenta redução de 43 % com 1 ppm, após 7 dias; 53 % com 10 ppm, após 90 dias; e 53 % com 20 ppm, após 2 dias; na presença de 3,5% de cloreto de sódio com ajuste de pH para 4,5.

[32] Os resultados de PCA estão dispostos nas figuras 2 e 3, é possível observar que o potencial em circuito aberto em meio neutro e em meio ácido apresentam perfis bem semelhantes, na maior parte das concentrações causaram um deslocamento de potencial no sentido anódico, exceto a solução

com 50 ppm de extrato, que apresenta um deslocamento catódico. Ainda sobre o PCA o meio que apresentou maiores deslocamentos foi a que continha 1 ppm de extrato, que causou um deslocamento anódico de 90 mV nas duas soluções, variando, na neutra de -0,56 a -0,45 V (figura 2), e na ácida de -0,57 a -0,46 V (figura 3).

[33] Os resultados obtidos através dos testes de polarização linear, dispostos nas figuras 4 e 5, permitem verificar que em meio neutro (figura 4) o potencial de corrosão do aço carbono 1020 é de aproximadamente de -665 mV, nas concentrações de 1 e 20 ppm, observa-se um deslocamento de potencial para uma região positiva, o que evidencia seu comportamento anódico; porém nas concentrações de 10 e 50 ppm, as curvas apresentaram um deslocamento catódico. Em meio ácido (figura 5), o potencial de corrosão é de aproximadamente de -630 mV, o comportamento desse meio é bem similar ao meio sem ajuste, com as concentrações 1 e 20 ppm sofrendo um deslocamento anódico; e 10 e 50 ppm catódico.

[34] Atráves da polarização linear os dados tratados pelo método da extrapolação da curva de Tafel demonstraram que a eficiência de inibição, calculada pela taxa de corrosão, nos dois meios, neutro e ácido; a maior eficiência foram os meios com 10 ppm de extrato de PVA, sendo respectivamente 77 % e 59 %. Na figura 6, ilustra a eficiência nas concentrações propostas. Para melhor compreensão o gráfico foi dividido em 3 regiões: (A) onde as concentrações de 1 ppm e 10 ppm, demonstraram-se eficientes nos dois meios, demonstrando que mesma que ocorra alguma variação de pH, a atividade inibidora não sofre reduções significativas; (B) as concentrações de 20 ppm e 50 ppm apresentam certa eficiência, mas apenas para o meio neutro; (C) não apresenta propriedade inibidora de corrosão.

VANTAGENS DA PATENTE

[35] A invenção refere-se ao uso de inibidor de origem natural, proveniente da biodiversidade local do estado de Alagoas, com características tão especiais que

é um item merecedor de proteção por indicação geográfica com denominação de origem, contendo uma composição química rica e complexa, isento de metais com alto poder de toxicidade e substâncias cancerígenas, portanto, atóxica ao meio ambiente e condizente com a legislação ambiental, cada vez mais restritiva, podendo ser classificado como um inibidor verde. Do ponto de vista técnico, os ensaios realizados permitiram verificar o comportamento inibidor de corrosão do aço carbono em decorrência da alteração de potencial para regiões mais anódicas, mesmo em quantidades baixas e na presença de íons cloreto, podendo ser aplicado em situações específicas, onde se faz necessário a utilização de um inibidor que não cause efeitos danosos na sua utilização, a exemplo, inibidores de corrosão utilizados na manutenção da indústria alimentícia. O resultado inibidor em meio ácido, particularmente nas mais baixas concentrações, agrega a potencialidade de uso em fluidos industriais de limpeza e da desincrustação/decapagem, seja em tubulação de caldeiras, tubos e pipas, entre outros elementos de plantas industriais. A redução da corrosão atinge índices de até 62% nos estudos de perda de massa e de 77% nos de polarização linear. Além das características eletroquímicas, agrega-se ainda as vantagens relacionadas às propriedades antifúngicas e bactericidas da Própolis Vermelha de Alagoas, que permite atuar ainda como preventivo de corrosão de causa microbiológica.

REIVINDICAÇÕES

1. Uso do extrato de Própolis Vermelha de Alagoas como inibidor de corrosão em metais e ligas metálicas contendo ferro, especificamente o aço-carbono 1020, **caracterizado por**:
 - a) ser obtido a partir da infusão de Própolis Vermelha de Alagoas em etanol;
 - b) conter compostos químicos fenólicos como isoflavonóides;
 - c) ser utilizado a partir da adição direta do extrato etanólico no meio fluido de trabalho, dispensando emulsificação e/ou dispersão em outros veículos.
2. Uso do extrato de Própolis Vermelha de Alagoas como inibidor de corrosão em metais e ligas metálicas contendo ferro, especificamente o aço-carbono 1020, **caracterizado por** seu uso como aditivo inibidor de corrosão em peças, tubulações, reservatórios, caldeiras, trocadores de calor e/ou outros equipamentos e elementos de plantas industriais constituídas de ferro ou ligas metálicas contendo ferro.
3. Uso do extrato de Própolis Vermelha de Alagoas como inibidor de corrosão em metais e ligas metálicas contendo ferro, especificamente o aço-carbono 1020, **caracterizado por** seu uso como aditivo em concentrações de 0,01 até 1000 ppm (partes por milhão) do extrato em relação ao fluido ou solução eletrolítica que o contém.
4. Uso do extrato de Própolis Vermelha de Alagoas como inibidor de corrosão em metais e ligas metálicas contendo ferro, especificamente o aço-carbono 1020, **caracterizado por** seu uso em meio ácido.

DESENHOS

Figura 1

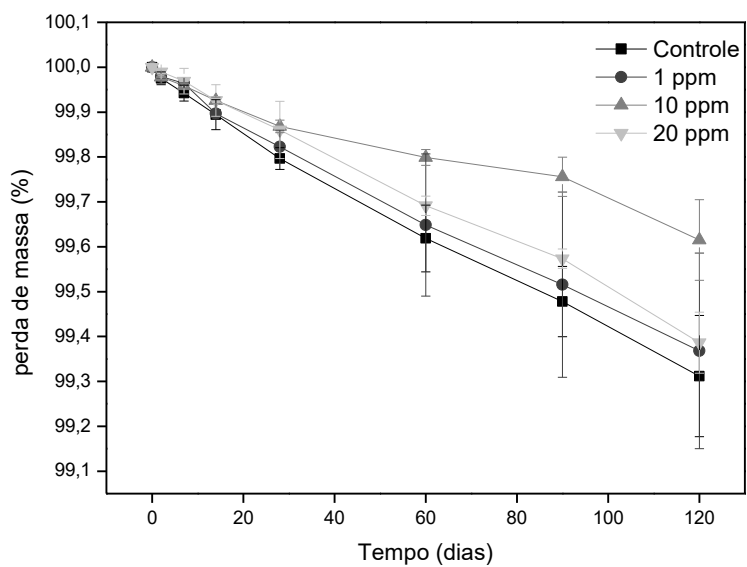


Figura 2

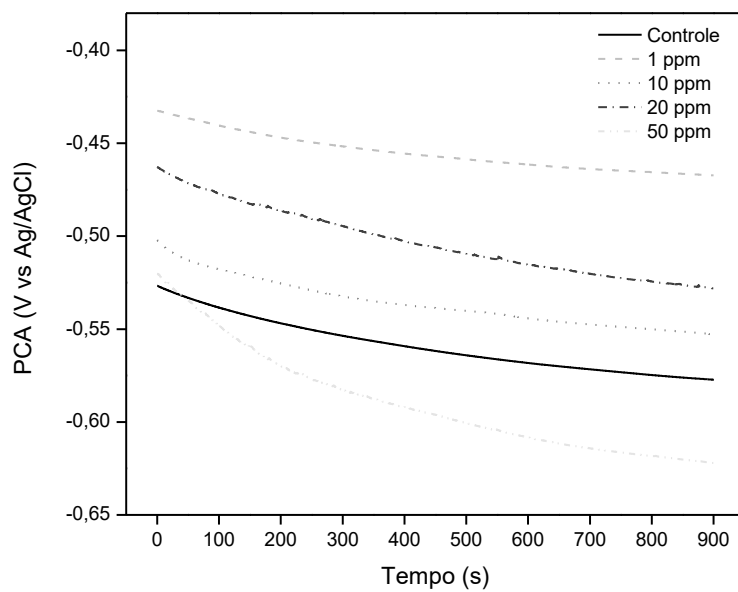


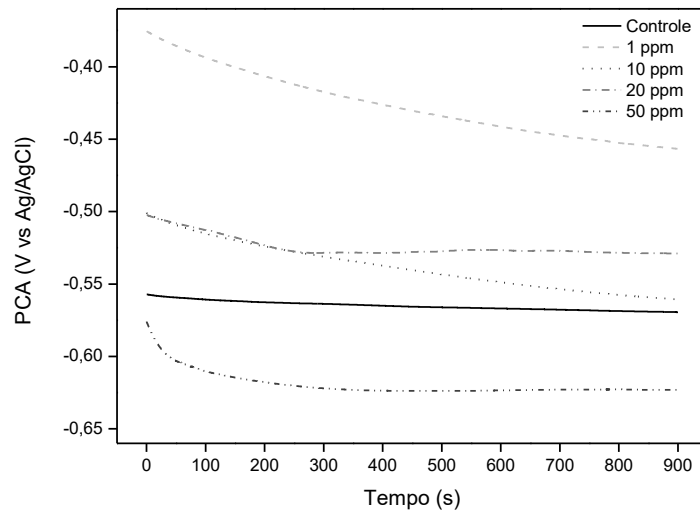
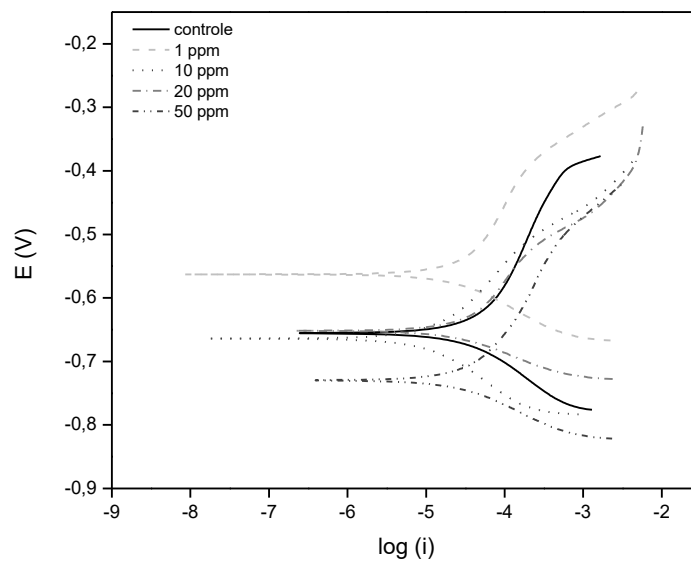
Figura 3**Figura 4**

Figura 5

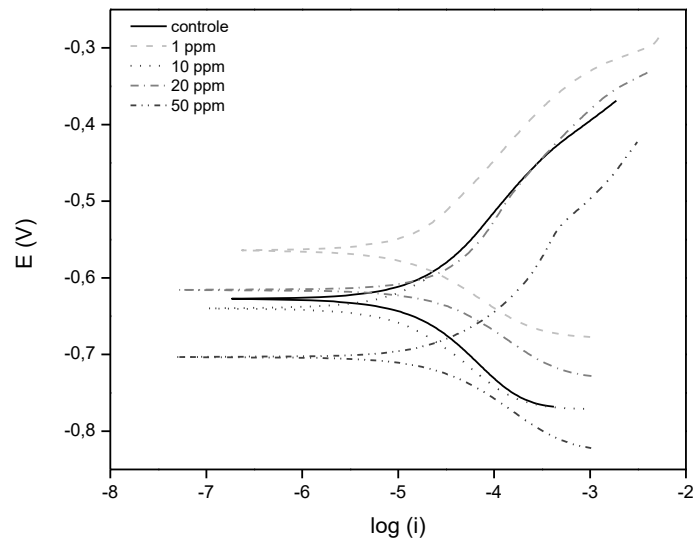


Figura 6

