

Extratos de folhas e flores como inibidores de corrosão de origem vegetal
Extracts of leaves and flowers as corrosion inhibitors of vegetable origin
Extractos de hojas y flores como inhibidores de la corrosión de origen vegetal

Larissa Dessupoio Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9081-6673>

Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: dessupoio.lari@gmail.com

Larissa Venancio Ruas

Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: larii.venancio@hotmail.com

Amanda Almeida da Silva

Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: amanda.almeiida15@gmail.com

Denise Leal de Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4572-4689>

Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: denise.castro@ifrj.edu.br

Sheila Pressentin Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1822-8420>

Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: shepressentin@gmail.com

Recebido: 09/09/2018 | Revisado: 26/09/2018 | Aceito: 28/09/2018 | Publicado: 18/10/2018

Resumo

Extratos aquosos e etanólicos de folhas e flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob foram avaliados como inibidores de corrosão de origem vegetal para o aço carbono P110 na presença de HCl 1,0 mol.L⁻¹. As eficiências de inibição dos extratos foram calculadas a partir das taxas de corrosão, obtidas por ensaios gravimétricos com variação na concentração dos extratos. As menores taxas de corrosão foram identificadas com uso de 15% dos extratos, com os aquosos provenientes das folhas e flores apresentando valores de eficiência de, respectivamente, 91,20 e 92,55%. Na mesma concentração, o extrato etanólico das folhas proporcionou eficiência de inibição de 93,67%, enquanto o extrato das flores revelou eficiência de 72,13%. Devido aos

valores de eficiências de inibição acima de 90% os extratos aquosos das folhas e flores, assim como o extrato etanólico das folhas de *Unxia kubitzkii* H. Rob, apresentam-se como potenciais inibidores de corrosão para o aço carbono em meio ácido.

Palavras-chave: Método de proteção; *Unxia kubitzkii* H. Rob; Aço carbono.

Abstract

Aqueous and ethanolic extracts of leaves and flowers of *Unxia kubitzkii* H. Rob were evaluated as corrosion inhibitors of plant origin for P110 carbon steel in the presence of HCl 1.0 mol.L⁻¹. The inhibition efficiencies of the extracts were calculated from the corrosion rates obtained by gravimetric assays with variation in the extracts concentration. The lowest corrosion rates were identified with the use of 15% of the extracts, with the aqueous ones coming from the leaves and flowers presenting efficiency values of, respectively, 91.20 and 92.55%. At the same concentration, the ethanolic extract of the leaves provided inhibition efficiency of 93.67%, while the extract of the flowers presented efficiency of 72.13%. Due to inhibition efficiency values above 90% the aqueous extracts of leaves and flowers, as well as the ethanolic extract of the leaves of *Unxia kubitzkii* H. Rob, present as potential corrosion inhibitors for carbon steel in acid.

Keywords: Protection methods; *Unxia kubitzkii* H. Rob; Carbon steel.

Resumen

Los extractos acuosos y etanólicos de hojas y flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob fueron evaluados como inhibidores de corrosión de origen vegetal para el acero carbono P110 en presencia de HCl 1,0 mol.L⁻¹. Las eficiencias de inhibición de los extractos se calcularon a partir de las tasas de corrosión, obtenidas por ensayos gravimétricos con variación en la concentración de los extractos. Las menores tasas de corrosión fueron identificadas con uso del 15% de los extractos, con los acuosos provenientes de las hojas y flores presentando valores de eficiencia de, respectivamente, 91,20 y 92,55%. En la misma concentración, el extracto etanólico de las hojas proporcionó eficiencia de inhibición del 93,67%, mientras que el extracto de las flores reveló eficiencia del 72,13%. Debido a los valores de eficiencia de inhibición por encima del 90%, los extractos acuosos de las hojas y flores, así como el extracto etanólico de las hojas de *Unxia kubitzkii* H. Rob, se presentan como potenciales inhibidores de corrosión para el acero carbono en medio ácido.

Palabras clave: Método de protección; *Unxia kubitzkii* H. Rob; Acero carbono.

1. Introdução

A corrosão pode ser definida como a deterioração de um material aliada ou não a esforços mecânicos e, no caso dos metais, ocorre de modo espontâneo envolvendo processos químicos ou eletroquímicos influenciados pela natureza do metal, pelo meio corrosivo e as condições operacionais do sistema, tornando necessário definir um método para proteção visando evitar ou reduzir os danos causados pela corrosão (GENTIL, 2003).

Vários são os métodos de proteção disponíveis, cujas diferenças estão na natureza das substâncias empregadas e no mecanismo do processo de proteção. Podem ser organizados em quadro grupos classificados como métodos de proteção baseados: 1) *na modificação do metal*, no qual ocorre a seleção de um metal que seja mais resistente à corrosão prevista para o ambiente ao qual será exposto; 2) *nos revestimentos protetores*, onde uma barreira física é adicionada evitando o contato do metal com o meio corrosivo através do emprego de tintas, metalização, dentre outros; 3) *na modificação do processo*, no qual características catódicas ou anódicas são impostas a um metal e, 4) *na modificação do meio corrosivo*, quando substâncias são retiradas ou adicionadas ao sistema alterando a velocidade do processo corrosivo, tendo como exemplo os inibidores de corrosão (IBIDEM).

Cada processo corrosivo é único exigindo um método de proteção que seja específico para suas características. A seleção do método de proteção deve levar em consideração, dentre outros fatores, a melhor relação custo e benefício visando obter a maior redução na velocidade do processo corrosivo com o menor gasto possível, sendo comum o uso simultâneo de mais de um método de proteção.

Os inibidores de corrosão estão entre os métodos de proteção mais utilizados por conta de suas características como, por exemplo, o fato de serem empregados em diversos meios corrosivos e de serem adicionados ou retirados do sistema sem que exijam preparação prévia. São formados por substâncias, ou conjunto de substâncias originando os chamados “pacotes de inibidor”, que em quantidades adequadas diminuem o processo corrosivo ao atuarem na velocidade das reações anódicas ou catódicas, na velocidade de difusão dos reagentes até a superfície metálica ou na resistência elétrica na superfície do metal (ALENCAR *et al.*, 2013).

No caso da corrosão em meio ácido os inibidores de adsorção são os mais indicados, protegendo o metal através da formação de um filme sobre a superfície metálica devido a adsorção das moléculas que compõem o inibidor, o que impede ou reduz o contato do metal com o meio corrosivo diminuindo a velocidade das reações anódicas, catódicas ou ambas. São compostos orgânicos que possuem em sua estrutura átomos ou grupamentos fortemente polares e regiões com alta densidade eletrônica, fato que permite as interações físicas ou

químicas necessárias ao processo de adsorção (FRAUCHES-SANTOS *et al.*, 2014). Vários compostos possuem essas características, com destaque para as aminas, aldeídos, compostos heterocíclicos nitrogenados, contendo enxofre, fenólicos e acetilênicos (TORRES, 2008).

Apesar do grande uso, muitos inibidores comerciais empregam em sua formulação substâncias tóxicas ao meio ambiente ou que possuem elevado custo, levando a necessidade de identificar substâncias menos tóxicas e que possam ser produzidas a um menor preço (ALBUQUERQUE, OLIVEIRA e ECHEVARRIA, 2015). Nessa busca por inibidores ambientalmente seguros produtos naturais passaram a ser analisados, cujos extratos apresentam uma gama de compostos orgânicos pertencentes a funções já testadas com sucesso na formulação de inibidores de corrosão, sendo de fácil obtenção, normalmente a um menor custo, provenientes de uma fonte renovável e ecologicamente amigáveis (NNANNA *et al.*, 2016).

Dentre os produtos vegetais testados como inibidores de corrosão destacamos o uso de folhas, sementes ou cascas da banana (EDDY, ODOEMELAM e ODIONGENYI, 2008), limão (SARATHA, PRIYA e THILAGAVATHY, 2009), chá branco (OLIVEIRA e CARDOSO, 2014), pimenta negra (ASSIS *et al.*, 2015), pau rosa (BARROS *et al.*, 2015), laranja, manga, maracujá, caju (ROCHA e GOMES, 2017) e boldo brasileiro (OLIVEIRA, SILVA e CARDOSO, 2018), cujos extratos apresentaram elevada eficiência na proteção de aço carbono em meio ácido. O efeito sinérgico proveniente da presença de um variado conjunto de metabólitos, tais como alcaloides, flavonoides, taninos, terpenos, celulose, polissacarídeos e polifenóis, está associado à eficiência na inibição da corrosão dos extratos de plantas (WANG, CHUANG e HSU, 2008; RAJA e SETHURAMAN, 2008; MORAES *et al.*, 2009).

Visando contribuir com os estudos na área a presente pesquisa analisou a eficiência de inibição de extratos de *Unxia kubitzkii* H. Rob (Figura 1), como potenciais inibidores de corrosão para o aço carbono P110 tendo como meio corrosivo o ácido clorídrico 1 mol/L⁻¹.

Figura 1: *Unxia kubitzkii* H. Rob



Fonte: Pereira e Castro (2007)

A *Unxia kubitzkii* H. Rob, conhecida popularmente como botão-de-ouro, é uma espécie de origem nativa do Brasil (NAKAJIMA, 2015), de fácil plantio e uso paisagístico, sendo um vegetal herbáceo ereto, perene, com 30 a 50 cm de altura, ramificado, folhas simples com margens serradas e pequenas flores de cor amarelo-ouro (LORENZI, 2001). Pertence a família Asteraceae da ordem Asterales, subclasse Asteridae (CRONQUIST, 1968), sendo a mais numerosa de todas as angiospermas e representando 10% da flora mundial (BREMER, 1994).

Ao avaliar o perfil químico do extrato alcoólico da *Unxia kubitzkii* H. Rob, preparado a partir de uma mistura de folhas, flores e caule, Pereira e Castro (2007) verificaram a presença de esteróides, triterpenóides e ácidos orgânicos, informação que consideramos importante já que a identificação dessas classes de compostos orgânicos eleva o potencial dos extratos da planta para uso como inibidores de corrosão. Cientes de que a composição de um extrato depende do solvente e da parte da planta empregada, optamos por avaliar a eficiência de extratos aquosos e etanólicos provenientes de folhas e de flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob, na busca por extratos que possuam alta eficiência a um menor custo.

2. Metodologia

Obtenção dos extratos

Os extratos da *Unxia kubitzkii* H. Rob foram obtidos a partir das técnicas de maceração ou refluxo, sendo utilizadas folhas frescas e flores secas da planta. Para os extratos das folhas foram usados 200 g do vegetal e 200 mL do solvente (água destilada ou etanol PA), ficando o sistema em aquecimento por 2 h a 80 °C, no caso do extrato aquoso, enquanto para

o extrato etanólico o conjunto permaneceu em contato por sete dias a temperatura ambiente. No preparo dos extratos aquoso e etanólico das flores foram utilizados 2 g da planta em 100 mL do solvente (água destilada ou etanol PA), colocados em refluxo por um período de 2 h. Após a etapa de extração utilizou-se uma peneira para separar os materiais particulados dos extratos, que permaneceram armazenados sob refrigeração.

Ensaio de corrosão

A velocidade do processo corrosivo (taxa de corrosão) foi obtida mediante ensaio gravimétrico (perda de massa) realizado à temperatura de 25 °C e com duração de 2 h, utilizando corpos de prova de aço carbono P110 com área de aproximadamente 9,0 cm², tendo como meio corrosivo solução de HCl 1 mol.L⁻¹. A perda de massa dos corpos de prova foi calculada a partir de ensaios isolados, com a taxa de corrosão (W_{corr}) sendo expressa em milímetro por ano e calculada conforme a Equação 1. Neste caso K é uma constante no valor de $8,76 \times 10^4$, M representa a perda de massa em gramas, A a área do corpo de prova em cm², t o tempo do ensaio em horas e ρ a massa específica do metal ($7,86 \text{ g/cm}^3$) (ASTM G1-03, 2011).

$$W_{\text{corr}} = \frac{K \times M}{A \times t \times \rho}$$

Equação 1

A eficiência de inibição (EI%) dos extratos foi obtida a partir da Equação 2, onde $W_{\text{sem extrato}}$ representa a taxa de corrosão do metal no ensaio em branco e $W_{\text{com extrato}}$ a taxa de corrosão na presença do extrato. Os extratos foram testados nas concentrações de 1%, 5% e 15% (v/v).

$$EI\% = \frac{W_{\text{sem extrato}} - W_{\text{com extrato}}}{W_{\text{sem extrato}}} \times 100$$

Equação 2

Os ensaios foram realizados em duplicata, com os corpos de prova lixados (lixas de granulação 200 e 400 mesh) e suas dimensões determinadas com auxílio de um paquímetro. Foram lavados e desengordurados com água destilada e detergente, secos com uso de etanol e jatos de ar quente, antes e depois de cada ensaio. A massa inicial e final de cada corpo de

prova foi determinada em balança analítica com precisão de quatro casas decimais.

3. Resultados e discussão

Extratos aquosos das folhas e das flores

O ensaio em branco revelou para o aço carbono uma taxa de corrosão de 19,20 mm/ano na presença do meio ácido (Tabela 1), com a adição dos extratos aquosos das folhas e das flores acarretando uma gradual redução na velocidade do processo corrosivo mediante o aumento na concentração dos extratos.

Tabela 1: Taxa de corrosão e eficiência de inibição dos extratos aquosos de *Unxia kubitzkii* H. Rob

| Concentração do extrato Aquoso | Folhas | | Flores | |
|--------------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Taxa de corrosão | Eficiência de inibição | Taxa de corrosão | Eficiência de inibição |
| Branco | 19,20 mm/ano | ---- | 19,20 mm/ano | ---- |
| 1% | 3,75 mm/ano | 80,46 % | 7,75 mm/ano | 59,63 % |
| 5% | 1,78 mm/ano | 90,73 % | 2,81 mm/ano | 85,36 % |
| 15% | 1,68 mm/ano | 91,20 % | 1,43 mm/ano | 92,55 % |

Fonte: Elaboração própria

Para os dois extratos a melhor eficiência de inibição foi obtida com o uso de uma concentração de 15%, com o extrato aquoso das folhas revelando uma EI% de 91,20% (taxa de corrosão de 1,68 mm/ano), e o extrato aquoso das flores proporcionando uma EI% de 92,55% (taxa de corrosão de 1,43 mm/ano).

Valores de eficiências de inibição superiores a 80% foram obtidos para o extrato aquoso das folhas a partir de uma concentração de 1%, enquanto para o extrato aquoso das flores esse valor de eficiência só foi obtido com uso de 5% do extrato. Na concentração de 15% os extratos passaram a apresentar valores próximos de eficiência de inibição, superiores a 90%, indicando a possibilidade do uso dos extratos aquosos das folhas e flores da *Unxia kubitzkii* H. Rob como potenciais inibidores de corrosão para o aço carbono P110 em ácido clorídrico.

A eficiência dos inibidores de adsorção está intrinsecamente relacionada a estrutura da substância que se adsorve sobre a superfície metálica. No caso de extratos de plantas, diversos compostos (no caso metabólitos secundários) podem se adsorver sobre a superfície do metal levando a um efeito sinérgico que otimiza o processo de inibição. Alencar (2018), ao analisar

o perfil químico de extratos aquosos das folhas e das flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob identificou a presença dos metabólitos secundários presentes na Tabela 2.

Tabela 2: Metabólitos secundários nos extratos aquosos das folhas e flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob. (+) presença e (-) ausência do metabólito

| Metabólito | Folhas | Flores |
|-----------------------------|--------|--------|
| Heterosídeos cianogênicos | + | + |
| Heterosídeos antociânicos | + | + |
| Saponinas | + | + |
| Gomas, mucilagens e taninos | + | + |
| Catequinas | + | - |
| Taninos | + | + |
| Taninos pirocatéquicos | + | + |
| Ácidos voláteis | + | + |

Fonte: Adaptado de Alencar (2018)

Considerando os compostos testados pela autora, observa-se que os extratos possuem composição bem semelhante, no que se refere a natureza dos metabólitos, estando a única diferença associada a presença de catequinas somente no extrato aquoso das folhas. Dentre os metabólitos presentes nos extratos estão os taninos, compostos já identificados em eficientes inibidores de corrosão de origem vegetal (RAJA e SETHURAMAN, 2008). Desta forma, pode-se inferir que o comportamento similar dos extratos aquosos das folhas e das flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob está relacionado a presença de metabólitos semelhantes nesses extratos, com destaque para os taninos.

Extratos etanólicos das folhas e das flores

A adição dos extratos etanólicos das folhas e das flores da *Unxia kubitzkii* H. Rob acarretou redução na velocidade do processo corrosivo frente ao ensaio em branco (Tabela 3), com os melhores resultados obtidos para a concentração de 15% dos extratos. Utilizando uma concentração de 1%, o extrato etanólico das folhas apresentou eficiência de inibição de 84,73%, alcançando um valor de 93,67% com o uso de 15% do extrato. Já o extrato etanólico das flores proporcionou uma eficiência de inibição de 23,64% para uma concentração de 1%, chegando ao valor máximo de 72,13% de eficiência com o emprego de 15% do extrato.

Tabela 3: Taxa de Corrosão e eficiência de inibição dos extratos etanólicos de *Unxia kubitzkii* H. Rob

| Concentração do extrato etanólico | Folhas | | Flores | |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Taxa de corrosão | Eficiência de inibição | Taxa de corrosão | Eficiência de inibição |
| Branco | 19,20 mm/ano | ---- | 19,20 mm/ano | ---- |
| 1% | 2,93 mm/ano | 84,73 % | 14,66 mm/ano | 23,64 % |
| 5% | 1,83 mm/ano | 90,42 % | 12,61 mm/ano | 34,32 % |
| 15% | 1,21 mm/ano | 93,67 % | 5,35 mm/ano | 72,13 % |

Fonte: Elaboração própria

Vale destacar que para efetivar os extratos como inibidores de corrosão uma série de novos ensaios necessitam ser realizados, cujos custos se justificam caso as eficiências de inibição estejam acima de 80% nessa etapa inicial de pesquisa. Desta forma, o extrato etanólico das folhas de *Unxia kubitzkii* H. Rob apresenta potencial para uso como inibidor de corrosão para o aço carbono em ácido clorídrico, contudo, os baixos valores de eficiência de inibição do extrato etanólico das flores não compensam o investimento necessário para seu emprego como inibidor de corrosão.

A diferença observada no comportamento dos dois extratos pode estar relacionada aos metabólitos presentes em suas composições. A análise do perfil químico dos extratos etanólicos das folhas e flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob, realizado por Silva (2018), indica que eles possuem diferenças importantes e significativas (Tabela 4).

Tabela 4: Metabólitos secundários nos extratos etanólicos das folhas e flores de *Unxia kubitzkii* H. Rob
 (+) presença e (-) ausência do metabólito

| Metabólito | Folhas | Flores |
|-----------------------------|--------|--------|
| Esteróides e Triterpenóides | + | + |
| Alcalóides | + | + |
| Orto-fenóis, Meta-fenóis | + | - |
| Cumarina | + | - |
| Ácidos Orgânicos | + | + |
| Fenóis | + | - |

Fonte: Adaptado de Silva (2018)

Dentre os metabólitos secundários analisados pela autora, somente o extrato etanólico das folhas apresenta fenóis e cumarina, compostos identificados em extratos de plantas testados com sucesso como inibidores de corrosão (RAJA e SETHURAMAN, 2008; ABDALLAH *et al.*, 2014). Segundo Rocha, Gomes e D'Elia (2010), extratos de plantas com efetiva ação antioxidante são ricos em compostos fenólicos, que “possuem propriedades que favorecem a interação com o metal” (ALBUQUERQUE, OLIVEIRA e ECHEVARRIA,

2015, p. 1844), tornando efetivo o processo de adsorção entre inibidor e metal reduzindo o processo corrosivo.

Sendo assim, podemos argumentar que a diferença entre os valores de eficiência de inibição observada entre os dois extratos pode estar relacionada a presença de cumarina e compostos fenólicos somente no extrato etanólico das folhas, muito embora ensaios específicos necessitem ser realizados para confirmar essa diferença de comportamento entre os extratos etanólicos.

4. Conclusões

A presente pesquisa analisou o uso de extratos de folhas e flores como potenciais inibidores de corrosão para aço carbono em meio ácido, contribuindo para os estudos que buscam obter métodos de proteção eficientes, economicamente viáveis e ambientalmente seguros.

A avaliação de extratos de *Unxia kubitzkii* H. Rob revelou para os extratos aquosos das folhas e das flores, e para o extrato aquoso das folhas, valores de eficiência de inibição superiores a 90%, indicando o potencial uso desses extratos como inibidores de corrosão de origem vegetal para o aço carbono P110 na presença de ácido clorídrico. O extrato etanólico das flores apresentou eficiência de inibição de, no máximo, 72,13%, valor que a princípio não justifica sua aplicação como inibidor de corrosão.

Os resultados obtidos são promissores, com destaque para o fato de que se trata de uma pesquisa inicial, sendo necessário novos estudos com objetivo de avaliar a eficiência dos extratos em condições diversas das utilizadas envolvendo, por exemplo, a otimização do processo de extração, a alteração na duração dos ensaios, temperatura do sistema, concentração do ácido e natureza do aço, com uso de técnicas eletroquímicas e de microscopia, além do levantamento dos custos associados ao processo e a toxicidade dos extratos.

Essas pesquisas são necessárias, de modo a tornar comercialmente viável a formulação de inibidores de corrosão a partir dos extratos de *Unxia kubitzkii* H. Rob, aliando baixo custo, alta eficiência e menor impacto ambiental.

Referências

ABDALLAH, M.; HAZAZI, O. A.; ALJAHDALY, B. A.; FOUUDA, A. S.; EL-NAGAR, W. Corrosion Inhibition of Zinc in Sodium Hydroxide Solutions using Coumarin Derivatives. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 3, n. 6, p. 13802-13819, 2014. Disponível em: <https://www.ijirset.com/upload/2014/june/82_Corrosion.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

ALBUQUERQUE, M. A.; OLIVEIRA, M. C. C.; ECHEVARRIA, A. Avaliação da Atividade Anticorrosiva de Formulações com Extrato Vegetal por Técnicas Eletroquímicas e Gravimétrica. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 5, p. 1841-1853, 2015. Disponível em: <<http://rvq.sbg.org.br/imagebank/pdf/v7n5a17.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ALENCAR, M. F. A.; OLIVEIRA, L. R. F. de; GOMES, R. da S.; GOMES, F. F. S.; ARAÚJO NETO, J. A. M. de; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; SILVA, R. C. B. da. Extrato de Plantas da Caatinga como inibidor de corrosão. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 4., 2013, Natal. **Anais...** Natal: Annq, 2013. Disponível em: <<http://annq.org/eventos/upload/1363357848.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

ALENCAR, G. K. S. **Análise fitoquímica do extrato alcóolico de *Unxia ubitzkii* H. ROB.** 2018. 60 f. Monografia apresentada ao Instituto Federal do Rio de Janeiro para obtenção do título de Bacharel em Química.

ASSIS, B. V. R.; MEIRA, F. O.; PINA, V. G. S. S.; ANDRADE, G. F.; COTRIM, B. A.; RESENDE, G. O.; D'ELIA, E.; SOUZA, F. C. Efeito Inibitório do Extrato de Piper Nigrum L. sobre a Corrosão do Aço Carbono em Meio Ácido. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 5, p. 1830-1840, 2015. Disponível em: <<http://rvq.sbg.org.br/imagebank/pdf/v7n5a16.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ASTM G1-03. **Standard practice for preparing, cleaning and evaluating corrosion test specimens.** Pensilvânia, 2011.

BARROS, I. B.; MOSCOSO, H. Z. L.; CUSTODIO, D. L.; VEIGA JUNIOR, V. F.; BASTOS, I. N. Casca Preciosa (Aniba canelilla) como Inibidor de Corrosão do Aço-Carbono.

Revista Virtual de Química, v. 7, n. 5, p. 1743-1755, 2015. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n5a10.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. Boston: Hoghton, 1968.

EDDY, N.O.; ODOEMELAM, S.A; ODIONGENYI, A.O. Ethanol Extract of Musa acuminate peel as an eco-friendly inhibitor for the corrosion of mild steel in H₂SO₄. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 2, n. 1, p. 35-42, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290345076_Ethanol_extract_of_musa_species_peels_as_a_green_corrosion_inhibitor_for_mild_steel_Kinetics_adsorption_and_thermodynamic_considerations. Acesso em: 12 ago. 2018.

FRAUCHES-SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, M. A.; OLIVEIRA, M. C. C.; ECHEVARRIA, A. A Corrosão e os Agentes Anticorrosivos. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 2, p. 293-309, 2014. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v6n2a09.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

GENTIL, V. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

LORENZI, H. **Plantas Ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2001.

MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M.O.; AGUIAR, L. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 1, p. 315-320, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n1b/a23v191b.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2018.

NAKAJIMA, J.N. **Unxia in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB80741>. Acesso em: 10 ago. 2018.

NNANNA, L.; NNANNA, G.; NNAKAIFE, J.; ETI, P. Aqueous Extracts of Pentaclethra macrophylla Bentham Roots as Eco-Friendly Corrosion Inhibition for Mild Steel in 0.5 M

KOH Medium. **International Journal of Materials and Chemistry**, v. 6, n. 1, p. 12-18, 2016. Disponível em: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijmc.20160601.03.html>. Acesso em: 12 ago. 2018.

OLIVEIRA, T. M. de; CARDOSO, S. P. Extrato de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (THEACEAE) como inibidor de corrosão de origem vegetal. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 46-53, 2014. Disponível em: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistapct/article/view/419/285>. Acesso em: 10 ago. 2018.

OLIVEIRA, D. F. de; SILVA, C. G. da; CARDOSO, S. P. Inibidor de corrosão ambientalmente seguro: avaliando extratos de *Plectranthus barbatus* Andrews. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, p. 01-20, e 3712479, 2018. Disponível em: <https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/479/350>. Acesso em: 12 ago. 2018.

PEREIRA, A. C.; CASTRO, D. L. Prospecção Fitoquímica e Potencial Citotóxico de *Unxia kubitzkii* H. Rob. (Asteraceae-Heliantheae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 231-233, 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/224/218>. Acesso em: 12 ago. 2018.

RAJA, P.B.; SETHURAMAN, M.G. Natural products as corrosion for metals in corrosive media – A review, **Material Letters**, v. 62, p. 113-116, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X07004673>. Acesso em: 12 ago. 2018.

ROCHA, J. C.; GOMES, J. A. C. P.; D'ELIA, E. Corrosion inhibition of carbon steel in hydrochloric acid solution by fruit peel aqueous extracts. **Corrosion Science**, v. 52, n. 7, p. 2341-2348, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010938X10001836>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ROCHA, J. C.; GOMES, J. A. C. P. Inibidores de corrosão naturais – Proposta de obtenção de produtos ecológicos de baixo custo a partir de resíduos industriais. **Revista Matéria**, Supl., e-

11927, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rmat/v22s1/1517-7076-rmat-22-suppl-e11927.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

SARATHA, R.; PRIYA, S.V.; THILAGAVATHY, P. Investigation of Citrus aurantiifolia Leaves Extract as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 1 M HCl. **Journal of Chemistry**, v. 6, n. 3, p. 785-795, 2009. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/jchem/2009/107807/abs/>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

SILVA, A. A. **Prospecção fitoquímica das folhas e das flores de *Unxia kubitzkii* H.ROB em extrato aquoso**. 2018. 70 F. Monografia apresentada ao Instituto Federal do Rio de Janeiro para obtenção do título de Bacharel em Química.

TORRES, V. V. **Extratos de produtos naturais como inibidores de corrosão para o aço-carbono 1020**. 2008. 154 f. Dissertação apresentada ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de mestre em Química Inorgânica.

WANG, Y.C.; CHUANG, Y.C.; HSU, H.W. The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan, **Food Chemistry**, v. 106, p. 277-284, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607005444>>. Acesso em: 12 ago. 2018.