



TANINO COMO AGENTE INIBIDOR DO PROCESSO CORROSIVO

Gabriele Tais Linden¹
Nádia Teresinha Schröder²
Ester Schmidt Rieder³

Resumo

Com o objetivo de reduzir a corrosão metálica, com agentes de baixo impacto ambiental, foi utilizado nessa pesquisa um inibidor de corrosão extraído da acácia negra, o tanino. O principal mecanismo de sua ação inibidora é a reação entre óxido de ferro e o tanino, formando o complexo insolúvel de ferro-tanato. Corpos de prova de aço carbono 1020 foram fosfatizado em solução aquosa de ácido fosfórico, óxido de zinco e nitrito de sódio e, posteriormente, selados em solução contendo 0,2 e 2,0 g/L de tanino em temperatura de 80 °C. Após esta etapa, as peças foram pintadas por pistola industrial e submetidas a uma solução agressora de sulfato de sódio 0,1 mol/L por tempos de 3, 7 e 15 dias. A eficiência de inibição à corrosão do tanino foi avaliada por medidas eletroquímicas, utilizando espectroscopia de impedância eletroquímica. As análises foram realizadas na mesma solução agressora de imersão. Os corpos de prova selados com 0,2 e 2,0 g/L de tanino de acácia negra, quando submetidos à solução de sulfato de sódio 0,1 mol/L, apresentaram maior resistência ao processo corrosivo, comparados aos corpos de prova selados na solução sem tanino. Também observou-se que, quanto maior o tempo de imersão, maior foi o efeito do inibidor à corrosão, indicado pela maior resistência de polarização nos ensaios de impedância eletroquímica. O tanino aumenta a resistência de polarização no potencial de circuito aberto, diminuindo a atividade eletroquímica do corpo de prova. O tanino mostra-se como potencial inibidor de corrosão em soluções de sulfato.

Palavras chave: tanino; inibidor de corrosão; acácia negra; aço carbono.

INTRODUÇÃO

A indústria metal-mecânica, preocupada com a qualidade de seus produtos, busca constantemente a otimização de seus processos de produção, de forma a torná-lo mais econômico e sustentável. A produção de peças, especialmente estruturais, exige processos rigorosamente controlados de integridade, tornando a indústria em constante demanda por técnicas inovadoras para atender as diversas especificidades. Nesta preocupação, estão os processos de acabamento superficial para conferir às peças resistência ao processo corrosivo, visando à sua integridade e durabilidade.

Processos de acabamento superficial inovadores vêm sendo desenvolvidos, com a concepção atual de produção mais limpa, colocando no mercado produtos de baixo impacto ambiental com qualidade similar ou superior aos processos convencionalmente utilizados na indústria (RAHIM e KASSIM, 2008). Esta preocupação tem sido o objeto deste estudo, o qual visa à avaliação de um produto natural para aumentar a resistência à corrosão de peças metálicas de base ferrosa.

1 Aluno do curso de Química Industrial – Bolsista PROBITI/FAPERGS – gabilinden@bol.com.br

2 Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e PPGEMPS – nadiaschroder@gmail.com

3 Professor do Curso de Química e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Processos Sustentáveis – esterrieder@gmail.com

O produto natural em estudo é o tanino, extraído da acácia negra. A literatura recente indica que os compostos polifenólicos naturais extraídos de plantas (taninos) podem ser utilizados como inibidores do processo corrosivo de materiais ferrosos em meio aquoso. Estes compostos, por serem biodegradáveis e não tóxicos, tem atraído a atenção da indústria deste setor, sendo também utilizados como conversores de produtos de oxidação, pigmentos em revestimentos de pintura e agentes de limpeza química para remoção de depósitos ferrosos.

Os taninos como inibidores de corrosão são empregados em formulações de solventes e pré-tratamentos a base de água. Estas podendo ser aplicadas em substratos parcialmente oxidados, reduzindo custo e tempo em etapas de limpeza mecânica. A presença de taninos nestas formulações converte os produtos da oxidação em compostos que são mais estáveis e resistentes à corrosão.

O principal mecanismo da ação inibidora dos taninos em materiais ferrosos tem sido associado à reação entre o óxido de ferro proveniente da oxidação do metal e o tanino adicionado ao meio agressor, formando na superfície do metal o complexo insolúvel de ferro-tanato, diminuindo, assim, sua atividade eletroquímica.

Os monômeros flavonóides agem principalmente como inibidores catódicos na corrosão de materiais ferrosos e a sua eficiência depende do pH do meio. A eficiência do inibidor seria reduzida com aumento do pH do meio. O autor, ao acidificar o meio em presença de tanino, obteve redução de ambas as correntes, anódicas e catódicas (RAHIM *et al.*, 2007).

A eficiência do ferro-tanato para suprimir o desenvolvimento posterior da corrosão tem sido discutida na literatura (MARTINEZ *et al.*, 2003) ao avaliar o comportamento do tanino de mimosa em meio acidificado com ácido clorídrico, observou um aumento na eficiência de inibição com o aumento da concentração de tanino no meio.

Os taninos somente são efetivos como inibidores de corrosão quando aplicados em conjunto com ácido fosfórico (PARDINI *et al.*, 2001 e MATAMALA *et al.*, 1994).

Este estudo visa à caracterização da ação inibidora de taninos extraídos de acácia negra no processo corrosivo do aço carbono 1020 em solução aquosa.

O objetivo técnico geral do projeto é o desenvolvimento de um método de proteção à corrosão para materiais ferrosos, utilizando compostos polifenólicos extraídos de acácia negra, o tanino (componente não-tóxico e ambientalmente sustentável).

Os objetivos técnicos específicos são avaliar o efeito inibidor à corrosão do tanino, quando adicionado ao meio corrosivo em diferentes teores e avaliar o efeito inibidor do tanino, quando inserido no processo de tratamento de superfície pré-pintura em diferentes teores.

METODOLOGIA

Para os procedimentos experimentais, foram utilizados corpos de prova de aço carbono 1020. Os corpos de prova foram previamente tratados na empresa parceira. O pré-tratamento consistiu das seguintes etapas:

Desengraxe: imersão dos corpos de prova em solução alcalina, mantida a temperatura de 70 °C, por 5 minutos. Decapagem: realizada em solução de H₃PO₄ a 20%, em temperatura entre 60 e 80 °C, por 10 minutos. Ativação ácida: em solução de concentração de 170 a 200 g/L de H₂SO₄, temperatura ambiente, por 1 minuto. Processo de fosfatização: em solução de H₃PO₄, ZnO e NaNO₂, temperatura ambiente, por 15 minutos. Todos os processos de imersão foram seguidos por lavagem em água quente. Por fim, os corpos de prova permaneceram em estufa a 200 °C, por 10 minutos.

Após o processo de fosfatização, os corpos de prova foram imersos em soluções contendo de 0,5 e 2,0 g/L de tanino, sendo logo após selados com tinta industrial.

Os corpos de prova selados foram avaliados quanto à resistência à corrosão por ensaios de imersão em uma solução agressora contendo Na_2SO_4 0,1 mol/L (pH = 2,5). A cada tempo, os corpos de prova foram avaliados eletroquimicamente pela técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica, sendo assim avaliados quatro tempos: tempo zero (momento da imersão) e três, sete e quinze dias.

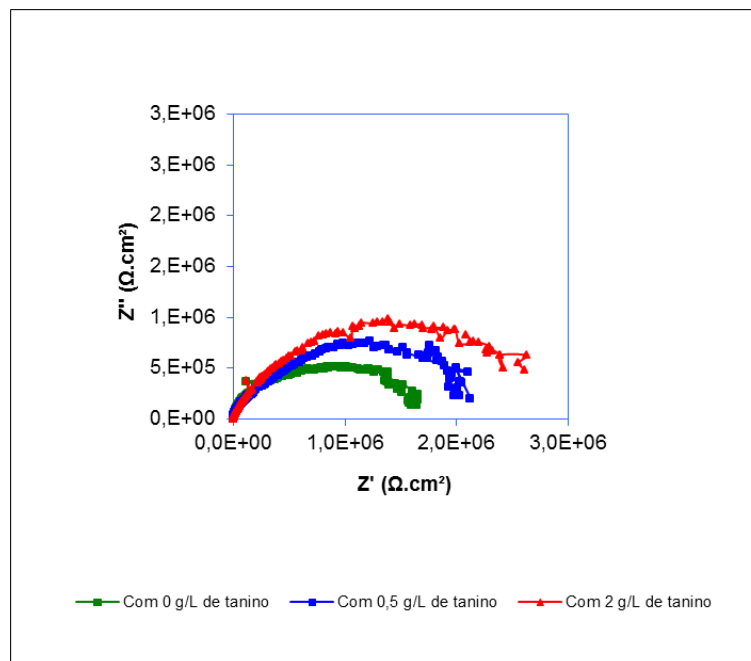
Para as determinações eletroquímicas, foi utilizado um potenciostato/ galvanostato, com analisador de frequência para as medidas de impedância. A célula foi constituída tipicamente de três eletrodos: eletrodo de trabalho (com o corpo de prova), eletrodo de referência (calomelano saturado) e contra-eletrodo (platina).

A espectroscopia de impedância eletroquímica consiste na sobreposição de uma onda senoidal de baixa amplitude, em uma ampla faixa de frequência (100 kHz a 10 mHz), com a aplicação de uma onda senoidal de 10 mV de amplitude em potenciais de interesse, definidos a partir das Curvas de Polarização Potenciodinâmicas. Esta perturbação resulta em uma corrente resposta de uma onda senoidal sobreposta na corrente dc. Nesta técnica, a resposta de corrente é deslocada em relação ao sinal aplicado. A impedância é uma quantidade complexa, com magnitude e deslocamento de fase que dependem da frequência do sinal. Ao variar a frequência do sinal aplicado, a impedância do sistema, como uma função da frequência, será medida. Os dados de impedância eletroquímica são apresentados utilizando os diagramas de Nyquist, que apresenta a impedância real no eixo x e a impedância imaginária no eixo y em função da frequência. O gráfico resultante origina um semi-círculo, dos quais são extraídos os parâmetros desejados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos de prova selados com 0,5 e 2,0 g/L de tanino em contato com a solução agressora de Na_2SO_4 0,1 mol/L apresentaram maior resistência ao processo corrosivo, comparados aos corpos de prova selados sem tanino, indicado pela maior resistência de polarização nos ensaios de impedância eletroquímica, como apresentado na Figura 1.

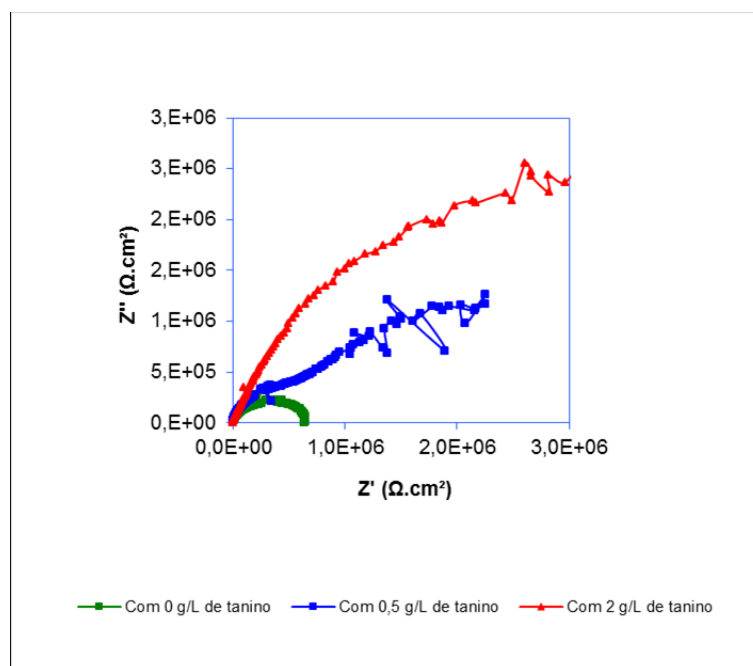
Figura 1. Diagrama de Nyquist para os corpos de prova mantidos em solução 0,1 mol/L Na_2SO_4 durante 3 dias.



Os corpos de prova selados com 2 g/L de tanino apresentaram maior resistência a polarização, ou seja, apresentaram maior resistência à corrosão, do que os corpos de prova selados com 0,5 g/L e os corpos de prova selados apenas com água. A resistência de polarização aumentou com o incremento de tanino na solução. Esta tendência foi ainda mais pronunciada para os corpos de prova imersos por sete dias na solução agressora, como mostra a Figura 2.

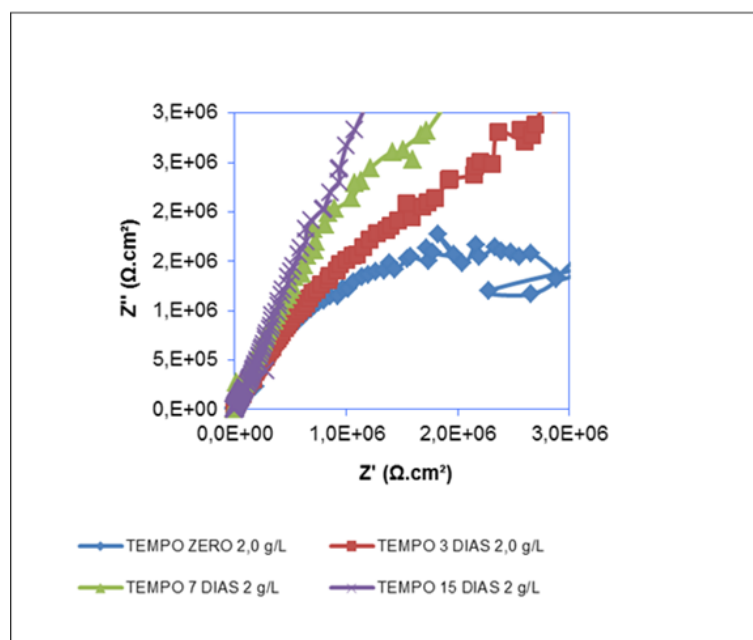
Os corpos de prova selados sem tanino apresentaram redução de cerca de 50% na resistência de polarização de três para sete dias, já os corpos com inserção de tanino no processo, apresentaram aumento da resistência de polarização com o tempo de imersão na solução de Na_2SO_4 . Este aumento na resistência foi maior para os corpos de prova com maior teor de tanino. Os corpos de prova contendo 2 g/L dobraram a sua resistência de polarização de três para sete dias de imersão. A ação inibidora dos taninos em materiais ferrosos tem sido associada à reação entre o óxido de ferro proveniente da oxidação do metal e o tanino adicionado ao meio agressor, formando na superfície do metal o complexo insolúvel de ferro-tanato, diminuindo, assim, sua atividade eletroquímica (Rahim *et al.* 2007). O aumento da formação do ferro-tanato na superfície do substrato com o tempo de imersão promoveria a redução do processo corrosivo.

Figura 2. Diagrama de Nyquist para os corpos de prova mantidos em solução 0,1 mol/L Na_2SO_4 durante 7 dias.



Comparando-se o efeito do inibidor com o tempo de imersão nos corpos de prova selados com a mesma quantidade de tanino, Figura 3, pode-se observar que quanto maior o tempo de exposição do corpo de prova à solução agressora de Na_2SO_4 , maior o coeficiente angular da curva de Nyquist. Este resultado reflete um aumento crescente da resistência de polarização com o tempo de exposição ao meio agressivo.

Figura 3. Diagrama de Nyquist para os corpos de prova selados com 2 g/L de tanino e mantidos em solução 0,1 mol/L Na₂SO₄ por 0, 3, 7 e 15 dias.



CONCLUSÕES

O tanino aumenta a resistência de polarização no potencial de circuito aberto, diminuindo a atividade eletroquímica do corpo de prova. O tanino comprovou sua atuação como um inibidor de corrosão em soluções de sulfato.

REFERÊNCIAS

- RAHIM, A. A., KASSIM, J., Recent Development of Vegetal Tannins in Corrosion Protection of Iron and Steel. **Recent Patents on Materials Science**, v. 1, p. 223, 2008.
- RAHIM, A. A., ROCCA, E., Steinmetz, J., Kassim, M. J., Adnan, R., Ibrahim, M. S., Mangrove tannins and their flavanoid monomers as alternative steel corrosion inhibitors in acidic medium. **Corrosion Science**, v. 49, p. 402, 2007.
- MARTINEZ, S., METIKOS-HUKOVIC, M, A nonlinear kinetic model introduced for the corrosion inhibitive properties of some organic inhibitors. **Journal of Applied Electrochemistry**, v. 33, p. 1137, 2003.
- Pardini, O. R., Amalvy, J. Y., Di Sarli, A. R., Romagnoli, R., Vetere, V. F., Formulation and testing of a waterborne primer containing chestnut tannin. **Journal of Coatings Technology**, v. 73, p. 99, 2001.
- Matamala, G., Smeltzer, W., Droguett, G., Use of tannin anticorrosive reaction primer to improve traditional coating systems. **Corrosion**, v. 50, p. 270, 1994.