

## REAPROVEITAMENTO DE EXTRATO VEGETAL DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA DO SETOR MADEIREIRO COMO PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO PARA AÇO GALVANIZADO

Guilherme Lahm Feron (Feron, G. L.)

Bruno Pienis Garcia (Garcia, B. P.)

Alvaro Meneguzzi (Meneguzzi, A.)

Daiana Guerra Sacilotto (Sacilotto, D. G.)

LACOR - Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem dos Materiais

Rua Garibaldi, 1085 apto 402, Porto Alegre/RS - CEP: 90035-052 -  
guiferon@gmail.com

### RESUMO

*Os subprodutos presentes no efluente de um processo produtivo do setor madeireiro foram utilizados como revestimento protetor de aço galvanizado, avaliando a sua utilização contra a corrosão. O extrato foi obtido por decantação do efluente de cozimento de toras de Pinus por acidificação a pH de 1,5; sem a necessidade de adição de coagulantes ou floculantes. Depois, o extrato foi ajustado a pH 5 para ser estudado. As peças metálicas foram desengraxadas por 10 min e deixadas submersas no extrato vegetal por tempos de 08 min, 15min e 30min, e passaram por um processo de cura por 1h a 100°C. As chapas foram submetidas a ensaios de Impedância e Polarização, e posterior análise de corrosão. As peças revestidas com esse extrato apresentaram comportamentos satisfatórios comparadas com as peças cromatizadas, assegurando que novos estudos ainda precisam ser realizados para aprimoramento da técnica e posterior aplicação industrial.*

Palavras-chave: Revestimento; Corrosão; Tecnologias Limpas;

## INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir apresentado surgiu do estudo de reaproveitamento de subprodutos recuperados em um efluente de indústria do setor madeireiro. Este efluente de difícil tratabilidade contém uma série de produtos de interesse e que podem ser utilizados em diversas áreas, dentre elas a proteção contra corrosão. Taninos são substâncias polifenólicas presentes em diversos vegetais superiores e que são obtidos por extração aquosa quente (PIZZI, 1994; GARNIER *et al*, 2002). Segundo Peres (2010), inibidor de corrosão é a substância que quando adicionada em pequenas concentrações no meio, reduz efetivamente a taxa de corrosão de um metal. As técnicas mais utilizadas para a avaliação do comportamento dos inibidores de corrosão são a polarização potenciodinâmica, medidas de perda de massa e espectroscopia de impedância eletroquímica. Ainda, de acordo com Peres, taninos vem sendo utilizados como inibidores de corrosão em águas de alimentação de caldeiras há mais de cem anos e por, pelo menos, quarenta em sistemas de resfriamento a água. Assim, o trabalho desenvolvido teve como objetivo estudar a capacidade do subproduto obtidos do efluente como inibidor de corrosão em aço galvanizado. O efluente foi acidificado a pH 1,5 onde formou-se um precipitado. Este precipitado, daqui pra frente denominado de extrato vegetal, teve seu pH ajustado para pH 5 para ser estudado como revestimento protetor/inibidor de corrosão.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Extrato Vegetal

O efluente do cozimento de toras de *Pinus* foi coletado em indústria de produção de painéis compensados no Centro-Oeste do estado de Santa Catarina e transportado em galões de 20 litros até Porto Alegre, no Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais (**LACOR**). O extrato foi obtido pela acidificação deste efluente até o pH 1,5 com a adição de HCl 1:10, onde ocorre a separação física por precipitação dos subprodutos de interesse. O extrato formado após 1h de decantação do efluente acidificado foi recolhido e armazenado até que volume suficiente de extrato vegetal fosse obtido para os ensaios de imersão. O extrato ácido foi ajustado a pH 5 com adição de NaOH 1 mol para ser utilizado nos estudos.

### Análise do extrato vegetal

O extrato foi analisado quanto a sua concentração de polifenóis totais pelo método colorimétrico. Conforme metodologia apresentada por Giacobbo *et al*. 2015, utilizou-se um espectrofotômetro marca PG Instruments, modelo T80+UV/VIS medindo absorvância em 280 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalente ácido gálico (EAG)/L e baseadas em curvas de calibração com diferentes concentrações de ácido gálico, preparadas a partir de diluições de solução mãe com 100mg/L. As amostras foram diluídas em água deionizada para as absorvâncias ficarem compreendidas na faixa de calibração de 0,1 a 1. O branco foi determinado utilizando-se água deionizada.

### Preparação das amostras

Chapas de aço galvanizado de dimensão 10cmx5cm foram desengraxadas utilizando-se de um desengraxante alcalino da marca Saloclean 667N fornecido pela Klintex® na concentração de 70g/L sendo elas previamente lavadas com detergente e esponja para remover o excesso de sujidades e só assim passarem para essa solução durante 10min e 70°C ± 4°C e depois foram deixadas imersas no extrato vegetal por diferentes tempos(10, 15 e 30 min) utilizando-se para este um elevador de discos e configurado para realizar imersões com velocidade máxima do equipamento de 42cm/min pois assim conseguiríamos estabelecer dentro das condições apresentadas a maior quantidade possível de extrato vegetal na peça. As peças foram curadas em estufa a 100°C por 1h para a completa evaporação de possíveis solventes como a água provenientes do processo de obtenção.

Após alcançarmos o revestimento esperado todas as amostras foram submetidas à análises de espectroscopia de impedância eletroquímica e polarização potenciodinâmica que se utilizaram de uma célula eletroquímica de três eletrodos Eletrodo de trabalho, Eletrodo de Referência e Contra Eletrodo. Para o eletrólito, em ambos procedimentos se utilizou de uma solução de NaCl 0,1M. Além destes ensaios, para aprofundarmos o entendimento sobre a utilização deste extrato, as amostras também ficaram expostas à um ensaio de corrosão acelerado, dentro de uma câmara úmida, onde se simulam condições atmosféricas relativas a centros urbanos empregando temperatura constante de aproximadamente 40C e umidade relativa de 100%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### Análise do Extrato Vegetal

O extrato foi analisado quanto a concentração de polifenóis totais em duplicata. A concentração de polifenóis totais no extrato utilizado para os ensaios nas duas análises foi de 7312,1 mg EAG/L e 7023,1 mg EAG/L. Portanto, o extrato apresenta uma concentração de mais de 7000 mg EAG/L de polifenóis totais.

### Polarização Potenciodinâmica

A figura 1 abaixo, apresenta o gráfico obtido através do ensaio de polarização potenciodinâmica, que se utilizou de uma varredura do potencial a partir de -1,3V até -0.8V. A faixa de potencial varrido demonstrou que depois de colhermos todos os dados referentes a todas as diferentes amostras que, a corrente de corrosão obtida por todas as condições de diferentes tempos de imersão foram menores que a corrente de corrosão da amostra cromatizada.

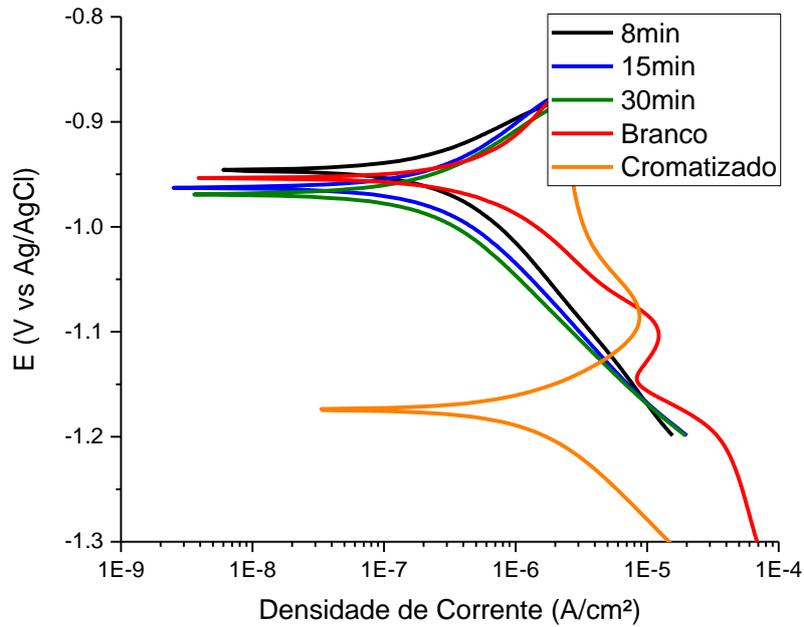


Figura 1 Curvas de Polarização Potenciodinâmica que exibem as diferentes curvas relacionando tempos de 8, 15 e 30min de imersão com as amostras de Branco e Cromatizado.

Correntes de corrosão menores indicam que o sistema não permitiu que um fluxo maior de elétrons percorresse o sistema, de modo que essa situação permite uma maior resistência do substrato contra a corrosão. Além da análise da corrente, o potencial tornou-se mais nobre, garantindo assim uma proteção maior contra a corrosão comparando-se com a amostra de cromatizado que apresenta potencial menor na faixa de -1.15V.

### Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE)

O ensaio efetuado de EIE apresentado na figura 2 abaixo foi alcançado com uma frequência que variou na faixa de  $10^5$  (altas frequências) até  $10^{-1}$  (baixas frequências). Essa grande variação da faixa de frequências garante que tenhamos um resultado esclarecedor sobre todos os fenômenos que podem acontecer nessa ampla faixa de variação.

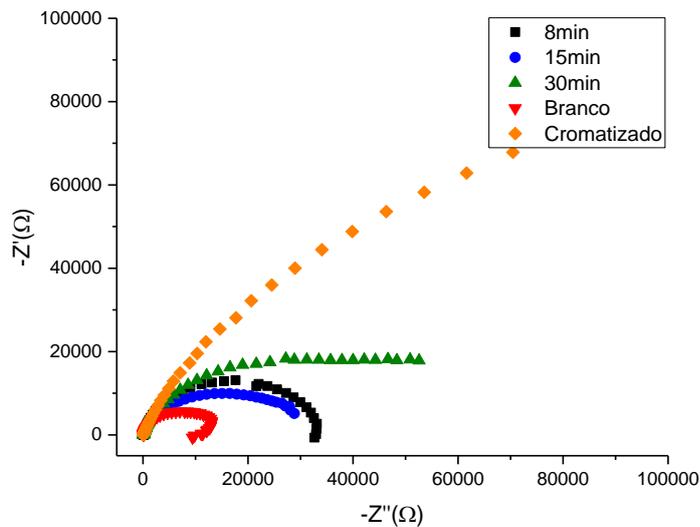


Figura 2 Curvas de Espectroscopia de impedância eletroquímica que exibem as diferentes curvas relacionando tempos de 8, 15 e 30min de imersão com as amostras de Branco e Cromatizado.

As curvas referentes as amostras que sofreram diferentes tempos de imersão no extrato vegetal apresentaram maiores resistências contra o eletrólito dentro da célula eletroquímica como é mostrado quando compara-se com o perfil da curva da amostra Branca que é a amostra de aço galvanizado sem nenhum revestimento. A amostra de cromatizado, como já é de se esperar, obteve a maior capacidade resistiva confirmando assim a sua grande capacidade de se proteger contra a corrosão.

### Câmara Úmida

O ensaio de câmara úmida, que reproduziu as condições atmosféricas encontradas no meio urbano que são as de temperatura e umidade, foi executado através de triplicata e apresentou resultados satisfatórios. Todas as três condições foram colocadas junto das amostras de branco e cromatização e após 1098h de exposição na câmara nenhuma das amostras expostas tinha conferido grau 0 de corrosão, que pode variar de 0 a 5. Isso permite no mínimo dizer que o revestimento não alterou as características superficiais do aço galvanizado, uma vez que este é imerso em uma solução de pH 5 e poderia por ter óxido de zinco na superfície reagido pois este é anfótero.

## **CONCLUSÕES**

Após todos os ensaios eletroquímicos e de exposição a corrosão acelerada podemos garantir que os compostos fenólicos contidos nos extratos utilizados na imersão das peças pode sim garantir uma proteção contra a corrosão quando comparadas as amostras brancas, somente com galvanizado. Já realizando uma análise entre os diferentes tempos de imersão, as amostras que tiveram um maior tempo de exposição (30min) garantiram uma maior resistência ao eletrólito, como foi mostrado nos ensaios de EIE. Apesar de serem satisfatórios os resultados utilizando-se este extrato vegetal proveniente da indústria madeireira, mais estudos devem ser empregados de modo que possa-se apontar uma alternativa viável e sustentável ao uso da cromatização na fabricação dos aços galvanizados.

## **REFERÊNCIAS**

GIACOBBO, A. **Recuperação de polifenóis e polissacarídeos de efluentes vinícolas através de processos de separação por membranas**. 2015. Tese Doutorado Ciência e Tecnologia dos Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2015.

PERES, R. S.; **Propriedades anticorrosivas de camadas de conversão à base de taninos como pré-tratamento o para aço carbono 1020**. 2010. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2010

PIZZI, A.; MITTAL, K. L. **Handbook of adhesive technology**. New York: Marcel Dekker, 1994. 680 p.

## **REUSE EXTRACT VEGETABLE OF INDUSTRY TIMBER WASTEWATER AS CORROSION PROTECTION FOR STEEL GALVANIZED**

### **ABSTRACT**

The subproducts present in a wastewater of a productive process from the timber industry were utilized as backing of galvanized steel, evaluating its utility against corrosion. The extract was obtained by decantation of the acidified wastewater of baking barks of *Pinus* to a pH 1,5; without the need of adding another substances as flocculants. Then the extract was adjusted to a pH of 5 for the study. The metallic plates were degreased for 10 min and were submerged in the vegetal extract for 08 min, 15 min e 30 min, and were cured for 1h at 100°C. The plates were submitted to Impedance and Polarization tests and analyzed for corrosion. The plates coated with the extract presented satisfactory performance compared to galvanized plates, assuring that new studies are needed to the technique refinement and further industrial application.

Key-Words: Coating; Corrosion; Clean Technologies;