

ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES À BASE DE LIGNINA PARA POTENCIAL USO COMO INIBIDORES DE CORROSÃO

FRANTCHESCOLE BORGES CARDOSO¹; CAMILA MONTEIRO CHOLANT²;
RUBENS CAMARATTA³; ALICE GONÇALVES OSÓRIO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – frantchescole.cardoso@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - camila.scholant@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – rubenscamaratta@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – osorio.alice@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os materiais metálicos têm grande importância no nosso dia a dia, sendo que diversos produtos são constituídos dessa classe de materiais, porém, um grande problema que ocorre com os metais é a corrosão. A corrosão é um processo natural que pode levar à deterioração e perda de funcionalidade de diversos produtos, especialmente aqueles fabricados de aço.

Segundo levantamento publicado pelo Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM (2020), cerca de 30% da produção mundial de ferro e aço é perdida com a corrosão – e os custos correspondem de 1 a 5% do PIB dos países. O Brasil nesse período teve um gasto equivalente a 4% do PIB (R\$ 290 bilhões) com manutenção preventiva de corrosão.

Diante disso, tem-se investido significativamente na pesquisa e desenvolvimento de estratégias para prevenir a corrosão, visando aumentar a durabilidade e vida útil dos materiais utilizados, sujeitos à corrosão.

Uma das alternativas para mitigar os problemas causados pela corrosão são os chamados inibidores orgânicos. Os inibidores de corrosão são compostos químicos, onde as moléculas desse composto são adsorvidas na superfície do metal, formando uma fina camada que retarda o processo de corrosão (VERMA et al., 2019). Substâncias com essas características tem sido muito usadas como um dos melhores métodos para proteção contra a corrosão (GENTIL, 1996).

Esses inibidores são relativamente baratos quando comparados à outras alternativas, porém, podem ser tóxicos e danosos ao meio ambiente com a presença de algumas substâncias como o enxofre; também possuem a limitação de serem utilizados somente em meio aquoso.

Nessa perspectiva, além da preocupação com os problemas gerados pela corrosão, é de extrema importância que se desenvolvam métodos que não agredam o meio ambiente e funcionem de forma eficaz, ficando evidente a necessidade do desenvolvimento de novos inibidores de corrosão.

Surge então, a alternativa da utilização da lignina como inibidor orgânico do processo corrosivo, sendo ela eletrodepositada na forma de filme fino na superfície de um metal para possíveis aplicações onde o contato com o meio corrosivo não pode ser evitado. Ainda, a possibilidade de eletrodepositar um filme aumenta a possibilidade de aplicação do filme, que independente de um meio líquido para sua utilização.

A lignina é um composto orgânico complexo presente nas paredes celulares de muitas plantas, ela desempenha um papel importante na estrutura e rigidez das mesmas, fornecendo suporte mecânico e proteção contra patógenos e insetos. É um

dos principais componentes presentes na biomassa, sendo o segundo polímero mais abundante em plantas terrestres e o mais importante baseado em unidades aromáticas (LAURICHESSE; AVÉROUS, 2014; ZHAO et al., 2016).

Nesse sentido, no presente trabalho, a lignina extraída a partir do *Pinus elliottii* pelo processo de polpação soda foi utilizada como matéria-prima para produção de soluções com potencial inibidor de corrosão para aços. O objetivo do trabalho é a eletrodeposição de filmes orgânicos de lignina com características adequadas para serem utilizados como possíveis inibidores de corrosão de aços.

2. METODOLOGIA

O trabalho iniciou-se com a produção de corpos de prova metálicos e de uma solução inibidora à base de lignina. A solução foi aplicada na superfície metálica por meio da técnica de eletrodeposição. Para a produção da solução inibidora, foram utilizados água destilada, lignina soda (obtida do *Pinus elliottii*) e NaOH. A lignina foi misturada com água e agitada em agitador magnético por 30 minutos, enquanto o pH foi ajustado para cerca de 11 com NaOH.

Os materiais empregados na fabricação dos corpos de prova incluíram uma barra circular de aço baixo carbono com diâmetro de 16 mm, fio de cobre, solda de estanho e resina acrílica autopolimerizável. Para produzir as amostras, a barra circular de aço foi cortada em pastilhas de aproximadamente 5 mm de altura por meio de uma máquina de corte. Um fio de cobre foi soldado na parte traseira de cada amostra para futuros ensaios eletroquímicos.

Após isso, as amostras foram embutidas em resina acrílica, e a superfície metálica passou por um processo de lixamento e polimento. O lixamento foi realizado com lixas d'água de granulometrias variando entre 80, 220, 400, 600 e 1000. O polimento subsequente foi executado em uma politriz semi-automática, usando uma suspensão de alumina com abrasivo de 1 μm , conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 - Amostras embutidas.
Fonte: autor.

Os filmes foram eletrodepositados com a tensão de 5V e variações de tempo de 10, 20 e 30 minutos. Esses filmes foram avaliados por microscopia óptica e pelas análises eletroquímicas de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica e Polarização Potenciodinâmica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas micrografias mostradas na Figura 2, observa-se a morfologia dos filmes eletrodepositados. Na Figura 2A é visualizado o substrato metálico após as etapas de lixamento e polimento, onde é observado a inexistência de qualquer filme.

Na Figura 2B tem-se o início da formação de um filme. Como a eletrodeposição foi realizada em 10 minutos, o filme formado ainda é muito fino, mas apresenta uma compactação e homogeneidade.

Na Figura 2C, o filme formado por 20 minutos de eletrodeposição já é mais visível, e também apresenta uma morfologia contínua e homogênea, características importantes para uma boa proteção à corrosão. Observa-se que o filme formado apresenta um aspecto mais escuro, indicando um filme mais espesso.

Já na figura 2D, o filme formado por 30 minutos apresenta aglomerados na superfície recoberta, e aparência de um filme ainda mais espesso que os demais.

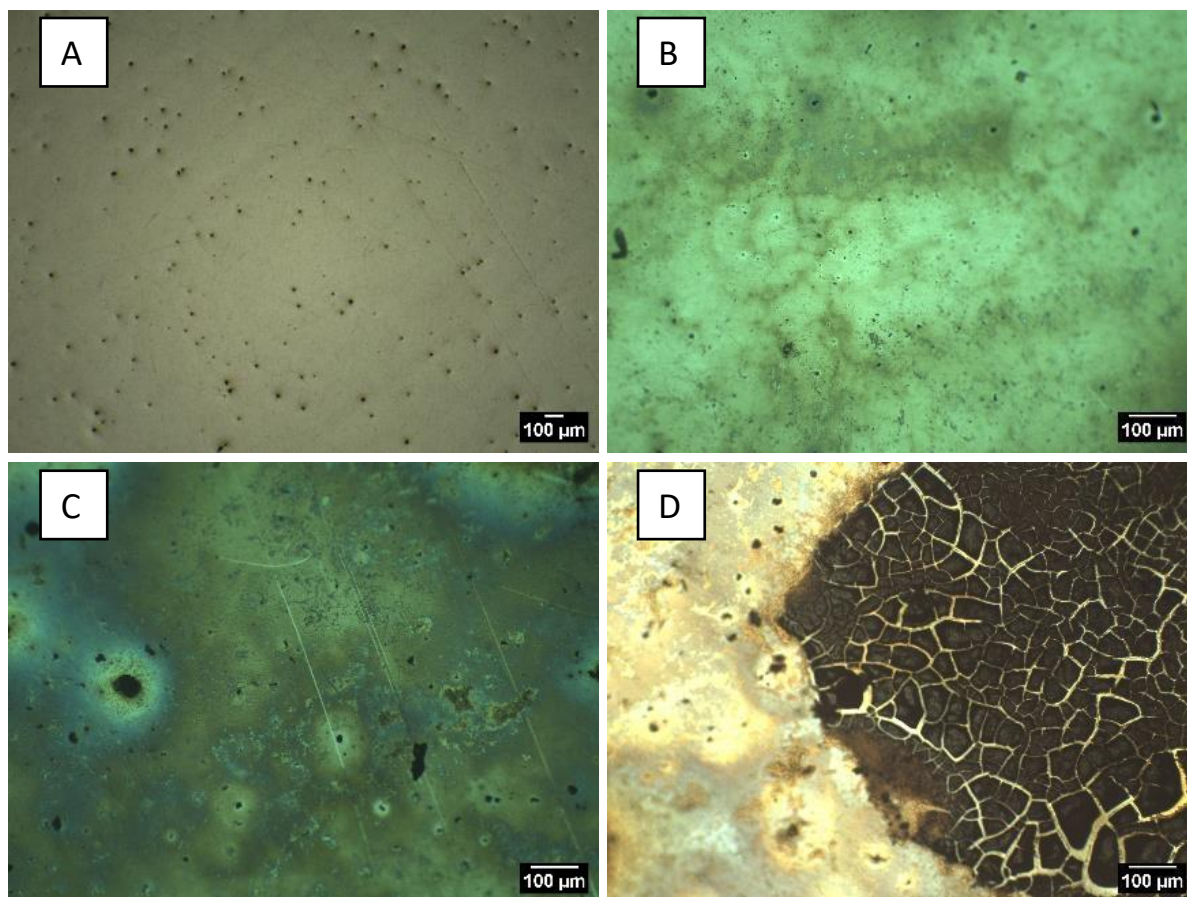


Figura 2 – (A) Amostra sem revestimento; (B) Revestimento 10 min; (C) Revestimento 20 min; (D) Revestimento 30 min.

Fonte: autor.

Ao observar a Tabela 1, onde são mostrados os dados obtidos pelas análises eletroquímicas, podemos verificar que, com a eletrodeposição dos filmes, existe uma melhora nos resultados de resistência à corrosão das amostras metálicas.

Em resumo, a amostra eletrodepositada por 20 minutos foi a que apresentou melhores resultados.

Quando observado o potencial de corrosão (E_{corr}), a amostra de 20 minutos apresentou um resultado mais positivo que as demais, indicando uma tendência maior do material a não ser corroído. Avaliando a corrente de corrosão (I_{corr}), a amostra de 20 min de deposição apresenta um resultado menor, indicando que a corrosão nessa amostra ocorre em uma menor taxa que as demais, o que é comprovado pela taxa de corrosão (TC) que foi calculada seguindo a norma ASTM G-102.

Ainda, a resistência à polarização apresentada pelas amostras indica que o filme eletrodepositado por 20 minutos apresenta uma maior estabilidade, significando que existe uma maior dificuldade de a amostra sofrer mudanças pelo meio onde está exposta.

Tabela 1 – Dados das análises eletroquímicas.

	Ecorr (V)	Icorr (uA)	TC (mm/ano)	Rp	Eficiência (%)
Branco	-0,4732	241	2,8404	118	-
10min	-0,4322	168	1,9800	180	30,2905
20min	-0,4257	166	1,9565	190	31,1203
30min	-0,4454	181	2,1333	165	24,8963

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que foi possível realizar a eletrodeposição de filmes a base de lignina em substrato metálico, e que esses agiram de forma satisfatória como inibidores de corrosão, protegendo o substrato quando avaliado em meio ácido.

Pode-se concluir também que os filmes eletrodepositados por 20 minutos apresentaram os melhores resultados em todos os parâmetros discutidos.

Ainda, conclui-se que foi obtida uma eficiência de 31,12% da amostra depositada por 20min em relação ao substrato metálico sem o revestimento, resultado satisfatório contra a corrosão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GENTIL, VICENTE. **Corrosão**. 3ª ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Processo de corrosão faz com que 30% da produção mundial de ferro e aço seja desperdiçada**. Brasília, DF: IBRAM, 2020.

LAURICHESSE, S.; AVÉROUS, L. Chemical modification of lignins: Towards biobased polymers. **Progress in Polymer Science**, v. 39, n. 7, p. 1266–1290, jul. 2014.

VERMA, C. et al. Aqueous phase environmental friendly organic corrosion inhibitors derived from one step multicomponent reactions: A review. **Journal of Molecular Liquids**, v. 275, p. 18–40, 1 fev. 2019.

ZHAO, X. et al. Effect of mechanical activation on structure changes and reactivity in further chemical modification of lignin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 91, p. 1081–1089, 1 out. 2016.