

ESTADO DA ARTE: INIBIDORES DE CORROSÃO ORGÂNICOS

AUGUSTO SANTOS DO NASCIMENTO; RUBENS CAMARATTA

Universidade Federal de Pelotas – gutosdn@hotmail.com
Universidade Federal de Pelotas – rcamaratta@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

É possível definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos (GENTIL, 1996). A corrosão metálica é um problema que atinge as indústrias do mundo todo. Em 2017, no Brasil, os gastos com problemas relacionados à corrosão ficaram em torno de 4% do PIB nacional, o que demonstra a importância das pesquisas sobre formas de mitigar o problema da corrosão. Atualmente, as sínteses tradicionais de inibidores de corrosão geram problemas ambientais pela liberação de químicos no ambiente.

Para contornar esse problema existem tecnologias sustentáveis com a chamada “química verde” que incluem a utilização extratos de plantas. Estes extratos fitoquímicos oferecem fortes interações com metais que conferem sua eficiência na inibição da corrosão. Além do mais, estes fitoquímicos são sintetizados naturalmente usando dióxido de carbono (CO₂) atmosférico e água na presença de luz solar sem o uso de solventes ou outros produtos químicos danosos ao meio ambiente. Portanto estes inibidores constituem uma das mais simples e efetivas alternativas no combate à corrosão.

Os inibidores são uma substância ou mistura de substâncias que, quando presente em concentrações adequadas, no meio corrosivo, reduz ou elimina a corrosão, e quanto a composição podem ser classificados entre orgânicos e inorgânicos (GENTIL, 1996).

Neste sentido, este trabalho estuda o uso de inibidores orgânicos no combate à corrosão metálica. A primeira parte do projeto trata da elaboração de uma extensa revisão bibliográfica sobre o estado da arte destes produtos. Posteriormente, serão escolhidos os inibidores orgânicos mais adequados e então serão feitas as deposições no substrato metálico onde parâmetros de deposição serão avaliados. A avaliação da corrosão se dará por estudos eletroquímicos, ensaio de corrosão em câmara de névoa salina e ensaio de corrosão em câmara de intemperismo acelerado. Atualmente, devido à situação relacionada à pandemia do novo corona vírus, não foi possível iniciar a parte prática da pesquisa.

2. METODOLOGIA

Esse projeto foi dividido em 5 etapas as quais são: 1) Revisão bibliográfica e estado da arte; 2) Definição das matérias primas, modo de extração e aplicação a serem utilizados; 3) Extração dos fitoquímicos de interesse; 4) Aplicação dos extratos; 5) Ensaio de Corrosão.

A pesquisa de revisão bibliográfica e estado da arte foi realizada por meio dos sites Google acadêmico e o ScienceDirect utilizando algumas palavras chaves “*corrosion inhibitor*”, corrosão, inibidores orgânicos, entre outras que serão discutidas posteriormente.

Paralelamente a pesquisa feita nos sites citados acima, foram realizadas reuniões com o grupo de pesquisa e por meio dessas reuniões foi realizado um

mapa mental utilizando o site coggle.it para ilustrar as palavras chaves do trabalho e mostrar como estão conectadas.

Por meio da pesquisa bibliográfica, foram definidas para a etapa 2 que, primeiramente serão utilizadas plantas locais para a elaboração dos extratos fitoquímicos, sendo que os testes iniciais serão realizados com folhas de pessego. Serão empregados 3 métodos de extração sendo o primeiro utilizando microondas, o segundo utilizando o método de infusão, e o terceiro a maceração. Chapas de aço estrutural A36 foram adquiridas e amostras de 2 x 30 x 70 mm serão produzidas para os ensaios de corrosão. Nesta etapa, as amostras serão imersas em soluções com 3 concentrações diferentes de inibidor. Após secagem as amostras serão utilizadas nos ensaios de corrosão da etapa 5. Para avaliação da eficiência na prevenção da corrosão serão realizados testes eletroquímicos, testes em câmara de névoa salina e testes de corrosão em câmara de intemperismo acelerado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, em decorrência do andamento da pandemia do novo Corona Vírus no Brasil e no mundo, apenas a revisão bibliográfica e algumas definições sobre quais matérias-primas serão utilizadas foram realizadas. Diversos artigos atuais que mostram o estado da arte no que diz respeito à extração, aplicação e ensaio de corrosão foram buscados na ferramenta [google acadêmico](http://coggle.it), auxiliando a construção do mapa mental que mostra os pontos a serem observados durante o estudo. A figura 1 apresenta o mapa mental.

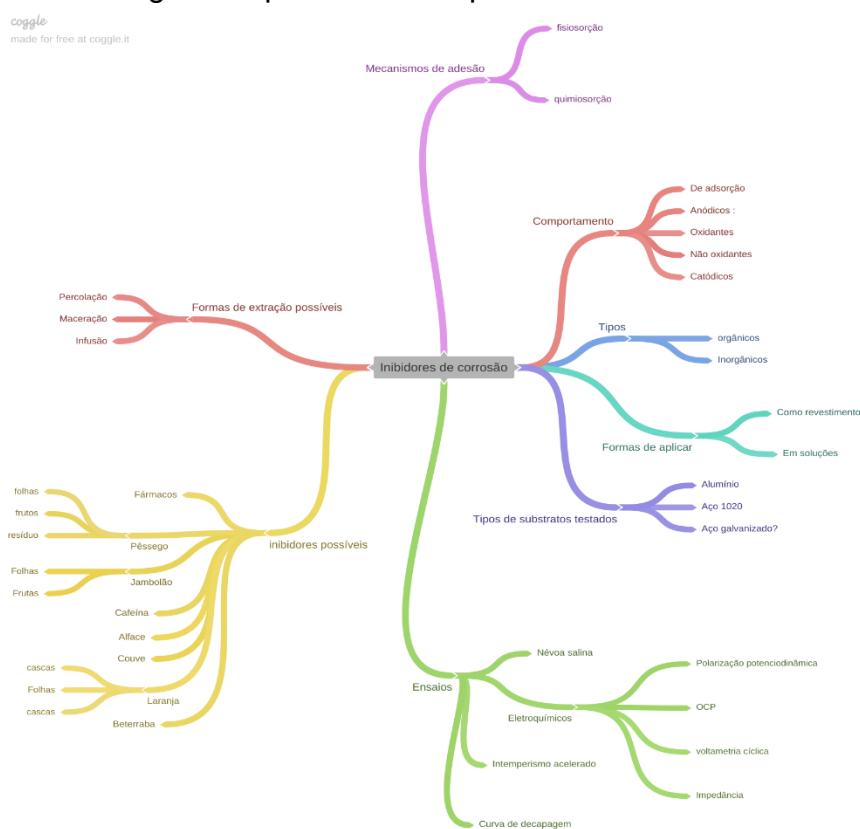


Figura 1: Mapa mental da pesquisa dos inibidores de corrosão

O primeiro ponto levantado na pesquisa bibliográfica foi sobre quais os possíveis inibidores orgânicos que poderiam ser utilizados para a pesquisa que tivessem uma boa perspectiva de proteção. Compostos orgânicos como inibidores



têm como vantagem dentre os outros inibidores a sua síntese de relativo baixo custo usando produtos químicos facilmente encontrados além de alta habilidade protetora com concentrações relativamente baixas (Verma et al. 2019). Os extratos de plantas usados como inibidores de corrosão são usualmente adquiridos de várias partes das plantas, incluindo folhas, caule, raízes, cascas, frutas, casca de frutas, sementes, flores, e cascas de nozes (Chaubey et al. 2021). A alta eficiência na inibição da corrosão está baseada na grande quantidade de centros de adsorção na forma de grupos funcionais polares e ligações múltiplas (Verma et al. 2019).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de pêssego do Brasil. Contribuindo com 52,04% da produção nacional em 2004, 50,6% em 2005, 43,5% em 2006 e 50,58% em 2007. No Estado do Rio Grande do Sul, destacam-se as regiões Sul do estado com 39,5% da produção gaúcha e Serra com 36,2% sendo que na metade Sul do Rio Grande do Sul, 29 municípios produzem pêssegos. Os municípios que apresentam produção superior a 10.000 toneladas são: Pelotas, Canguçu e Bento Gonçalves. Estes municípios contribuem com 34,5% da produção total do Estado (AGRICAL, 2009). Mais de 15 milhões de toneladas métricas de pêssegos são anualmente processadas para sucos no mundo inteiro e a indústria do pêssego produz uma grande quantidade de resíduos, principalmente representados pela sua pele, sementes e algumas partes da fruta (Plazzotta et al. 2020). Dependendo da maturação dos pêssegos, aproximadamente 10% são descartados durante o processamento, sendo que o resíduo do pêssego é rico em compostos bioativos como vitamina C e polifenóis, os quais mostram uma atividade antioxidante proeminente (Plazzotta et al. 2020). Devido ao potencial de aplicação dos subprodutos da indústria do pêssego e, atrelado ao fato da região de Pelotas-RS ser uma das principais produtoras deste produto, optou-se por utilizar a folha do pessegueiro como fonte de flavonóides inibidores da corrosão.

A pesquisa bibliográfica também foi conduzida para o entendimento dos mecanismos de inibição da corrosão. Sabe-se que os inibidores orgânicos interagem com metais e ligas por suas ligações π e elétrons não ligantes formando um filme protetor na superfície metálica. O filme formado age como uma barreira entre o metal e o ambiente ajudando assim a protegê-lo da corrosão. A presença de grupos funcionais polares ($-\text{NH}_2$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{OH}$, NO_2 , $-\text{COOH}$, $-\text{CONH}_2$, etc.), homo atômicos ($>\text{C}=\text{C}<$, $-\text{C}=\text{C}-$) e hítero-atômicos ($>\text{C}=\text{S}$, $-\text{C}=\text{N}-$, $-\text{N}=\text{O}$, $-\text{C}=\text{N}$. etc.), ligações múltiplas e anéis heterocíclicos, facilitam a adsorção dos inibidores orgânicos nas superfícies metálicas (Verma et al. 2019). Além disso a geometria das moléculas do inibidor na superfície metálica exerce uma contribuição significante para a efetividade da proteção. Um inibidor com moléculas achatadas ou horizontais na superfície metálica deve abrigar uma área maior comparada com o mesmo inibidor com orientação vertical ou geometria não planar. Substituintes alquilas "no corpo" causam repulsão histérica (obstáculo) que por sua vez afetam a geometria e orientação das moléculas de inibidores na superfície metálica e sua performance (Verma et al. 2019). A concentração de inibidor também desempenha um papel importante na performance. A performance aumenta com o aumento da concentração até se chegar a um valor máximo (concentração ótima). Abaixo dessa concentração, as moléculas de inibidor adsorvem na superfície metálica usando suas orientações achatadas e, portanto, o aumento da concentração dos inibidores causa um sucessivo aumento na cobertura da superfície (Chidiebere et al. 2012). No entanto, após a superfície ser toda recoberta, novos aumentos na concentração de inibidores causa um aumento nas forças intermoleculares de repulsão entre as moléculas de inibidores. Portanto pode se dizer que abaixo da concentração ótima



de inibidor, as moléculas adquirem orientações achatadas ou horizontais devido à força de interação molecular entre a superfície metálica e as moléculas de inibidor e acima da concentração máxima, as moléculas adquirem orientação vertical devido às forças intermoleculares de repulsão entre elas (Verma et al. 2019).

Para a extração dos antioxidantes, diversos métodos já foram investigados. Vilet et al. (2020) extraíram os flavonóides narigin e narirutin de cascas de toranjas por um processo de filtração-compressão podendo ou não ser seguido de um tratamento enzimático para melhorar a filtração. Torres et al. (2018) extraíram flavonóides das folhas de uma planta natural da caatinga brasileira chamada “favela”. Para isso os extratos foram preparados utilizando etanol como solvente e analisada duas temperaturas e a presença ou não de agitação durante a extração. Foi constatado que diferentes condições de agitação e temperatura levam à obtenção de diferentes tipos e quantidades de flavonóides. Plazzotta et al. (2020) extraíram polifenóis, flavonóides e antocianinas, que possuem importante atividade anti-oxidante, a partir de resíduo de pêssegos utilizando microondas e ultrasom e soluções de etanol e água.

4. CONCLUSÕES

Ao final de todo o trabalho de pesquisa, foi possível concluir que é possível extraer os agentes antioxidantes dos mais diversos produtos orgânicos, desde folhas de chá mate, até a polpa de frutas como o pêssego. Isso gera um grande potencial a ser explorado para esse setor da indústria crescer, pois todo o dia é produzido muitas toneladas de resíduos orgânicos que podem ser utilizadas para serem trabalhadas e transformados nos inibidores de corrosão. Ainda sobre os inibidores orgânicos, é bom destacar que mesmo podendo vir das mais diversas fontes como citado acima, os métodos de síntese são muito simples se comparados aos inibidores inorgânicos, podendo ser produzidos até mesmo no laboratório da faculdade.

Tendo em vista agora a matéria prima a ser utilizado e com todos os dados coletados na pesquisa bibliográfica, optou-se que a extração de antioxidantes de folhas de pêssego seria a escolha mais pertinente devido à abundância de tal matéria-prima. Já no método de extração dos antioxidantes, inicialmente será utilizado o método de infusão em diferentes solventes devido à simplicidade do método e também a clara possibilidade da obtenção de antioxidantes dessa forma.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Ciêntíficos Editora S.A., 1982. 2v.
- [2] ROSSATO, S.B. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos de pêssegos (*Prunus persica L. Batsch*)**, 2009. Tese em Ciências Farmacêuticas – Programa de Pós-Graduação em ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [3] NORONHA, D. V. C. **Inibidores De Corrosão Da Linha Verde: Estado da Arte**, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Bacharelado em ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido.