



USO DE EXTRATOS VEGETAIS COMO INIBIDORES DE INCRUSTAÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO

Leticia C. Silva¹, Ruza G. M. de Araújo Macedo¹, Luiz A. Galdino Melo¹

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

RESUMO

A formação de incrustações de carbonato de cálcio é uma preocupação significativa em processos industriais, especialmente na indústria de petróleo e gás. Para resolver essa questão, é necessário empregar técnicas eficazes que não prejudiquem tubulações e formações rochosas. Uma abordagem promissora consiste no uso de inibidores de incrustação, produtos químicos capazes de evitar a formação de carbonato de cálcio. Nesse contexto, extratos vegetais, como o da planta Moringa Oleífera LAM, estão emergindo como alternativas ecologicamente sustentáveis. Este estudo avaliou o extrato de Moringa Oleífera LAM como um potencial inibidor de depósitos de carbonato de cálcio em áreas afetadas. Os resultados obtidos indicaram que concentrações na faixa de 400 ppm resultaram em uma inibição de 29%. Essa pesquisa apresenta uma abordagem ambientalmente amigável para lidar com o problema da deposição industrial de carbonato de cálcio, especialmente nos setores impactados, como o de petróleo e o gás.

Palavras-chave: Incrustação; Extrato Vegetal; Moringa Oleífera LAM

INTRODUÇÃO

A formação de incrustações a partir do depósito de carbonato de cálcio (CaCO_3) é uma grande desvantagem e acarreta implicações nos processos industriais, especialmente na indústria de petróleo e gás, resultando em problemas técnicos que, por sua vez, afetam a eficiência da transferência de calor em sistemas de refrigeração e obstruem tubulações, levando a uma redução significativa na produtividade e perdas econômicas (Kamal et al., 2018). É necessário adotar técnicas econômicas, rápidas e não prejudiciais às tubulações e formações rochosas para combater e prevenir a formação de carbonato de cálcio. Para isso, são utilizados métodos químicos e mecânicos capazes de evitar a precipitação (Kamal et al., 2018).

Os inibidores de incrustação (SI) representam uma categoria de produtos químicos especiais que são utilizados para retardar ou evitar a formação de incrustações em sistemas de água. Geralmente, esses SI são compostos que possuem alta afinidade com a água, o que facilita sua solubilidade. Os mais comumente encontrados são aqueles que contêm ácidos carboxílicos, sulfônicos ou fosfônicos e

grupos que possuem elétrons livres, tais como hidroxilas e aminas. Uma das alternativas mais promissoras frente às moléculas orgânicas "naturais" é o uso de extratos vegetais como inibidores de formação de depósitos (Camargo, 2006; Chamussemier et al., 2015).

A planta *Moringa Oleifera*, que pertence à família *Moringaceae*, possui vastas propriedades no âmbito da nutrição, medicina e outros fins industriais. Muitos compostos químicos foram identificados na *M. oleífera* (Liu et. al., 2018). Estes compostos apresentam grupos funcionais e pares de elétrons disponíveis, sendo aspectos relevantes a serem considerados para a obtenção de um inibidor eficaz. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar o extrato foliar da *Moringa Oleifera* LAM como um possível inibidor ecológico na precipitação de carbonato de cálcio.

METODOLOGIA

O extrato vegetal foi obtido a partir de folhas frescas de *Moringa oleífera*, cultivadas com água produzida. Inicialmente, as folhas foram cuidadosamente lavadas sob água corrente para eliminar impurezas, depois secas em uma estufa e moídas até se transformarem em pó. Álcool etílico P.A. foi utilizado na proporção de 1:10 (m/v) como solvente extrator. A solução foi mantida em constante agitação por 24 horas e, em seguida, filtrada a vácuo e, posteriormente, realizado o processo de rotoevaporação para obtenção do extrato.

A avaliação da compatibilidade da *Moringa* com as salmouras auto precipitantes foi realizado conforme descrito em Macedo (2016). Primeiramente, prepararam-se duas salmouras, uma "catiônica" rica em íons Ca^{2+} e outra "aniônica" rica em íons HCO_3^- , as quais correspondem as concentrações iônicas encontradas em uma água produzida real, de um poço específico da região Nordeste. Em seguida, ajusta-se o pH das águas para 8.2 com NaOH 1 M e HCl 0.1 M.

Para avaliação visual da compatibilidade do inibidor com as salmouras é seguindo o procedimento descrito na seção 5 da norma NACE TM0197. Para isto, 50 mL de salmoura "catiônica" é adicionada em um frasco Schott de 100 mL, e 50 mL da salmoura "aniônica" é adicionada em outro frasco Schott de 100 mL. O extrato da *Moringa Oleifera* LAM é dissolvido na salmoura "aniônica" nas concentrações de 200, 400, 800 e 1000 mg/L. Em seguida, todos os frascos são mantidos em estufa por 1 hora

a 70 °C. Passado esse tempo, as salmouras “catiônicas” e “aniônicas” foram misturadas e fotografadas, a fim de observar alguma formação de precipitado e/ou turbidez no meio. Sendo então registradas as imagens nos tempos de 0, 1, 2 e 24 horas após as misturas das salmouras. As amostras foram mantidas estaticamente sob aquecimento de 70 °C. Terminado o período de aquecimento das amostras, elas foram deixadas em repouso até atingirem a temperatura ambiente. Após este repouso foi determinada a concentração de Ca^{2+} através de titulação complexométrica com EDTA.

Com base nos resultados obtidos na titulação das amostras, foi possível determinar o valor da porcentagem de inibição de cada concentração, de acordo com a Equação 1.

$$\%Inibição = \frac{V_a - V_b}{V_b - V_c} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

V_a = Volume de EDTA utilizado na amostra contendo inibidor após a precipitação;

V_b = Metade do volume de EDTA utilizado na salmoura contendo cálcio antes da precipitação;

V_c = Volume de EDTA utilizado na amostra em branco (sem inibidor) após a precipitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As titulações feitas com EDTA tiveram como objetivo determinar a quantidade de Ca^{2+} livre na solução. Portanto, um volume maior de EDTA utilizado na titulação indica uma maior quantidade de Ca^{2+} na salmoura. Essa relação pode ser notada pelos valores de volume de EDTA obtidos antes e depois da precipitação do CaCO_3 na salmoura. A função do inibidor é justamente impedir essa precipitação, evitando o aumento de íons Ca^{2+} livres na solução e, conseqüentemente, o aumento do volume de EDTA utilizado. Com base nessa explicação, a concentração de extrato 400 ppm e 800 ppm mostrou ter melhor eficiência na inibição da precipitação de CaCO_3 , sendo estes percentuais apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentual de inibição para extrato foliar da Moringa Oleífera LAM.

Concentração de Extrato (ppm)	% de Inibição
200	24,59
400	29,51
800	29,51
1000	14,51

Fonte: Autoria própria (2023).

CONCLUSÃO

O método utilizado para avaliar a eficiência do extrato foliar da moringa oleífera LAM como inibidor de incrustação demonstrou ser capaz de fornecer resultados e comparar a eficiência entre as diferentes concentrações. A eficiência de 29,51% foi obtida para as concentrações de 400 e 800 ppm. Apesar dos resultados preliminares serem baixos, novas metodologias estão sendo desenvolvidas com o intuito de aprimorar a eficiência desse inibidor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Recursos Humanos da ANP, gestão FINEP, pelo apoio financeiro fornecido ao PRH - ANP 55.1.

REFERÊNCIAS

Chaussemier, M. et. al, **State of art of natural inhibitors of calcium carbonate scaling. A review article**, Desalination, v. 356, p. 47–55, 2015.

Muhammad Shahzad Kama, M. S., Hussein, I, Mahmoud, M. S.Sultan, A. S., Saad, M. A. S., **Oilfield scale formation and chemical removal: A review**, Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 171, p. 127-139, 2018.

Camargo, J.A., Alonso, A., **Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment**, Environ. Int. v. 32 p. 831–849, 2006.

MACEDO, R. G. M. A. et.al, **Water-soluble carboxymethylchitosan as green scale inhibitor in oil wells**. Carbohydrate Polymers, v. 215, p. 137-142, 2019.