

Utilização das técnicas analíticas de FBRM e ICP-OES para o estudo do potencial de precipitação de CaCO₃ e efeito de inibidor de incrustação

Ingrid da S. Alves^{1*} (IC), Eliane P. Oliveira¹ (PQ), Anderson A. Rocha¹ (PQ), Maria Carmen M. Bezerra² (PQ), Lizandra M. Nogueira¹ (IC), Maurício C. Matheus¹ (IC)

¹Departamento de Química Analítica, Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ * ingridsa@id.uff.br

²Centro de Pesquisa Leopoldo A. Miguez de Mello, CENPES - Petrobras

Palavras Chave: Inibidores químicos, Carbonato de cálcio, FBRM, ICP OES.

Introdução

A formação de CaCO₃ é um problema para diversas indústrias, que pode ocorrer desde em tubulações de vapor d'água até em facilidades desenvolvidas na área petrolífera.¹ O uso de aditivos (inibidores de incrustação) é um dos procedimentos mais comuns para mitigar este problema.

Para avaliar a formação de precipitados e a eficiência do inibidor de incrustação, uma alternativa que pode ser empregada é a técnica de Medição da Reflectância de um Feixe Focado (FBRM), a qual determina a distribuição de tamanho de corda de um cristal em solução.² Em adição, a técnica de Espectroscopia de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) pode determinar a concentração de cálcio em solução, indicando o percentual de precipitação no meio reacional.

Neste trabalho, um estudo comparativo entre as técnicas FBRM e ICP-OES foi realizado em ensaios de precipitação de CaCO₃, na ausência e presença de variados teores de inibidor de incrustação.

Resultados e Discussão

A partir de uma matriz simulada de água de formação (Ca²⁺ = 820 mg.L⁻¹; NaCl = 5,5%), a formação de CaCO₃ foi induzida com adição de HCO₃⁻ (1350 mg.L⁻¹) ao sistema. Os experimentos foram realizados a 25°C, durante 80 minutos, sob agitação (400 rpm). A sonda de FBRM, imersa na solução, fez aquisições de contagens em tempo real, em intervalos de 5 seg. Para a determinação no ICP-OES, alíquotas foram retiradas ao final dos ensaios, filtradas e diluídas 150 vezes. O inibidor de incrustação utilizado foi da classe pentafosfato, nas concentrações de 1, 5, 7 e 10 mg.L⁻¹.

A figura 1 mostra o comportamento da formação de CaCO₃ na ausência e presença de inibidor de incrustação. As contagens (#) de comprimento de corda (5 a 23 micrômetros) estão associadas ao processo de nucleação do sal². Pode ser observado que a cinética (sem inibidor) ocorre de forma exponencial até 30 minutos e, a partir deste tempo, há uma atenuação no crescimento de contagens. Com relação ao inibidor, constata-se que, quanto maior sua concentração, menor o número de contagens. Verifica-se também que a concentração de 7 mg/L é suficiente para não aumentar o número de contagens ao longo do tempo de ensaio.

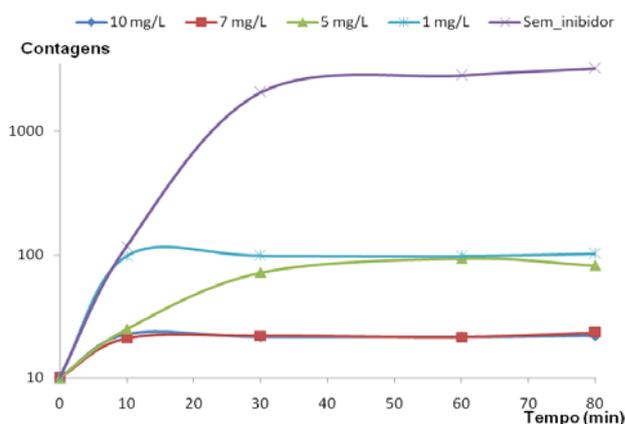


Figura 1. Cinética de precipitação de CaCO₃ na ausência e presença de inibidor de incrustação, monitorada por FBRM (#: 5 a 23 micrometros).

As concentrações de cálcio determinadas por ICP-OES corroboram os resultados observados na técnica de FBRM (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração (mg/L) de Ca²⁺ em solução na água original e nos ensaios com e sem inibidor.

Água Original	10 mg/L	7 mg/L	5 mg/L	1 mg/L	Sem inibidor
730 ± 1,92	724 ± 5,04	724 ± 5,17	718 ± 3,25	700 ± 2,19	551 ± 0,0750

Conclusões

A técnica de FBRM se mostrou simples e robusta para acompanhar a cinética de precipitação de CaCO₃, onde foi possível distinguir a ação do inibidor de incrustação quando comparado ao ensaio sem o produto.

A quantificação de cálcio residual por ICP-OES confirmou a coerência dos resultados e, no cenário estudado, o produto pentafosfonato foi capaz de inibir a formação de CaCO₃ de forma eficiente na concentração de 7 mg/L, nas duas técnicas.

Agradecimentos

À Petrobras, pelo apoio financeiro.

¹ Nasser, W. N. *et al.*, Chemical Engineering Science, **2008**, 63, 1389.

² Nasser, W. N.; Al-Salhi, F.H.; Hounslow, M.J. e Salman, A.D. Chemical Engineering Research and Design **2011**, 89, 500-511.