

Caracterização Morfoquímica de Sólidos inorgânicos em Águas de Produção de Petróleo

Victoria P. Polonini (PG)^{1,2*}, Cristina M.S.SAD (PQ)¹, Mayara Silva (PQ)¹, Cleyton K. Piumbini (PQ)¹, Maximiliano J.M. Zapata (PQ)², Marcos A. Ribeiro (PQ)²

poloninivictoria@gmail.com

¹Laboratório de Caracterização e Processamento Primário de Petróleos - LABPETRO - DQUI – UFES.

²Laboratório de Inorgânica e Materiais Inorgânicos Funcionais – CCE – DQUI- UFES.

Palavras-Chave: Água de Formação, sólidos inorgânicos, caracterização, MEV, DRX.

Introdução

Durante a exploração e produção de petróleo, é gerada uma quantidade significativa de água de formação, também chamada de água de produção. Essa fase líquida é complexa, tanto pela elevada salinidade quanto pela presença de compostos orgânicos, íons dissolvidos, sulfetos e sólidos inorgânicos em suspensão ou precipitados. Os sólidos inorgânicos, em especial, podem formar incrustações em equipamentos e dutos, levando a obstruções, corrosão e redução na eficiência operacional, o que implica custos elevados e riscos à segurança. Apesar da importância desses resíduos minerais, a caracterização detalhada de sua morfologia e composição química ainda é pouco abordada na literatura nacional, sobretudo no contexto de águas provenientes de emulsões água/óleo (A/O). Assim, compreender a natureza e a estrutura desses sólidos é essencial para o desenvolvimento de estratégias de controle e mitigação de incrustações. Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente sólidos inorgânicos presentes em águas de formação, comparando amostras não emulsificadas com aquelas extraídas de emulsões A/O, por meio das técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada à Espectroscopia de Energia Dispersiva (MEV-EDS) e Difração de Raios X (DRX). Foram analisadas uma amostra de água de formação não emulsificada e dez amostras obtidas a partir da separação de emulsões água/óleo. As águas foram filtradas com membranas de celulose e PTFE, e os resíduos sólidos foram submetidos à análise morfológica e composicional. Os fragmentos dos filtros foram metalizados com ouro e analisados em microscópio eletrônico de varredura JEOL, operando a 20 kV, com detector Bruker XFlash. Imagens em 500× e 3.000× de aumento foram obtidas para análise composicional e estrutural, respectivamente. As análises de DRX foram realizadas em um difratômetro Bruker D8 DISCOVER (Cu-K α e faixa angular (2 θ) de 5° - 90°), na faixa de 2 θ entre 5° e 90°, com identificação das fases por meio do *software* EVA.

Resultados e Discussão

As análises de MEV revelaram a presença de sólidos cristalinos com formas diversas e distribuição de tamanhos centrada em 28 μ m. Os mapeamentos EDS mostraram forte correlação entre sódio e cloro, confirmando a predominância de cristais de NaCl. Outros elementos detectados incluíram C, O, Mg, F, Al e N. Nas amostras derivadas das emulsões A/O, foram observadas diferentes morfologias de NaCl, com presença recorrente de cálcio. A análise de DRX identificou, além do haleto, a presença de fases compatíveis com calcita de magnésio, cujas assinaturas foram reforçadas pela sobreposição dos sinais de Ca e Mg nos mapas EDS. A presença simultânea de NaCl e carbonatos justifica a heterogeneidade morfológica observada, com cristais assimétricos atribuídos à fase de calcita.

Conclusões

A aplicação integrada das técnicas de MEV-EDS e DRX permitiu uma caracterização abrangente dos sólidos inorgânicos presentes em águas de formação. Verificou-se a coexistência de cristais de NaCl e sais de carbonato de cálcio e magnésio, cuja presença está associada à variabilidade morfológica e ao potencial de formação de incrustações. Esses achados reforçam a importância de estudos sistemáticos sobre os resíduos minerais em sistemas petróleo-água, sobretudo em ambientes com emulsões, e podem subsidiar o desenvolvimento de métodos de prevenção mais eficazes no setor petrolífero.

Agradecimento

UFES, CAPES, FAPES, ANP, PETROBRAS, LABPETRO.

¹ Aske, N.; Kallevik, H.; Sjoblom, J. J. P. S. E. vol. 36, n° 1–2. Oct. 2002.

² Cloud, R. W.; Marsh, S. C.; Linares, S.; Poindexter, M. K. Energy and Fuels. vol. 24, no. 4. 2010.

³ Sad, C. M. S.; Santana, Í. L.; Morigaki, M. K.; Medeiros, E. F.; Castro, E. V. R.; Santos, M. F. P.; Filgueiras. Fuel. vol. 150. 2015.