5 Conclusões

A separação de pequenas quantidades de água associadas ao petróleo (frequentemente BSW < 1% v/v) e a sua posterior caracterização química é uma tarefa muito difícil, havendo, também, reduzida literatura disponível sobre este assunto. Neste trabalho foram implementadas e/ou aperfeiçoadas metodologias que representam um avanço importante nestes dois aspectos: extração e análise, que muito contribuem para diminuir as incertezas relacionadas com a composição dessas águas, que por sua vez, são aplicadas na estimativa de reserva de hidrocarbonetos e na previsão realista da formação de incrustações. A otimização cuidadosa de parâmetros experimentais na extração resultou num procedimento confiável e repetitivo para extração de água a partir do óleo cru, mesmo quando a quantidade de água era muito pequena, como no caso da maioria das amostras recebidas para este estudo.

A técnica de microemulsão para análise de óleo por ICP OES e/ou ICP-MS, aperfeiçoada no âmbito deste trabalho, se mostrou adequada para determinação de elementos traços e foi utilizada para estudar a partição dos elementos entre óleo e água. Essa técnica é uma alternativa interessante à decomposição ácida de óleo assistida por microondas, tendo a vantagem de permitir o processamento de um número maior de amostras. A determinação de elementos traços nas águas extraídas foi dificultada pela alta salinidade das mesmas, causando interferências não espectrais em ambas as técnicas utilizadas (ICP OES e ICP-MS), mas também severas interferências espectrais em ICP-MS, impossibilitando a determinação de vários elementos (p.ex. V, Ni, Co, Cu, Co) por esta técnica potencialmente mais sensível. Para os elementos em maior concentração, a diluição dos extratos e a utilização de padrões internos foram suficientes para compensar as interferências em ambas as técnicas. Entretanto, a diluição degrada os limites de detecção, não permitindo a determinação de muitos elementos de interesse geoquímico.

Para compensar essa perda de sensibilidade na análise dessas águas muito salinas, a remoção de matriz e pré-concentração simultânea dos analitos de interesse

é a única saída. A co-precipitação dos elementos do grupo das terras raras (ETR) através da precipitação de Fe^{3+} como $\text{Fe}(\text{OH})_3$ mostrou ser um procedimento eficiente e simples. Devido à pequena quantidade de água na maioria das amostras de petróleo disponíveis para este estudo e da baixa concentração dos ETR nas águas associadas, infelizmente apenas em algumas delas foi possível determinar um maior número de elementos deste grupo. Através de diagramas de concentrações normalizadas de ETR pelo padrão NASC foi possível observar uma anomalia positiva para európio nas águas conatas, não presente (segundo dados de literatura) em água do mar. Esta observação, inédita para águas associadas ao petróleo, abre novas perspectivas para a utilização desse elemento, bem como o conjunto dos demais do grupo, para caracterização geoquímica de águas conatas e dos ambientes geológicos associados.

No conjunto das amostras analisadas, baseando-se no conceito das águas conatas e da sua esperada composição química, as seguintes amostras mais se enquadrariam nessa classificação: K0305 e BA de um mesmo campo; de outro campo A, C0803 e D0803 (do mesmo poço), H0604 e I0604. E, também as águas extraídas dos óleos: ES, C/2006, I/2006, cujos campos não foram fornecidos e com ressalvas a amostra G0604, que apresentou um valor de sólidos dissolvidos totais (SDT) bem próximo ao observado para a água do mar. Estas amostras em geral apresentaram correlações bem distintas das observadas para a água do mar e posicionamento distinto no gráfico obtido pela análise de componentes principais aplicado aos resultados das amostras de água.

Por outro lado, têm-se amostras com elevada concentração de sulfato e, portanto muito depletadas em Ba^{2+} , mostrando maior possibilidade de contaminação pela água do mar. Tal fato foi comprovado, por um dado da produção de campo para a amostra O0405. Essas amostras, mesmo provenientes de campos diferentes, apresentaram correlação significativa, destacando-se em um grupo no tratamento estatístico dos dados. São elas: M0405, X0405, O0405, S0405, C, E0803, B e B0803. Não podia ser excluída a possibilidade que o alto teor de sulfato em algumas das amostras fosse consequência de oxidação pós-amostragem (oxidação do ácido sulfídrico), enfatizando a necessidade de se tomar precauções maiores nas futuras amostragens.

Embora o principal enfoque deste trabalho fosse à implementação, aperfeiçoamento e validação de metodologias analíticas para determinação de

elementos menores e traços (incluindo ânions inorgânicos e orgânicos) em águas associadas ao petróleo, resultados interessantes foram obtidos sobre a composição dessas águas, de poços e reservatórios diferentes. A partir de gráficos de correlações geoquímicas e com auxílio da análise de componentes principais (PCA) foi possível identificar grupos de amostras (águas e óleos) com características comuns (mesmo campo; maior ou menor intrusão de água do mar), mostrando a utilidade dessas ferramentas para futuros estudos.

A partir das experiências e resultados adquiridos no decorrer deste trabalho propõem-se aqui algumas sugestões para a continuação das pesquisas sobre águas conatas dentro do âmbito do projeto “Redes Temáticas”(0050.0022723.06.4).

1. Disponibilização de amostras de óleo com maior concentração de água associada, coletadas em condições que minimizam a alteração química das mesmas (p.ex. oxidação de sulfetos), e que poderão ser analisadas logo depois da coleta.
2. Monitoramento, em intervalos regulares, de água separada a partir de amostras de petróleo de poços estrategicamente escolhidos (p.ex. em função do tipo da rocha reservatório), desde a fase inicial de exploração até a recuperação secundária. A disponibilização de dados sobre elementos maiores, menores e traços em amostras de rocha reservatório seria de grande importância para se entender melhor as interações no sistema óleo-água-rocha.
3. Desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de métodos de pré-concentração (remoção de matriz) que permitam a determinação de um número maior de elementos traços por ICP-MS, com o objetivo de procurar novos geoindicadores para caracterização não ambígua de águas conatas.
4. Neste contexto, a avaliação do desempenho de um novo ICP-MS (DRC II, PerkinElmer-Sciex), adquirido com verbas desse projeto, na redução e/ou eliminação de interferências espectrais pelo princípio da célula dinâmica de reação (DRC) é de especial importância.