

Utilização do PARAFAC para análise exploratória de água produzida em campos de petróleo

Guilherme A. Mantovani^{1(IC)*}, Fabiana A. L. Ribeiro^{1(PG)}, Francisca F. do Rosário^{2(PQ)}, Maria Carmen M. Bezerra^{2(PQ)}, Andre Luis M. Bastos^{2(PQ)}, Vera Lucia A. de Melo^{2(PQ)}, Ronei J. Poppi^{1(PQ)}.

¹Laboratório de Quimiometria em Química Analítica, Instituto de Química/ Universidade Estadual de Campinas (LAQQA/IQ/UNICAMP). Caixa Postal 6154, Campinas, SP, CEP 13083-970, Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello, Petróleo Brasileiro S.A. (CENPES/PETROBRÁS), Av. Horacio Macedo, 950 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-915. *g073162@iqm.unicamp.br.

Palavras Chave: Produção de Petróleo, Análise Exploratória, PARAFAC.

Introdução

A produção de petróleo envolve a produção em quantidades ainda maiores de água, cuja composição varia bastante, com altos teores de sais dissolvidos. Esse sistema é sensível a mudanças termodinâmicas, o que pode levar à formação de precipitados salinos, que podem ocorrer em todas as etapas da produção, tornando-a inviável se não forem tomadas medidas de prevenção. É necessário então caracterizar essa água para estudar o potencial de incrustação e seus métodos de prevenção.¹ Este trabalho apresenta a análise de dados referentes a águas associadas à produção de petróleo utilizando o método PARAFAC², a fim avaliar a formação de agrupamentos e tendências nas amostras.

Resultados e Discussão

A partir de dados de 2003 a 2006 de análises feitas de águas produzidas foi construído um arranjo de dados do tipo $X(I,J,K)$, sendo $I = 45$ meses de coleta, $J = 12$ variáveis analisadas (média (M) e desvio padrão (D) para os teores de salinidade, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} e SO_4^{2-}) e $K = 4$ poços produtores (P-01, P-06, P-17 e PR-02). O PARAFAC decompõe este cubo em três matrizes: uma dos escores (Modo 1: amostras mensais), e duas de pesos (Modo 2: variáveis e Modo 3: poços). O modelo foi construído com 2 Fatores (F1 e F2) utilizando o *Nway 300 Toolbox*² e o *MatLab*³. A Figura 1 contém o gráfico dos escores, em que se observa a formação de 5 agrupamentos de amostras. No Modo 2, o F1 apresenta a contribuição das variáveis $M(Mg^{2+}) = 0,58$; $M(sal) = 0,53$; $M(Ca^{2+}) = 0,40$ e $M(Sr^{2+}) = 0,39$. Isto significa que os valores destas variáveis tende a aumentar ao longo de F1 para as amostras no Modo 1. Da mesma forma, o F2 apresenta a contribuição das variáveis $D(SO_4^{2-}) = 0,52$; $D(sal) = 0,41$; $D(Sr^{2+}) = 0,37$; $M(SO_4^{2-}) = 0,36$ e $D(Ca^{2+}) = 0,36$, cujos valores tendem a aumentar ao longo de F2. Desta forma, é possível afirmar que para os agrupamentos, os valores

das variáveis descritas pelo F1 aumentam no seguinte sentido: $A < B, C, D < E$. Da mesma forma, os valores das variáveis descritas pelo F2 aumentam no sentido: $D < A, C, E < B$. É possível observar em F1 também uma tendência relacionada à sazonalidade. As amostras coletadas em 2003 e 2004 tendem a apresentar valores de escores menores do que as amostras de 2005 e 2006, indicando que os teores das variáveis descritas por este fator tendem a aumentar ao longo do tempo. O Modo 3 representa os poços produtores e a análise dos seus valores absolutos em conjunto com os valores dos pesos do Modo 2 revelou que 3 dos poços (PR-02, P-17 e P-01) possuem baixos teores de SO_4^{2-} e menores variações nos teores de salinidade, Ca^{2+} , Sr^{2+} e SO_4^{2-} . Outro poço (P-06), possui altos teores de SO_4^{2-} e maiores variações na salinidade, Ca^{2+} , Sr^{2+} e SO_4^{2-} .

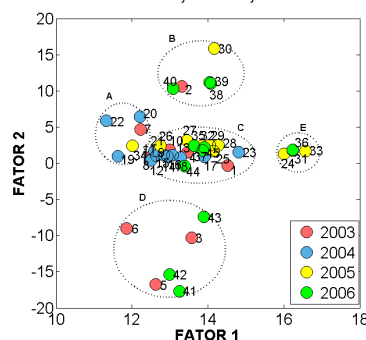


Figura 1. Gráfico dos escores (Modo 1).

Conclusões

O PARAFAC permitiu detectar a formação de agrupamentos de amostras e padrões de sazonalidade, bem como identificar as variáveis que contribuem para este comportamento. Foi possível também caracterizar cada poço em função dos teores das variáveis envolvidas.

Agradecimentos

À PETROBRÁS e ao IQ/UNICAMP.

¹ Webb, P. J.; Kuhn, O., SPE 87458, 2004.

² Bro, R., Chemom Intell Lab Syst, 38, 149-171, 1997.

³ MatLab 7.8, The Mathworks Inc., USA, 2009.