

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

IMPACTO DO USO DE SURFACTANTES NA ATIVIDADE DE BRS EM POCOS MADUROS

AUTORES:

Vale, T.O., Montes, D.C., Santos, D.T., Santos, J.N., Andrade, M.B., Almeida, P.F., Chinalia, F.A.*

(autor correspondente: *chinalia@hotmail.com)

INSTITUIÇÃO:

Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia. Av. Miguel Calmon s/n. Vale da Canela, Salvador, BA- 40110-100

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 7º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 27 a 30 de outubro de 2013, em Aracaju-SE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 7ºPDPETRO.

IMPACTO DO USO DE SURFACTANTES NA ATIVIDADE DE BRS EM POCOS MADUROS.

Abstract

Surfactants are commonly used for improving oil recovery from mature wells. These substances change oil fluidity, but sulphate-reducing bacteria (SBR) can also use them as carbon source for growth. Therefore, the use of surfactant may significantly increase sulphide concentration in the well, and this effect can alter oil quality and also compromise additional costs are required with strategies for preventing equipment corrosion. This research showed that 0.015% of surfactant can increase 2.2 folds SBR activity within 6 hours of incubation. Thus, this indicates that the use of surfactant may need to be accompanied with microbial inhibitors for preventing sulphide production. Additionally, the literature review showed that, in spite of the fact that 74% of the surfactants used by the oil industry are anionic substances, none of them are reported as the best-recommended compound for this task. The common view is that none of the usual surfactant retains all desirable characteristics for their application in distinct wells environmental conditions such as salinity, temperature and high pressure. In addition to these, most of these compounds are also lost during application due to their adsorption onto the rock formation; therefore, new research is yet required for improving their use for oil recovery.

Introdução

Após o processo de extração primária, muito petróleo ainda se encontra retido nos poços de exploração. A recuperação deste óleo é realizada através de técnicas como a injeção de água com produtos químicos que reagem com o óleo e a formação rochosa. Surfactantes são capazes de diminuir a tensão superficial e interfacial, pois, diante de uma interface água-óleo, o tensoativo forma um filme molecular ordenado que aumenta a solubilidade do óleo e a molhabilidade da rocha (MULLIGAN, 2005).

Embora essas substâncias venham sendo empregadas na indústria petrolífera durante décadas (IGLAUER et al., 2010), não se sabe ao certo qual sua influência na microbiota dos poços. Os surfactantes, por exemplo, podem estimular o crescimento de microrganismos que possuem atividade deletéria a exploração do petróleo. As bactérias redutoras de sulfato (BRS), que são conhecidas por alterarem a qualidade do óleo e dos equipamentos de exploração através da produção de sulfeto (acidificação e corrosão), podem utilizar os surfactantes como fonte de carbono para seu crescimento. Portanto, a adição de surfactante na água de injeção pode ter um efeito negativo para a qualidade do petróleo e também aumentar os problemas com a corrosão pela produção de sulfeto.

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar e discutir o uso de surfactantes pela indústria petrolífera e o seu potencial impacto na microbiota de BRS nos reservatórios.

Metodologia

Os dados de literatura apresentados neste trabalho foram prospectados a partir de bancos de trabalhos científicos como “ScienceDirect” e “PubMed” (palavras chave: surfactant, oil recovery e CEOR).

A atividade de consumo de sulfato por um consórcio de BRS foi medido em meio de cultura mineral contendo o surfactante não iônico numa concentração de 0,015% de surfactante e óleo (1,3%), e um controle composto apenas com meio mínimo mineral. As metodologias de cultivo, análises químicas e de dados foram realizadas de acordo com Magalhães (2013) e Montes (2015).

Resultados e Discussão

O surfactante com potencial para uso pela indústria de petróleo deve diminuir a tensão superficial da água de 72 para 35mN/m e a tensão interfacial (tensão entre as fases não-polar e polar) de 40 para 1 mN/m (ARAJI et al., 2007; DESAI & BANAT, 1997; MULLIGAN, 2005). A classificação dessas moléculas é dada de acordo com sua estrutura química e a carga elétrica (OLAJIRE, 2014). A Tabela 1 lista as principais classes de surfactante utilizadas pela indústria.

Tabela 1: Classificação dos surfactantes

Tipos de surfactantes	Exemplos
Iônicos (apresentam carga elétrica na porção hidrofílica), nesse caso podem ser catiônicos ou aniônicos	Sais quaternários de amônio, Brometo de cetil trimetil amônio- CTAB, Hidroclorato de dodecilamina, Sulfonatos de petróleo, Carboxilatos Dodecil sulfato de sódio (SDS), Dodecil benzeno sulfonato de sódio.
Não-iônicos são aqueles que em dissolução na água não liberam cargas elétricas	Alquil-aril-éter poliglicólico, Óxido polietileno
Anfotéricos (podem apresentar tanto cargas negativas quanto positivas) também chamados anfóteros	Betaína, Aminóxidos

Baseado em Rossi et al. (2006) e Kessel (1989).

A inundação do poço com surfactante melhora a recuperação de petróleo a partir de quatro mecanismos: (i) diminuição da tensão interfacial entre o óleo e a água, (ii) micro e macroemulsificações entre água-surfactante-óleo, (iii) alteração das propriedades reológicas e (iv) controle da molhabilidade (DREW, 2006 *apud* MIN KO et al., 2014). Nas últimas décadas, por causa de sua disponibilidade e baixo custo, a principal classe de surfactantes utilizada foi a dos aniônicos (Figura 1). A primeira patente com o uso de surfactante na indústria de petróleo foi depositada em 1927 (KESSEL, 1989). No entanto, estudos recentes buscam a criação de novos tipos de surfactantes que suportem as condições ambientais do poço como, por exemplo, alta pressão, salinidade, temperatura e reajam menos com a natureza da rocha (LU et al., 2014; SHAMSIJAZEYI et al., 2014; 2014).

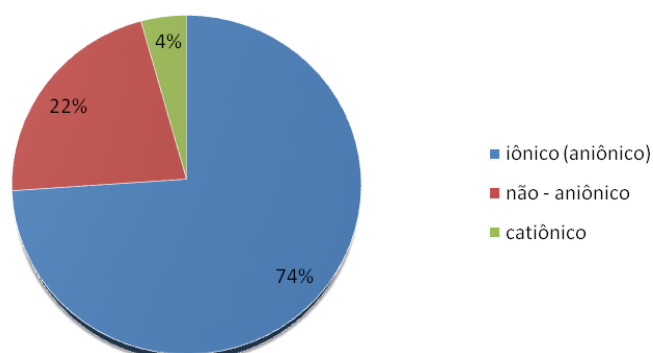


Figura 1: Estudos em laboratório de surfactantes para recuperação de óleo (baseado em BERA & MANDAL, 2014)

Quando injetado o surfactante percorre o poço e realiza o processo químico alterando a composição do óleo, todavia uma parte é perdida pelo fenômeno de adsorção na rocha ocasionando perdas significativas desse produto (SHAMSIJAZEYI, VERDUZCO & HIRASAKI, 2014, 2014) (Figura 2).

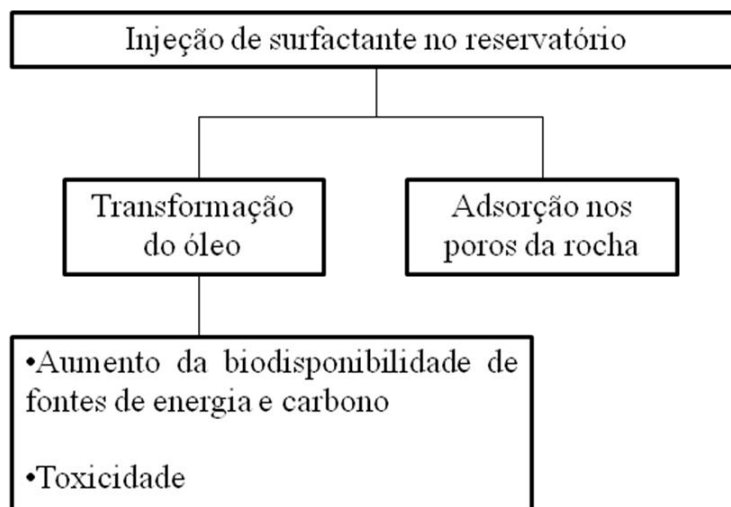


Figura 2: Fluxograma demonstrando fenômenos de partição após a injeção de surfactantes.

Além da desvantagem econômica causada pela adsorção, as modificações químicas tanto do surfactante quanto do óleo podem transformar ambos em potenciais fontes de carbono para os microrganismos. De acordo com Rouse (1994) os surfactantes podem auxiliar na degradação de componentes orgânicos através da solubilização de componentes hidrofóbicos do óleo tornando-os biodisponíveis para os microrganismos. Foi observado que alguns processos microbianos são significativamente afetados pela presença de surfactantes (PIETROSKI, WHITE, DELAUNE, 2015). Os resultados obtidos nesse trabalho (Figura 3) mostram que o consumo de sulfato por um consórcio de BRS utilizando uma solução micelar de surfactante pode alterar a resposta metabólica desses organismos promovendo o seu crescimento. Nesse tipo de reação metabólica heterotrófica o sulfato é utilizado pelas BRS como aceptor de elétrons e o carbono orgânico (CH_n) como doadores de elétrons, seguindo o sugerido pela reação abaixo:



Diante disso, quanto maior o consumo de sulfato maior a produção de sulfeto. Os resultados resumidos na Figura 3 demonstram que o consumo de sulfato em cultura mista de BRS incubada com 1,3 e 0,015% de petróleo e surfactante, respectivamente, foi de 32 mg/L.h. Paralelamente, o experimento com apenas 0,015% de surfactante resultou num consumo de sulfato de 72 mg/L.h, valores significativamente maiores do que o controle. Portanto, a adição de surfactantes pode ter significativo impacto na atividade de BRS e produção de sulfeto em poços de petróleo maduros. A Figura 3 mostra também que houve um aumento da concentração de sulfato nos frascos controle.

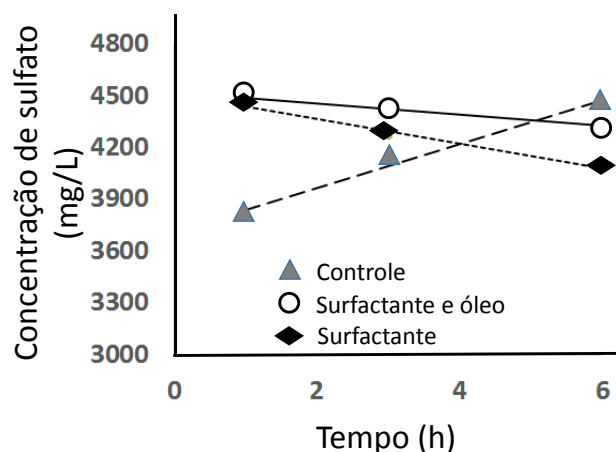


Figura 3: Variação do consumo de sulfato em culturas mistas de BRS incubadas por 6 horas contendo como fonte de carbono: (○) surfactante e petróleo (0,015 e 1,3%, respectivamente), (◆) apenas surfactante (0,015%) e o (▲) controle composto apenas por meio mineral mínimo.

Conclusão

Esse trabalho mostra que a atividade de BRS pode ser sustentada pela presença de surfactante evidenciando que o seu uso pode manter e/ou aumentar a produção de sulfeto em poços maduros. Relata-se, também, que 74% dos surfactantes utilizados na recuperação de poços maduros são substâncias aniônicas e significativa parte destas é perdida nesse processo por causa do fenômeno de adsorção na formação rochosa.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Biotecnologia da UFBA e a CAPES pela concessão da bolsa e ao Laboratório de Biotecnologia e Ecologia de Microorganismos – LABEM, cujo projeto 402822/2013-7 financiou parte desse estudo.

Referências Bibliográficas

- ARAJI, L.A. et al. Microbial Surfactant. Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology, Vol. 15 (3) : 99-105. 2007.
- BERA, A.; MANDAL, A. Microemulsions: a novel approach to enhanced oil recovery: a review. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2014.
- DESAI, J.D.; BANAT I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential. Microbiology and Molecular Biology Reviews, Mar., p. 47–64. 1997.
- IGLAUER, S. et al. New surfactant classes for enhanced oil recovery and their tertiary oil recovery potential. Journal of Petroleum Science and Engineering 71: 23–29. 2010.
- KESSEL, D.G. Chemical flooding - status report. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2: 81-101. 1989.

LU, J. et al. New surfactant developments for chemical enhanced oil recovery. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 120: 94–101. 2014.

MAGALHÃES, R.S. Estudo de bactérias com atividade antagonista a bactérias redutoras de sulfato oriundas de amostras de água produzida de poços de petróleo. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2014.

MIN KO, K. et al. Surfactant flooding characteristics of dodecyl alkyl sulfate for enhanced oil recovery. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 20: 228–233. 2014.

MONTES, D. C. Determinação de ânions sulfatos e nitratos em amostras aquosas de campos de petróleo como método de monitoramento de Bactérias Redutoras de Sulfato- BRS. 2015. 129f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

MULLIGAN, C.N. Environmental applications for biosurfactants. *Environmental Pollution* 133 (2005) 183–198. 2005.

OLAJIRE, A.A. Review of ASP EOR (alkaline surfactant polymer enhanced oil recovery) technology in the petroleum industry: Prospects and challenges *Energy* 77: 963-982. 2014.

PIETROSKI, J.P.; WHITE, J.R.; DELAUNE, R.D. Effects of dispersant used for oil spill remediation on nitrogen cycling in Louisiana coastal salt marsh soil. *Chemosphere* 119: 562–567. 2015.

ROSSI, C.G.F.T. et al. Tensoativos: uma abordagem básica e perspectivas para aplicabilidade industrial. *Rev. Univ. Rural. Sér. Ci. Exatas e da Terra, Seropédica, RJ, EDUR*, vol. 25, n. 1-2, jan-dez, p. 59-71, 2006.

ROUSE, J.D. et al. Influence of surfactants on microbial degradation of organic compounds. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 24(4):325-370. 1994.

SHAMSIJAZEYI, H.; VERDUZCO, R.; HIRASAKI, G.J. Reducing adsorption of anionic surfactant for enhanced oil recovery: Part I. Competitive adsorption mechanism. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 453: 162–167. 2014.

SHAMSIJAZEYI, H.; VERDUZCO, R.; HIRASAKI, G.J. Reducing adsorption of anionic surfactant for enhanced oil recovery: Part II. Applied aspects. *Colloids and Surfaces A: PHYSICOCHEMICAL AND ENGINEERING ASPECTS*, 453: 168–175. 2014.