

APLICAÇÃO DE PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NOS ESTUDOS DE SISTEMAS MICROEMULSIONADOS VISANDO À SOLUBILIZAÇÃO DA FRAÇÃO PESADA DO PETRÓLEO

Andressa N. Siroky¹, Rayanna A. H. da Silva¹, Alex M. F. Macedo², Carlos H. A. Bezerra Filho², Flavia F. Viana², Carla A. Vivacqua¹, Tereza N. C. Dantas²
UFRN/Departamento de Estatística¹, Departamento de Química - Laboratório de Tecnologia de Tensoativos².
rayanna_ahs@hotmail.com.

Resumo

Este artigo visa facilitar os estudos de solubilização, a partir de sistemas microemulsionados, da fração pesada do petróleo aplicando técnicas de planejamento de experimentos, na busca de um sistema que propicie a otimização do processo. A procura deste sistema foi influenciada por dificuldades encontradas durante a produção, pois há variações como de temperatura, pressão e outros que causam a precipitação das frações pesadas, dificultando assim o armazenamento e o transporte deste. É utilizado um plano fatorial fracionado 2^{8-2} aleatorizado em quatro blocos. Os fatores estudados são: razão entre cotensoativo e tensoativo, temperatura, tensoativo, cotensoativo, fase água, fase óleo, concentração cotensoativo / tensoativo, razão entre borra e microemulsão, como bloco o dia da execução do experimento. A análise dos resultados do experimento permite recomendar um sistema que maximiza a porcentagem de solubilização da fração pesada do petróleo.

Palavras-Chave: Blocagem, aleatorização, densidade, tubulações.

Introdução

Neste trabalho estuda-se um tipo de óleo cru conhecido como pesado, sendo assim denominado devido ao seu grau de API (American Petroleum Institute) expressão utilizada para a classificação do óleo cru, através da densidade do óleo em relação à densidade da água. O óleo pesado apresenta um grau de API inferior a 19°API e uma densidade superior a 0,90g/mL (Mothé, 2007).

A ocorrência de óleos pesados e ultrapesados vêm aumentando sensivelmente, acompanhando este crescimento está a dificuldade de exploração deste óleo devido à deposição das frações pesadas, provocando entupimentos de poços e tubulações. Para evitar isto visa-se então, através de um plano experimental, encontrar um sistema microemulsionado que possibilite uma maior solubilização desta fração pesada do óleo e também avançar futuros estudos nesta área.

Temos como desafio tornar a produção destes poços economicamente viáveis, sabido que além das dificuldades, o valor comercial deste óleo é baixo, isto faz com que muitos poços sejam encontrados, porém não explorados. As microemulsões (Gomes, 2009) são sistemas formados por uma fase água, uma fase óleo e um tensoativo e neste estudo um cotensoativo, com alta capacidade de solubilização (espécies de detergentes).

Metodologia

O experimento é executado no Laboratório de Tecnologia de Tensoativos, localizado no campus central da UFRN. Para uma melhor compreensão da metodologia utilizada para a obtenção das respostas é efetuada uma descrição detalhada a seguir:

1. Pesam-se dois gramas da fração pesada (borra) em um Erlenmeyer e injeta-se uma quantidade fixa determinada de microemulsão;
2. Coloca-se a mistura no banho térmico a uma temperatura predeterminada por um tempo fixo de trinta minutos;
3. Filtra-se a mistura em um funil de Buchner a pressão reduzida (bomba de vácuo).
4. Pesa-se o papel de filtro previamente;
5. Após a filtração passam-se quarenta ml de água destilada no sistema;
6. Retira-se a amostra do funil;
7. Deixa-se a amostra secando no papel de filtro de um dia para o outro;
8. Com a amostra seca, pesa-se o conjunto (papel - pó da borra);
9. O peso do conjunto é subtraído do peso do papel que foi previamente pesado, assim obtemos o peso da borra não solubilizada, divide-se esta diferença pelo peso da borra pesada inicialmente (aproximadamente 2g) e subtrai-se este valor de um e multiplica-se por cem, resultando a porcentagem da borra solubilizada.

Planejamento Experimental

Juntamente com o responsável pelo estudo das microemulsões foram escolhidos oito fatores que supostamente interferem na porcentagem de solubilização da fração pesada do petróleo:

- A. Cotensoativo
- B. Tensoativo
- C. Razão entre cotensoativo e tensoativo
- D. Fase água
- E. Fase óleo
- F. Concentração entre cotensoativo e tensoativo
- G. Temperatura
- H. Razão entre borra e microemulsão

Para a realização do estudo é utilizado um plano fatorial fracionado 2^{8-2} (Box, 2005) aleatorizado em quatro blocos (Hinkelmann e Kempthorne, 2005). A escolha dos geradores da fração e dos blocos é feita de tal forma que os efeitos de fatores principais não estivessem confundidos com os de segunda ordem. Os geradores da fração são $G = ABCD$; $H = ABEF$ e dos blocos ACE e BDF . Assim o plano apresenta resolução V (Montgomery, 1997), ou seja, efeitos de fatores principais estarão confundidos com interações de quarta ordem, que se considera ter efeitos insignificantes. E com os blocos resolução IV (efeito dos blocos estará confundido com interações de terceira ordem).

Optou-se por um plano fatorial fracionado, pois oito fatores estão envolvidos no processo, e um plano completo resultaria em um total de 256 ensaios. Objetivando a diminuição de custos e tempo é executado, portanto, um quarto desses ensaios, porém ainda assim é possível estimar os efeitos dos fatores principais e de interação de segunda ordem. Os blocos foram os dias das execuções dos ensaios, dada a existência de causas naturais que não se pode controlar, que seriam fatores como temperatura do ambiente, oscilação de energia e outros.

Análises e gráficos foram feitos com o auxílio do software Minitab 15.

Resultados

A partir das respostas provenientes de cada tratamento aplicado, definido pelo plano experimental, analisa-se a significância dos efeitos através do gráfico de probabilidade semi-normal (Figura 1), no qual podemos identificar os efeitos principais e interações significantes para o processo de solubilização da fração pesada do petróleo, sendo estes os que mais se distanciam da reta traçada no gráfico.

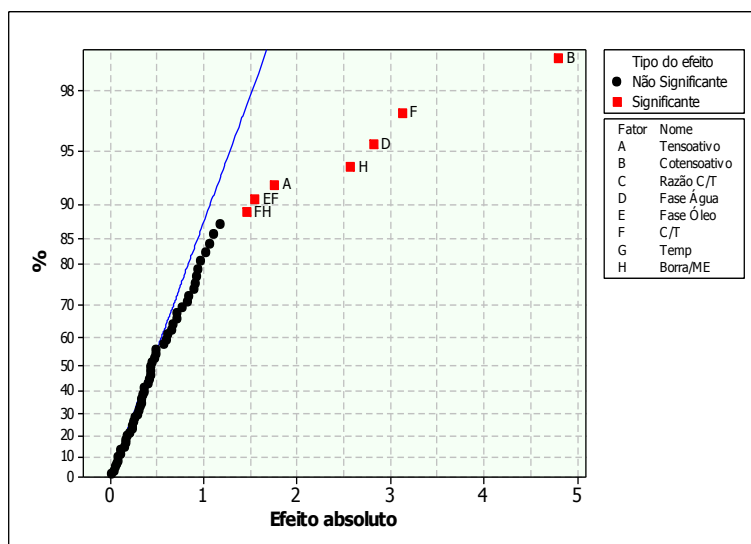


Figura 1- Gráfico de probabilidade semi-normal dos efeitos

É identificado que os fatores principais A, B, D, e interações EF e FH tem seus efeitos significantes. Indica-se com quais interações estes apresentam seus efeitos confundidos, sendo os efeitos destas interações considerados desprezíveis, assim é possível estimar os efeitos de interesse, são apresentadas a seguir as relações de confundimentos:

- A + BCDG + BEFH
- B + ACDG + AEFH
- D + ABCG
- EF + ABH + CDGH
- FH + ABE + CDEG

Para os fatores principais, os quais apresentam os efeitos significantes, é feita uma análise gráfica para identificar se há interação entre os blocos e o tratamento. Nota-se que para todos estes fatores o nível recomendado é sempre indicado em todos os blocos.

A análise dos gráficos de interações e efeitos principais, considerados significantes, nos permite indicar os níveis dos fatores e interações significantes que maximizam o processo, observam-se nesses gráficos os pontos mais altos, pois o interesse é na maior porcentagem de solubilização.

A interação entre a fase óleo razão C/T, representada na Figura 2, indica que a maior solubilização se dá na utilização do querosene juntamente com a razão C/T de 40%. Na Figura 3, tem-se que o borra/ME no nível - e C/T no nível + são os níveis indicados para obter o mesmo fim dito anteriormente.

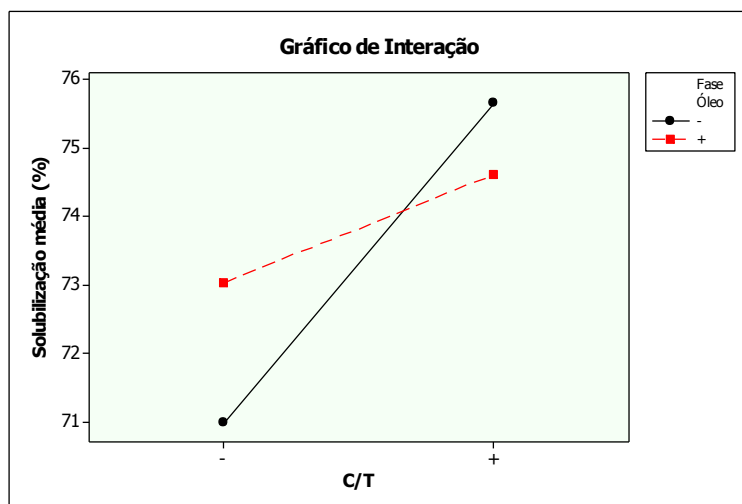


Figura 2- Gráfico de interação entre os fatores Fase óleo e proporção C/T.

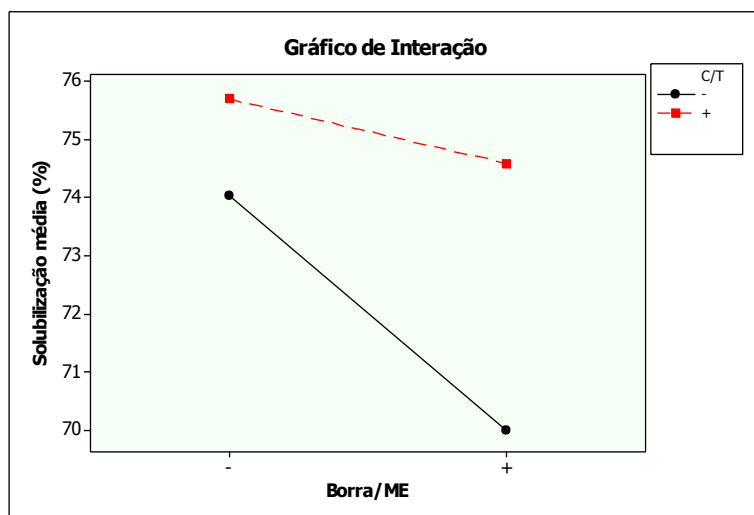


Figura 3- Gráfico de interação dos fatores razão Borra/ME e proporção C/T.

Após analisados os efeitos das interações sobre a resposta, é feita a análise dos efeitos principais significantes que não estão presentes em nenhuma interação, estes são representados na Figura 4.

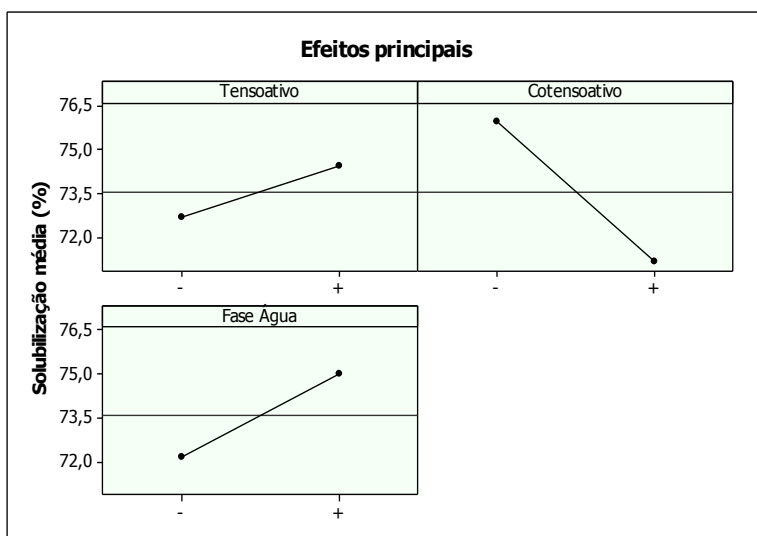


Figura 4- Gráfica dos fatores principais de efeitos significantes

Verifica-se que para os fatores Tensoativo e Fase água, a porcentagem média de solubilização aumenta quando se passa do nível - para o +, o contrário ocorre com o fator Cotensoativo.

Os demais fatores, considerados não significantes para a solubilização da fração pesada do óleo, podem ter os níveis utilizados que forem mais convenientes.

Conclusão

Os resultados provenientes do experimento executado permitem constatar que a maximização da solubilização da borra do petróleo é dada pelos fatores Tensoativo, Fase água e proporção C/T no nível +, e Cotensoativo, Fase óleo, e razão entre Borra/ME no nível -.

Para os fatores não significantes é sugerida a utilização dos componentes do processo mais convenientes.

Referências

MOTHÉR, C. H. Petróleo pesado e ultrapesado: Reservas e produção mundial, *TN Petróleo*, Rio de Janeiro, n. 57, p. 76-81, nov/dez 2007, Disponível em :
< <http://www.tnpetroleo.com.br/revista/anterior/edicao/57>> Acesso em: 27 abril, 2010

GOMES, Diego Angelo de Araujo. Aplicação de Microemulsões na Solubilização de Frações Pesadas de Petróleo. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. Disponível em: <<ftp:ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/DiegoAAG.pdf>> Acesso em: 27 abril, 2010

BOX, G. E. P.; HUNTER, T. S.; HUNTER, W. G. **Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery**. 2 ed. Canada: Wiley Interscience, 2005.

HINKELMANN, K.; KEMPTHORNE, O. **Design and Analysis of Experiments: Advanced Experimental Design**. Canada: Wiley Interscience, 2005.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 4 ed. Canada: Wiley Interscience, 1997.