

## ESTUDO EXPERIMENTAL DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO ELETROSTÁTICA DE PETRÓLEO

Valter Estevão Beal, valter.beal@fieb.org.br<sup>1</sup>

Diogenes Felipe Santos da Apresentação, diogenesap01@gmail.com<sup>1</sup>

Lucas Correia de Oliveira, lucas-co.oliveira@hotmail.com<sup>1</sup>

Alexandre Diogo Poltroniere, alexandre.poltronier@fieb.org.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, 1845 Piatã. CEP 41650-010 Salvador, BA, Brasil.

**Resumo:** Desenvolver mecanismos que possibilitem a separação de emulsões água em óleo é de grande interesse por parte da indústria de petróleo, pois os problemas gerados pelo aumento gradativo da porcentagem de água no processo, seja por produção natural do poço ou por injeção secundária, geram grandes custos. Água e óleo são fluidos imiscíveis, porém devido as condições severas de agitação durante o processo de extração, é proporcionado um grau de agitação tão elevado que é gerado então uma emulsão, que é o estado onde água e óleo apresentam uma única fase. Este artigo traz uma análise teórica de um estudo realizado em bancada laboratorial, que consistiu na identificação dos principais parâmetros físicos envolvidos no processo de desidratação eletrostática de petróleo, bem como a determinação de seus limites de operação, relacionando e tabulando dados de diferentes combinações de variáveis com a taxa de coalescência, visando obter meios para aumentar a eficiência do processo de separação e por consequência a nacionalização e fabricação de novos tipos de eletrocoalescedores.

**Palavras-chave:** desidratação eletrostática, emulsões água-óleo, campo elétrico, petróleo, grids eletrostáticos.

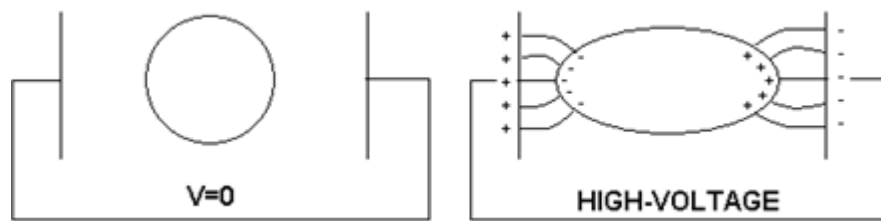
### 1. INTRODUÇÃO

Desenvolver/aprimorar mecanismos que possibilitem a separação de emulsões água-óleo é de grande interesse por parte da indústria de petróleo. Dentre os diferentes mecanismos de separação, o uso do campo elétrico se destaca (EOW et al, 2002). De acordo com EOW et al (2002), um dos principais desafios no processo de desidratação eletrostática é a busca por parâmetros físicos adequados para separação de diferentes tipos de petróleos e suas emulsões. Comparada a outros métodos, a desemulsificação eletrostática é mais eficiente e utilizada em larga escala pela indústria de petróleo (NOIK et al, 2006).

O interesse pela separação água-petróleo teve início por volta de 1850. O objetivo na época era a recuperação do sal, presente na água, e não do petróleo (OLIVEIRA, 1989). A introdução dos coalescedores elétricos como método de separação ocorreu por volta de 1910. Em 1911, a patente do processo de separação elétrica pertencia a Frederik G. Cotrell. (Quintaes, 2005). A indústria de petróleo tem interesse na desestabilização de emulsões de água em petróleo para evitar problemas associados à corrosão, depósito e transporte de volumes excessivos de água, entre outros. (Cunha, 2008).

Os estudos de Cotrell (1911), foram iniciados com o uso de corrente contínua (CC) que provou ser eficiente para a desidratação de derivados de petróleo. Posteriormente, Cotrell empregou um sistema misto que utilizava tanto corrente contínua (CC) como alternada (AC); este sistema revelou-se consideravelmente melhor do que o processo anterior (CC), na desidratação de petróleo. (Quintaes, 2005).

O princípio de separação eletrostática consiste em dois líquidos que formam uma emulsão, sendo que uma parte é polar e a outra apolar, e quando um campo elétrico é aplicado no meio, a parte polar acaba sendo atraída pelo campo, desta forma a água se separa do óleo, e elas começam a se juntar formando gotículas cada vez maiores que acabam decantando devido à gravidade.



**Figura 01: Partícula submetida a um campo elétrico (Quintaes, 2005).**

Uma vez polarizadas as gotículas tendem a alinhar-se com as linhas de força do campo elétrico e assim surgirão as interações entre as gotículas, que podem provocar a coalescência. Quando as gotículas são atraídas pelos eletrodos ocorre a coalescência (Quintaes, 2005).

A eficiência do tratamento se dar em função de algumas variáveis, como a variação de parâmetros operacionais como a tensão, corrente, frequência, propriedades físico-químicas do desemulsificante, distância entre eletrodos, dentre outros.

## 2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Como forma de obtenção de dados para análise, será utilizada uma bancada de simulação contendo os seguintes componentes: sistema de bombeamento controlado por inversor de frequência, sistema de aquecimento com resistência elétrica, reservatórios, produto desemulsificante, bomba dosadora, fontes de alta tensão com ajustes de, frequência de corrente e formato de tensão de saída, tratador de acrílico com eletrodos de aço carbono revestidos com teflon, titulador Karl-Fischer, agitador mecânico, tubulações de aço galvanizado, medidor de vazão, medidor de pressão, sensor de nível, válvulas solenoides, válvulas manuais, painel elétrico, controlador lógico programável.

A formação da emulsão sintética foi executada adicionando-se água ao óleo em diferentes proporções, simulando os diferentes tipos de petróleo encontrados na indústria. O grau de cisalhamento necessário foi fornecido por um agitador mecânico, trabalhando em rotações pré-definidas. A separação eletrostática foi proporcionada pelo campo elétrico gerado por duas fontes de alta tensão projetadas, uma que funciona com corrente alternada e outra com corrente contínua, ambas atingindo a tensão máxima de 10 kV e permitindo também o ajuste de frequência.

A tabela 01 contém as variáveis envolvidas no processo e seus limites.

**Tabela 01: Variáveis envolvidas no processo de separação**

| Variáveis                            | Unidade | Faixa de Valores |        |
|--------------------------------------|---------|------------------|--------|
|                                      |         | Mínimo           | Máximo |
| Tensão elétrica                      | kV      | 0                | 10     |
| Frequência elétrica                  | kHz     | 10               | 30     |
| Distância horizontal entre eletrodos | mm      | 5                | 100    |
| Tempo de residência da emulsão       | s       | 50               | 300    |
| Vazão de processo                    | m³/h    | 0.01             | 0.42   |
| Formato do eletrodo                  | '       | Circular         |        |
| Revestimento do eletrodo             | '       | Teflon           |        |
| Temperatura de operação              | °C      | 40               | 160    |

## 3. RESULTADOS

Após a desidratação eletrostática, amostras serão retiradas e levadas para o analisador Karl Fischer, medidor de porcentagem de água no óleo e vice-versa, revelando o resultado da eficiência do processo realizado, sendo a porcentagem de água a variável de resposta do processo. Várias combinações de vazão, tensão de saída, frequência de corrente elétrica, formato de eletrodo, e tipo de desemulsificante, serão testados com diferentes tipos de óleo. Assim será desenvolvido um algoritmo baseado em análise e ferramentas estatísticas, que possa prever o comportamento de cada tipo de óleo sobre cada combinação de variáveis, indicando por correlação quais são as variáveis que mais influenciam na porcentagem final de água sobre o petróleo tratado.

## 4. CONCLUSÃO

O processo de desidratação eletrostática ainda necessita ser explorado amplamente pois o seu grau de complexidade é elevado e as variáveis que influem no resultado final ainda não são completamente conhecidas e estudadas. Desta

maneira, desenvolver tecnologia nacional para o tratamento multifásico (óleo, gás, água, areia) provenientes da exploração de poços de petróleo se torna essencial. Neste contexto, o presente projeto se mostra uma alternativa na busca por maiores conhecimentos sobre as variáveis do processo de desidratação, permitindo assim a possibilidade de aumentar a eficiência da separação da emulsão água-óleo.

Como a bancada de simulação está sendo finalizada, os parâmetros foram estimados através de revisão bibliográfica.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho gostariam de expressar seus agradecimentos a FAPESB por bolsas de iniciação científica e ao FINEP Convênio 01.12.0121.00 pelo apoio e investimentos realizados nesta pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

- CENPES. Tecnologias de tratamento eletrostático no processamento primário de petróleo. Rio de Janeiro: Escola de Ciências e Tecnologia E&p, 2006. 53 p.
- CUNHA, Patricia Suemar Mello Duarte da. Modelagem matemática do processo de desidratação eletrostática de petróleos. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- EOW, John S. Electrostatic enhancement of coalescence of water droplets in oil: a review of the current understanding. Chemical Engineering Journal. Southampton, p. 173-192. out. 2000.
- EOW, J.S.; GHADIRI, M. "Motion, deformation and break-up of aqueous drops in oils under high electric field strengths". Chemical Engineering and Processing, v. 42, p.259-272, 2003.119
- EOW, J.S.; GHADIRI, M.; SHARIF, A.O.; WILLIAMS, T.J. "Electrostatic enhancement of coalescence of water droplets in oil: a review of the current understanding". Chemical Engineering Journal, v. 84, p. 173-192, 2001.
- LEE, C.-M., Sams, G.W., Wagner, J.P., 2001. Power consumption measurements for ac and pulsed dc for electrostatic coalescence of water-in-oil emulsions. J. Electrostat. 53, 1–24.
- KAMP, Johannes; KRAUME, Matthias. Coalescence efficiency model including electrostatic interactions in liquid/liquid dispersions. Chemical Engineering Journal. Southampton, p. 132-142. Nov. 2014.
- NOÏK, Christine. Electrostatic Demulsification on Crude Oil: A State-Of-The-Art Review. Researchgate. Beijing, p. 1-13. dez. 2006.
- QUINTAES, Filipe O. Processo de separação de água e óleo utilizando técnicas de alta tensão chaveada. 3º Congresso Brasileiro de P&d em Petróleo e Gás. Natal, p. 1-6. out. 2005.
- THOMASON, W.H.; BLUMER, D.J.; SINGH, P.; COPE, D.P. "Advanced electrostatic technologies for dehydration of heavy oils". In: 2005 SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, SPE 97786, Alberta, Canada, 1-3 November, 2005.

## 7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE VARIABLES OF THE ELECTROSTATIC PETROLEUM DEHYDRATION PROCESS

Valter Estevão Beal, valter.beal@fieb.org.br<sup>1</sup>

Diogenes Felipe Santos da Apresentação, diogenesap01@gmail.com<sup>1</sup>

Lucas Correia de Oliveira, lucas-co.oliveira@hotmail.com<sup>1</sup>

Alexandre Diogo Poltroniere, alexandre.poltronier@fieb.org.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, 1845 Piatã. CEP 41650-010 Salvador, BA, Brasil.

**Abstract.** Developing mechanisms that allow the separation of water-in-oil emulsions is of great interest on the part of the petroleum industry, since the problems generated by the gradual increase of the percentage of water in the process, either by natural well production or by secondary injection, generate large costs. Water and oil are immiscible fluids, however, because of the severe conditions of agitation during the extraction process, such a high degree of agitation is provided that an emulsion is then generated, which is the state where water and oil have a single phase. This article presents a theoretical analysis of a laboratory study that consisted in identifying the main physical parameters involved in the process of electrostatic dehydration of petroleum, as well as the determination of its limits of operation, relating and tabulating data of different combinations of variables with the rate of coalescence, aiming to obtain means to increase the efficiency of the separation process and consequently the nationalization and manufacture of new types of electrocoalescedores.

**Keywords:** electrostatic dehydration, water-oil emulsions, electric field, petroleum, electrostatic grids.