

## PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA SÍNTESE DE SISTEMAS DE SEPARAÇÃO DE ÁGUA EM ÓLEO VISANDO REDUÇÃO DE BSW

**Michel Cardoso Natividade**<sup>1</sup>; Igor Oliveira de Freitas<sup>2</sup>; Reinaldo Coelho Mirre<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química; Iniciação científica – PRH 27.1 ANP/FINEP – Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível; michel.cardoso@fbter.org.br

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; igor.freitas@fieb.org.br

<sup>3</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador – BA; reinaldo.mirre@fbter.org.br

### RESUMO

Este estudo propõe uma metodologia para selecionar sistemas de separação água-óleo com o objetivo de reduzir o teor de água nas emulsões encontradas nas unidades de processamento primário na indústria petrolífera. A metodologia envolve uma revisão da literatura para identificar os métodos de separação mais eficientes, seguida pelo desenvolvimento de uma metodologia para determinar a melhor estratégia de separação. A revisão da literatura revela uma variedade de técnicas de separação, desde abordagens convencionais até métodos mais avançados. Identificam-se variáveis críticas que influenciam a eficiência de separação e a redução do teor de água, as quais serão utilizadas para desenvolver o algoritmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emulsão; BSW; Água-óleo; Síntese de processos

### 1. INTRODUÇÃO

Emulsões são problemas corriqueiros encontrados no processamento primário de petróleo, ocasionado por uma série de fatores, principalmente pelo seu transporte onde ocorre o processo de cisalhamento dos fluidos, unindo a mistura bifásica. As emulsões podem ser formadas em óleo, água, gás e sólidos, e são classificadas em óleo em água, água em óleo, dependendo do fluido predominante na fase. <sup>[1]</sup> Existe uma série de técnicas para o tratamento dessas emulsões, que dependem do nível de emulsão, custo, desenvolvimento da tecnologia assim como diversos fatores envolvidos. Esse teor de emulsões é mensurado pelo parâmetro BSW (Basic Sediments & Water), valores estes controlados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), sendo este 1% BSW (relação entre o volume de água e sedimento e o volume de emulsão), e 285 mg/L (miligramas de sais dissolvidos por litro de petróleo). <sup>[2,3]</sup>

Dessa forma, existem alguns métodos como eletroestático, separação por membranas, centrifugação, bem como diversos outros métodos que conseguem atingir a especificação quanto ao BSW dentro das normas estabelecidas. A eficiência energética e econômica dos métodos supracitados varia de acordo com as propriedades da emulsão e condições operacionais, no entanto, essas variáveis possuem um baixo impacto nos procedimentos de seleção da melhor tecnologia a ser implementada.

Dentro deste contexto verifica-se a necessidade de desenvolver um procedimento padrão de síntese de sistemas para separação de emulsões água em óleo, de forma que possa auxiliar no procedimento de escolha do mesmo, reduzindo o tempo de projeto. Dessa forma, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver um procedimento de síntese de processos para seleção de tecnologias de separação de água em óleo. <sup>[4,5,6]</sup>

### 2. METODOLOGIA

Este trabalho apresentará uma vasta revisão da literatura sobre métodos de separação de emulsões da corrente das unidades de processamento primário, criando um algoritmo de decisão para a melhor tecnologia a ser utilizada. Portanto a metodologia será executada de acordo com os itens descritos abaixo:

- (i) Estudo dos métodos de separação de emulsões

A metodologia para o estudo dos métodos de separação de emulsões envolverá uma revisão sistemática da literatura científica e técnica. Inicialmente, será realizada uma busca abrangente em bases de dados especializadas, bem como periódicos acadêmicos, utilizando métodos de pesquisa que possam refinar o mesmo. A seleção dos métodos a serem estudados será baseada em critérios como eficiência, viabilidade técnica e aplicabilidade ao contexto de separação água-óleo <sup>[2]</sup>.

- (ii) Desenvolvimento de um algoritmo para determinar os sistemas de separação de água em óleo para redução do BSW mais viáveis tecnicamente e economicamente.

A abordagem metodológica para o desenvolvimento do algoritmo será dividida em várias etapas. Inicialmente, será realizada uma revisão detalhada dos métodos de síntese de sistemas de separação água-óleo. Com base nessa revisão, serão identificadas as variáveis relevantes que influenciam a eficiência de separação e a redução do teor de água (BSW). Em seguida, serão coletados dados experimentais para alimentar o algoritmo, utilizando técnicas de caracterização previamente definidas. O algoritmo será desenvolvido utilizando técnicas de modelagem matemática e estatística, podendo ser utilizada um programa como o Excel, ajustando os parâmetros com base nos resultados experimentais. [2]

### 3. RESULTADOS E DISCURSSÃO

As emulsões são um processo dispersão coloidal entre duas fases imiscíveis, havendo o contato entre os mesmos, ocorrendo assim a emulsão. Dessa forma, as emulsões podem ocorrer de várias formas: óleo em água, água em óleo, água em óleo em água, dentre outras. O tipo de emulsão tem correlação direta com o padrão de escoamento, podendo ser: estratificado, gotas, intermitente, dentre outros.

Inicialmente podemos compreender quais os principais tratamentos contidos para a separação de emulsões que está diretamente ligada ao equipamento que empregado utilizado. Todas as estas variáveis são importante para o tipo de tecnologia a ser utilizada para a separação da emulsão, e dessa forma, existe alguns métodos de tratamento das emulsões, contidos na tabela 01. [7,8]

**Tabela 01.** Principais tipos de tratamentos desemulsificantes e características

Químico	Campo elétrico	Aquecimento	Tratadores eletrostáticos	Campo centrifugo
Desemulsificantes são compostos que possuem a capacidade de alterar a estabilidade da emulsão, em função dos agentes emulsificantes. Os desemulsificantes para ocorrer este tipo de comportamento, são concebidos como agentes tenso ativos, havendo a possibilidade de migrar para as emulsões água em óleo, quebrando assim a sua estabilidade.	As gotas possuem seus campos elétricos, formando as ligações conhecidas como dipolo induzido. O papel do campo elétrico é justamente induzir ainda mais as ligações, formando ligações mais fortes, ocorrendo assim a coalescência das mesmas.	Com o aquecimento da mistura, o seu equilíbrio é alterado, visto que com o aumento da temperatura, a viscosidade do óleo reduzida bastante em comparação a água, podendo haver a separação por sedimentação das duas fases imiscíveis.	O tratamento é subdividido em 2 tratadores, alta e baixa velocidade. Eles se diferem pelo tipo de escoamento (brando, e totalmente turbulento, bem como a vazão de processamento.	A centrifugação é um processo de separação, submetida a fim de promover separação entre compostos imiscíveis em diferentes densidades, via sedimentação.

Assim como os tratamentos são importantes, os custos associados também são de suma importante para uma boa execução do projeto associado. Dessa forma, na tabela 02, relaciona as principais tecnologias utilizadas, a qualidade do custo e da eficiência do método, e o tipo de separação utilizada. [7,8]

**Tabela 02.** Principais métodos desmulsificantes e características

Principais Métodos de Desemulsificação	Custo	Eficiência	Tipo de Separação
Mecânico (Separador Bifásico e Trifásico)	Baixo	Média	Separação inercial
Mecânico (Centrifugação)	Alto	Alta	Força centrífuga
Eletrostáticos	Alto	Alta	Aglutinação das partículas   Separação inercial
Químico	Baixo	Alta	Aglutinação das partículas   Aglutinação
Termoquímico	Alto	Alta	Separação inercial

Em resumo, este estudo fornece uma metodologia abrangente para selecionar os sistemas de separação água-óleo mais adequados para reduzir o teor de água nas emulsões encontradas nas unidades de processamento primário. O futuro algoritmo desenvolvido pode auxiliar os projetistas na tomada de decisões mais eficientes, contribuindo para melhorias significativas na eficiência e na rentabilidade das operações de produção de petróleo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs uma metodologia abrangente para a seleção de sistemas de separação água-óleo com o objetivo de reduzir o teor de água nas emulsões encontradas nas unidades de processamento primário. Apesar de ainda estar em processo de desenvolvimento do algoritmo, a revisão da literatura e a identificação das variáveis relevantes forneceram uma base sólida para a próxima etapa do trabalho. O algoritmo desenvolvido pode auxiliar os operadores na tomada de decisões mais eficientes, contribuindo para melhorias significativas na eficiência e na rentabilidade das operações de produção de petróleo.

#### Agradecimentos

À Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), ao Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH 27.1), à FINEP, gestora do programa, e ao SENAI CIMATEC.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. DE OLIVEIRA, G. **UTILIZAÇÃO DE ADSORVENTES (CARVÃO ATIVADO E ARGILAS ORGANOFÍLICAS) NO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE EMULSÕES ÓLEO/ÁGUA**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2012.
2. DELGADO, B. **Síntese de Sistemas de Regeneração e Tratamento Final de Efluentes**. Tese de Doutorado—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, abr. 2008.
3. El-Halwagi, M. M., Glasgow, I. M., Qin, X., & Eden, M. R. Property integration: **Componentless design techniques and visualization tools**. *AIChE Journal*, V. 50(8), p. 1854–1869, 2004
4. NUNES, S. **Remoção Conjugada de Metais e Óleo de Água Produzida**. Dissertação de mestrado—Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 6 mar. 2009.
5. SILVA, T.; JUNIOR, M. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO REUSO DA ÁGUA DE DESSALGAÇÃO DO PETRÓLEO UTILIZANDO O MÉTODO ELETROSTÁTICO PARA SEPARAÇÃO DA EMULSÃO. **Centro Universitário Tiradentes**, v. 6, p. 13–18, 11 ago. 2020.
6. SILVINO, P. **ANÁLISE DO GRAU DE AGREGAÇÃO DE ASFALTENO E DA FORMAÇÃO DE EMULSÃO ÁGUA/ÓLEO ATRAVÉS DE MODELO COARSE GRAIN FORTALEZA**. Tese de Doutorado—Fortaleza - CE: Universidade Federal do Ceará, 5 dez. 2018.
7. BOEIRA, Gustavo; MOYSÉS, Patrick; AMORIM, Josinira. Emulsões na indústria petrolífera. **Bolsista de Valor**, v. 4, 2015.
8. SOUSA, A. M.; PEREIRA, M. J.; MATOS, H. A. **Oil-in-water and water-in-oil emulsions formation and demulsification**. *Journal of Petroleum Science and Engineering* Elsevier B.V., 1 mar. 2022.