

# REOLOGIA INTERFACIAL DE FILMES CONTENDO ASFALTENOS.

Gabriel Medeiros do Nascimento Costa <sup>1</sup>, Ronaldo Gonçalves dos Santos.  
Engenharia Química, FEI.

[Gabriel\\_medeiros78@hotmail.com](mailto:Gabriel_medeiros78@hotmail.com), [Rgsantos@fei.edu.br](mailto:Rgsantos@fei.edu.br).

**Resumo:** Asfaltenos são o principal obstáculo para a utilização de petróleo pesado, pelo seu comportamento coloidal, viscoso, agregativo e tensoativo, o que interfere nas tensões inter e superficiais, garantindo a estabilidade de emulsões e a fixação de agregados em superfícies sólidas. Esse trabalho avalia a influência da concentração dos asfaltenos em tensões superficiais e estuda a extração das outras partes da fração SARA, denominada maltenos, para futuros trabalhos que avaliam sua sinergia com os asfaltenos.

## 1. Introdução

O petróleo é um dos materiais mais versáteis da indústria devido a sua complexa estrutura e ser matéria primitiva de várias substâncias utilizadas no mercado atual. Há uma problemática que o petróleo é um recurso não-renovável, além disso apresenta mudanças de acordo com sua formação sendo diferente em cada região do mundo. Alguns tipos de óleo são fontes complexas não-convencionais, que inicialmente não eram viáveis economicamente como a da areia betuminosa, petróleo de xisto e óleos brutos pesados (SALAMEH, 2015). A questão é que grande parte do petróleo brasileiro é óleo pesado, mas a demanda do mesmo cresce a cada ano, pressionando os setores de extração, refinamento e transporte (CAVICCHIO, et al., 2017). Todo esse crescimento de demanda fez com que se estuda-se a viabilização econômica do processamento desse óleo não-convencional.

Óleo bruto pesado é um tipo de petróleo altamente viscoso, com grande massa molar e comportamento reológico viscoelástico. Esse comportamento dificulta seu processamento, principalmente sua parte chamada asfaltenos, que são caracterizados por terem os compostos com maior massa molar e polaridade do óleo ganhando propriedades coloidais que garantem um alto poder agregativo formando depósitos sólidos com forte adsorção em superfícies sólidas. Essa adsorção dificulta a extração do óleo devido a diminuição da permeabilidade da rocha, o transporte devido a obstrução dos oleodutos e está relacionado com a maior dificuldade no refino, tendo que em alguns casos ser misturado com óleos leves para poder ser processado (AKBARZADEH *et al.*, 2004).

Devido a tantas complicações desse tipo de comportamento reológico dos asfaltenos e a pressão da demanda de petróleo, estudos nessa área estão sendo mais desenvolvidos para o entendimento da agregação dos asfaltenos e sua adsorção em paredes, sendo analisados vários fatores que podem influenciar esses processos como: Temperatura, pH, concentração e sinergia com os maltenos, que são os componentes restantes da fração SARA do petróleo e podem ser

subdivididos em saturados, aromáticos e resinas (LOH,2007). Para esse estudo de sinergia é importante a divisão dos maltenos para identificar a influência de cada parte no comportamento dos asfaltenos.

## 2. Objetivos

Analisar a influência da concentração dos asfaltenos na tensão superficial em gotas de asfaltenos em tolueno, além da separação e purificação de maltenos para utilização futura em estudos sinérgicos.

## 3. Metodologia

Primeiro, para a separação dos asfaltenos do óleo, pesou-se 20 gramas do óleo BHO-1 com o qual preparou-se uma solução com 800 ml de n-pentano em um âmbar de um litro e deixou-se sob agitação por vinte e quatro horas. Logo depois foi realizado uma filtração a vácuo no qual o precipitado formado representa fração de asfaltenos, insolúveis em n-pentano, e o filtrado representa os maltenos que foram armazenadas para a análise posterior em um balão volumétrico de dois litros.

A obtenção dos asfaltenos puros foi realizada por uma extração soxhlet no qual embrulhou-se o resíduo da filtração em papeis de filtro, colocou-os em um cartucho de algodão, posicionando-o no soxhlet e deixou-se o equipamento em refluxo por três horas com n-pentano como solvente. Depois da extração, deixou-se o papel secar e assim obteve-se os asfaltenos puros, prontos para a realização dos ensaios experimentais de tensão superficial.

Começando os testes de avaliação da influência dos asfaltenos na tensão superficial, foi realizado uma varredura variando a concentração de asfaltenos num intervalo de  $10^{-5}$  até  $10^{-1}$  gramas por litro utilizando 5 balões volumétricos. A primeira solução, denominada mãe, de 0,1g/l foi preparada com 0,0025g de asfaltenos e avolumado com tolueno até o menisco do balão volumétrico de 25ml, já as demais soluções foram preparadas a partir da solução mãe em um processo de diluição com tolueno. Depois da preparação das soluções, realizou-se os testes de tensão superficial utilizando o tensiômetro do modelo representado pela figura I com ajuda de uma seringa que foi devidamente ambientada com tolueno em uma cuba ultrassônica com aquecimento por trinta minutos. Nesses testes, o software do equipamento mede a tensão e o volume da gota suspensa da solução gerada pela seringa por meio da equação de Young-Laplace e são analisadas por 360 segundos com 12 frames por segundo capturados pela câmera do tensiômetro.



Figura I – Tensiômetro.

A cromatografia em coluna aberta foi utilizada como método de separação dos maltenos, na qual uma coluna de vidro de 22 mm de diâmetro por 400 mm de altura foi empacotada com sílica em gel, 35-60 mesh, ativada à uma temperatura de 450°C por três horas em uma mufla. Com a sílica empacotada, se condicionou a coluna com n-pentano. Após esse procedimento a coluna ficou pronta para a adição dos maltenos e para o processo cromatográfico conforme a figura II.



Figura II – Fluxograma das eluições cromatográficas.

Finalizando o procedimento dos maltenos e obtendo os saturados, aromáticos e resinas separados foi utilizado um rotaevaporador para a evaporação dos solventes das eluições, purificando-os.

#### 4. Resultados

Após os testes com as cinco soluções de asfaltenos, aproximou-se as tensões superficiais medidas nos 360 segundos de cada solução que estão representados na tabela I e construiu-se o gráfico da tensão superficial pela concentração de asfaltenos que está demonstrado na figura III.

Tabela I – Resultados dos ensaios experimentais.

Concentração de asfaltenos (g/l)	Tensão superficial (mN/m)
$1 \times 10^{-5}$	28,36
$1 \times 10^{-4}$	27,75
$1 \times 10^{-3}$	27,73
$1 \times 10^{-2}$	27,68
$1 \times 10^{-1}$	27,62



Figura III – Gráfico de concentração por tensão.

Já em relação aos maltenos, conseguiu-se separá-los em saturados, aromáticos e resinas com sucesso. Cada parte foi armazenada e identificada em diferentes balões volumétricos de um litro para os testes futuros de sinergia.

#### 5. Conclusões

Como observado na figura 1, o aumento da concentração de asfaltenos diminui a tensão superficial, confirmando seu caráter tensoativo e facilitando assim a estabilização de emulsões, agregação e adsorção em paredes sólidas, o que dificulta todas as etapas que uma petrolífera esta envolvida, desde sua extração e locomoção até na venda, pois a formação de emulsões diminui a qualidade do óleo.

Foi observado também uma quebra na tendência de decaimento da tensão superficial quando a concentração de asfaltenos é aproximadamente  $1 \times 10^{-4}$  g/l, essa concentração é chamada de concentração micelar crítica, CMC. A partir da CMC, qualquer aumento da concentração não terá o mesmo impacto na tensão superficial como antes.

Já em relação aos maltenos, a cromatografia em coluna aberta se mostrou muito eficiente e fácil para sua separação em saturados, aromáticos e resinas, podendo ser rapidamente utilizado em casos que se precise desses compostos separadamente.

#### 6. Referências

- [1] Akbarzadeh, K. et. al., Methodology for the Characterization and Modeling of Asphaltene Precipitation from Heavy Oils Diluted with *n*-Alkanes. Calgary: Energy & Fuels, 2004.
- [2] Cavicchio, C. A. M. et. al., *Experimental study of viscosity effects on heavy crude oil-water core-annular flow pattern*. Campinas: ETF Science, 2018
- [3] Salameh, M.G. *Oil Crises, Historical Perspective*. Washington: Elsevier, 2015.
- [4] Loh, W.; Mohamed, R.S.; Santos, R.G. *Crude Oil Asphaltenes: Colloidal Aspects*, Encyclopedia of Surface and Colloid Science. Campinas: Taylor & Francis 2007.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 12/18 a 06/20.