

## **ANÁLISE COMPARATIVA DA MODELAGEM DA PRECIPITAÇÃO DE ASFALTENOS EM CURVAS DE EXTRAÇÃO**

**BEATRIZ PACHECO JUNQUEIRA<sup>1</sup>; FILIPE GIUDICE D'AVILA<sup>2</sup>; ANTÔNIO CARLOS DA SILVA RAMOS<sup>2</sup>; REJANE PERGHER<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – *beatriz2091@gmail.com*

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – *filipe\_giudice@hotmail.com*

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – *akarloss@yahoo.com.br*

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – *rejane.pergher@gmail.com*

### **1. INTRODUÇÃO**

A modelagem termodinâmica constitui uma ferramenta importante para obtenção de modelos preditivos na descrição de fenômenos moleculares. Na indústria do petróleo, por exemplo, o uso de modelos termodinâmicos tem auxiliado na adoção de medidas práticas e resolução de problemas operacionais. Particularmente, um fenômeno de grande importância é a formação de depósitos orgânicos pela precipitação de frações pesadas de petróleos, tipicamente, asfaltenos (MOREIRA, 1993).

Variações nas propriedades dos fluidos que normalmente ocorrem durante a produção de óleo, como as mudanças de pressão, temperatura e composição podem resultar na saída dos asfaltenos da solução com conseqüente deposição.

A formação de depósitos constitui um problema de grande importância para as indústrias petrolíferas e, dependendo da sua extensão, gastos significativos são aplicados a medidas operacionais que minimizem seus efeitos. Dentre os problemas verificam-se o bloqueio parcial do reservatório e dutos, danos aos equipamentos e estabilização de emulsões.

Os modelos termodinâmicos dirigidos a descrição da precipitação dos asfaltenos baseiam-se em uma modificação da teoria de Florry-Huggins e, em geral são restritos aos dados experimentais levantados para cada petróleo. As limitações dos modelos têm sido relacionadas a complexidade composicional dos petróleos, a dificuldade na obtenção de dados experimentais confiáveis e nas simplificações impostas no desenvolvimento matemático (GARRETO, 2006).

Neste trabalho, os dados experimentais da curva de extração dos asfaltenos são tratados no modelo termodinâmico desenvolvido no trabalho de MOREIRA 1993. Tratamentos matemáticos, tais como, regressões lineares na região dos dados experimentais foram executadas de forma a comparar os resultados da modelagem termodinâmica com uma modelagem matemática.

### **2. METODOLOGIA**

Inicialmente foram obtidas informações experimentais quantitativas da precipitação de asfaltenos em função da mudança de composição do petróleo pela adição de floculantes, tais como, n-heptano e/ou n-pentano. Os dados experimentais encontram-se disponíveis na literatura na forma de curva de extração dos asfaltenos e, nesse trabalho, preferiram-se aqueles relacionados a petróleos originados de importantes campos brasileiros em produção.

Os dados experimentais da precipitação dos asfaltenos em função da concentração de flocculantes foram tratados através de regressão polinomial empregando o software Excel.

Os resultados da modelagem matemática foram analisados comparativamente aos obtidos através da modelagem termodinâmica proposta por MOREIRA, 1993, de forma a avaliar aqueles que mais se aproximam dos valores experimentais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verifica-se uma curva de extração dos asfaltenos que representa o teor dos asfaltenos em função da diluição com n-heptano. Os pontos cheios representam dados experimentais e a linha pontilhada um modelo de ajuste matemático. Verifica-se que a precipitação dos asfaltenos aumenta com o aumento da quantidade de n-heptano adicionado ao petróleo e, esse comportamento é bem conhecido na literatura. Em baixas concentrações (abaixo de 10 mL/g) a adição de n-heptano é mais significativa na precipitação dos asfaltenos enquanto que em concentrações maiores o teor de asfaltenos atinge o valor de 3,5% indicando que se atingiu o limite de solubilidade.

Foram obtidas as aproximações linear, quadrática e logarítmica para os dados experimentais e dispostos na Tabela 1. O gráfico para a aproximação logarítmica é apresentado na Figura 1.

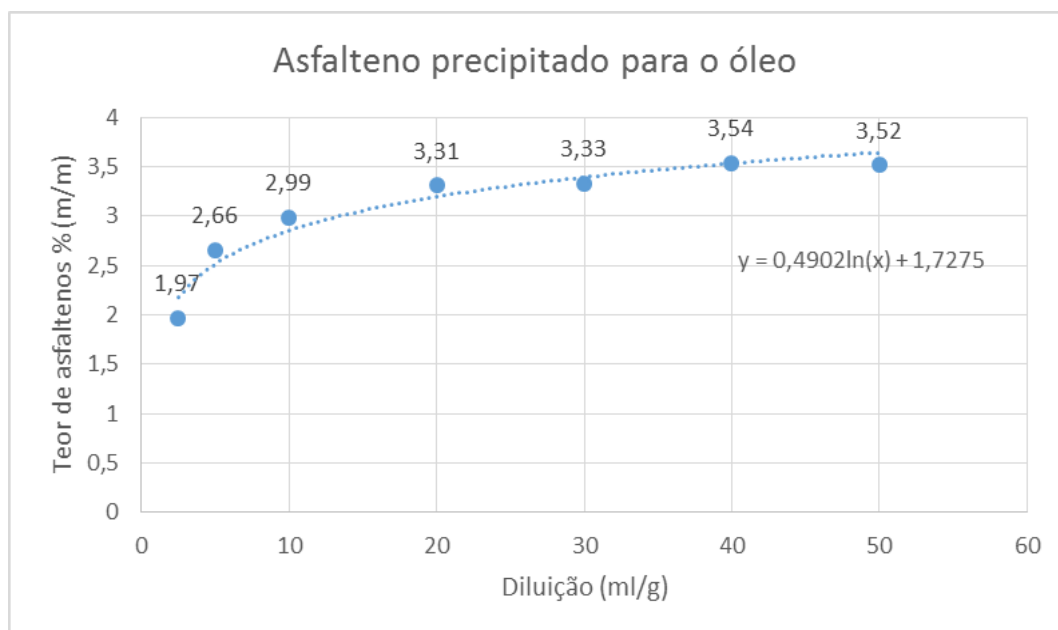


Figura 1 - Teor de asfaltenos em função da diluição para o óleo estudado.

Tabela 1 - Apresentação dos dados experimentais e as diferentes aproximações.

<b>DISSOLUÇÃO (ml/g)*</b>	<b>% de asfalto precipitado (Experimental)</b>	<b>Aproximação linear</b>	<b>Aproximação polinomial de grau 2</b>	<b>Aproximação logarítmica</b>
2,5	1,97	2,5211	2,2881	2,1766
5	2,66	2,5866	2,4636	2,5164
10	2,99	2,7176	2,7771	2,8562
20	3,31	2,9796	3,2541	3,196
30	3,33	3,2416	3,5311	3,3948
40	3,54	3,5036	3,6081	3,5358
50	3,52	3,7656	3,4851	3,6452

\*solvente em razão do soluto (n-heptano/asfalto)

Tabela 2 - Comparação aproximação logarítmica e termodinâmica

<b>DISSOLUÇÃO (ml/g)*</b>	<b>% de asfalto precipitado (Experimental)</b>	<b>Aproximação logarítmica</b>	<b>Aproximação termodinâmica</b>
2,5	1,97	2,1766	1,97
5	2,66	2,5164	3,12
10	2,99	2,8562	3,29
20	3,31	3,196	3,32
30	3,33	3,3948	3,32
40	3,54	3,5358	3,31
50	3,52	3,6452	3,30

Por meio da interpretação da Tabela 1 e da Tabela 2, torna-se evidente que a curva que melhor se ajusta aos dados experimentais é a curva de função logarítmica, semelhantemente, ao previsto na modelagem termodinâmica. Contudo, os valores obtidos pela modelagem matemática se aproximam mais dos valores experimentais, comparativamente com a modelagem termodinâmica. Portanto, dentro da faixa experimental, a modelagem matemática pode ser aplicável.

Dados experimentais de outros petróleos serão tratados de forma similar objetivando uma avaliação mais global acerca da comparação entre as duas abordagens, sobretudo pela limitação da modelagem termodinâmica quando aplicada a petróleos de diferentes origens.

#### 4. CONCLUSÕES

Para descrição da precipitação dos asfaltenos modelos termodinâmicos tem sido a alternativa mais utilizada e, em geral, verifica-se que os modelos correlacionam bem a precipitação dos asfaltenos de um determinado petróleo para o qual foram desenvolvidos, mas falham quando aplicados a petróleos de outra natureza. Uma das principais fontes de erros resulta do fato do levantamento de dados experimentais confiáveis dos petróleos e/ou seus fluidos somados ao fato de que, os modelos não expressam toda a complexidade física dos petróleos.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a regressão logarítmica apresenta maior aproximação dos dados experimentais, sendo assim o modelo mais apropriado para um conjunto de dados específico de um determinado petróleo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIN, A.; RIDING, M.; SHEPLER R; SMEDTAD, E; RATULOWSKI, J: Subsea Development from Pore to Process, **Oilfield Review**, Texas, v. 17, n.1: p.4-17, 2005.

GARRETO, M.S.E. **Determinação do Início de Precipitação dos Asfaltenos em Petróleos Brasileiros e Implicações na Estabilidade de Misturas de Petróleos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Maranhão.

MOREIRA, J.C.C.B.R. Deposição de Asfaltenos: **Medidas Experimentais e Modelagem Termodinâmica**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo) Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Estadual de Campinas.

RAMOS, A.C.S. **Asfaltenos em Petróleos Brasileiros: Agregados em Solventes Aromáticos, Desenvolvimento de Aditivos e Estabilização de Emulsões**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas.