

## DESAFIOS NA AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE PETRÓLEOS: UMA ANÁLISE CRÍTICA DO ÍNDICE DE INSTABILIDADE COLOIDAL (IIC)

MARIA EDUARDA VAZ FERRAZ<sup>1</sup>; ANTONIO CARLOS DA SILVA RAMOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [duda.vazferraz@gmail.com](mailto:duda.vazferraz@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [akarloss@yahoo.com.br](mailto:akarloss@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A extração, o processamento e o aproveitamento eficaz dos petróleos são atividades desafiadoras na rotina da indústria do petróleo. Em parte, isso se deve ao fato de que cada petróleo, de acordo com sua origem, é constituído por uma família complexa de hidrocarbonetos, o que torna seu comportamento e propriedades peculiares.

Frequentemente a composição química dos petróleos é representada através de parâmetros médios que são determinados em procedimentos experimentais conforme descrição técnica específica. Esses parâmetros são essenciais na caracterização dos fluidos e na tomada de decisões durante as operações, contribuindo para o gerenciamento eficaz dos recursos petrolíferos.

Assim, os parâmetros composicionais são empregados nas diversas etapas da cadeia produtiva dos petróleos, tais como, no transporte e estocagem dos fluidos, nas diversas operações nas unidades de refino, na redução de impactos ambientais, no controle de qualidade, etc.

Um dos grandes desafios durante as operações na indústria petrolífera vêm a ser a formação de sólidos. Durante as operações os fluidos estão submetidos a mudanças de temperatura, pressão e/ou composição, o que pode provocar a ocorrência de sólidos pela precipitação e/ou desestabilização de componentes pesados. Dentre os componentes com potencial para formação de fases sólidas estão as frações pesadas designadas de asfaltenos e as resinas.

Segundo Ashoori et al. (2016) os asfaltenos têm um papel importante na deposição orgânica durante a produção, transporte e processamento dos petróleos. A deposição na produção de petróleo é frequentemente associada a uma condição negativa, como na obstrução parcial ou total de dutos de escoamento e consequente perda de produção.

Gastos significativos são alocados em programas operacionais para mitigar o efeito da deposição nas diversas etapas da produção de petróleo.

Parâmetros confiáveis que permitam se antecipar ao problema e atuar como um indicador da previsão do fenômeno de deposição vem a ser uma alternativa desejável na indústria do petróleo.

Alguns parâmetros na literatura vêm sendo aplicado como indicador da estabilidade dos petróleos. A estabilidade é compreendida como a tendência de um petróleo em manter os asfaltenos na fase oleosa a uma determinada pressão e temperatura. Entre esses parâmetros destaca-se o Índice de Instabilidade Coloidal (IIC), definido pela Equação 1 (Asomaning 2003).

$$IIC = \frac{\%Asfaltenos + \%Saturados}{\%Resinas + \%Aromáticos} \quad \text{Equação 1}$$

O IIC é um parâmetro empírico calculado a partir de dados composicionais da análise SARA (Saturados, Aromáticos, Resinas e Asfaltenos) dos petróleos. O IIC representa um balanço entre os teores que contribuem para instabilidade

(numerador) e os que favorecem a estabilidade (denominador). Assim, de acordo com esse parâmetro, petróleos com altos teores de resinas e aromáticos tendem a manter os asfaltenos estabilizados.

Segundo Asomaning (2003), para valores numéricos de IIC  $\geq 0,9$  os petróleos são considerados instáveis e para os valores de IIC  $< 0,7$  os petróleos são considerados estáveis. Para valores de IIC entre  $0,7 \leq \text{IIC} < 0,9$  os petróleos encontram-se na faixa de incerteza. Ainda, de acordo com esse critério, quanto mais afastado o IIC da faixa de incerteza, maior será sua estabilidade (para valores inferiores) ou instabilidade (para valores superiores).

Discussões sobre o IIC como indicador da estabilidade dos petróleos é um tanto controverso e ainda não se verifica um consenso quanto a sua aplicação e validade. Críticas advêm do fato de que o parâmetro SARA não é suficiente para expressar toda a complexidade química dos petróleos.

São relatados também que as diferentes técnicas experimentais empregadas na determinação dos parâmetros SARA, tipicamente técnicas cromatográficas, podem conduzir a resultados discrepantes (Fan et al., 2002), refletindo no cálculo e aplicação do IIC.

É importante considerar que O IIC pode apresentar limitações em termos de sua confiabilidade como indicador absoluto de estabilidade dos petróleos e que esforços ainda são dirigidos para obtenção de relações composicionais que indiquem mais adequadamente a estabilidade dos petróleos (Moura et al., 2010).

Neste trabalho se busca contribuir para um melhor entendimento das propriedades dos petróleos, especificamente aquelas relacionadas com a estabilidade. Propõe-se a explorar de forma crítica a confiabilidade do Índice de Instabilidade Coloidal (IIC) como um indicador isolado para avaliar a estabilidade de petróleos brutos. E assim contribuir com as estratégias operacionais para minimização da formação de fases sólidas nas diversas etapas da produção de petróleo.

## 2. METODOLOGIA

Nesse trabalho foram utilizados teores de saturados, aromáticos, resinas e asfaltenos (análise SARA) expressos em porcentagem mássica, e o parâmetro início de precipitação dos asfaltenos (IP) expresso em mL/g para diferentes petróleos brasileiros. As informações foram cedidas pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) e constam também no trabalho produzido por Moura et al. (2010).

O Índice de Instabilidade Coloidal (IIC) foi calculado de acordo com a Equação 1 e constitui um parâmetro adimensional.

Os resultados foram apresentados em gráficos de IIC em função dos petróleos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de instabilidade coloidal (IIC) foi determinado nas amostras de petróleos objetivando sua avaliação como critério de estabilização dos asfaltenos. Para tanto, os dados de composição dos petróleos em termos de análise SARA foram aplicados (Tabela 1). Os petróleos, num total de 54 amostras, foram designados P1, P2, P3 até o P54.

Tabela 1 – Composição dos petróleos em porcentagem mássica (% m/m). (S) Saturados; (Ar) Aromáticos; (R) Resinas e (A) Asfaltenos.

Petróleo	S (%)	Ar (%)	R (%)	A (%)	IP (mL/g)
P1	48,2	35,2	16	0,6	7,0
P2	44,8	31,3	21,6	2,3	4,0
P3	55,3	26,4	16,5	1,8	2,8
...	...	...	...	...	...
P54	72,1	16	11,1	0,85	2,0

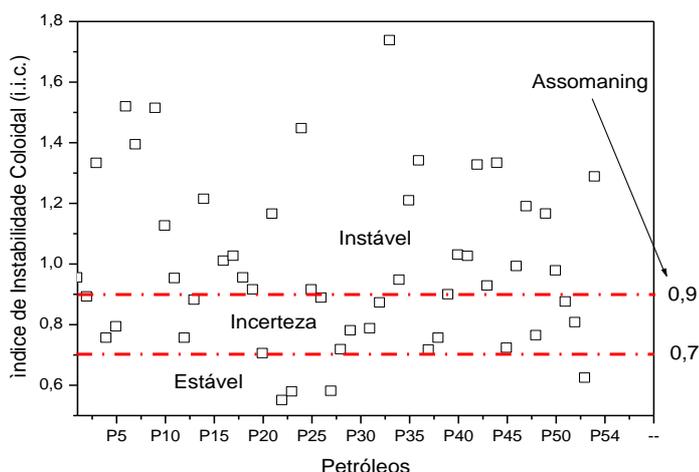
Fonte: elaborado pelo autor (2023)

A Tabela 1 foi suprimida de forma a exibir de forma parcial os resultados utilizados.

Todos os petróleos avaliados apresentaram o parâmetro IP determinado pela adição de n-heptano aos petróleos a fim de provocar a ocorrência da precipitação dos asfaltenos. O fato dos petróleos apresentarem IP é indicativo da sua estabilidade nas amostras brutas.

O parâmetro IIC foi calculado de acordo com a Equação 1 e é mostrado graficamente na Figura 1 para o conjunto de petróleos avaliado.

Figura 1 – Índice de Instabilidade Coloidal (IIC) das amostras de petróleos P1 ao P54.

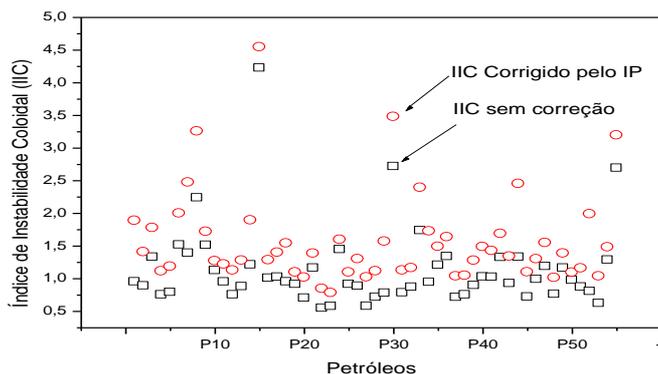


Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Na Figura 1 as linhas pontilhadas representam os limites adotados por Assomaning (2003). Verifica-se que os IIC's dos petróleos se distribuíram, na sua maior parte, nas regiões de estável e na faixa de incerteza, o que se contrapõe ao fato experimental de que os petróleos avaliados são estáveis. Assim, para uma população de 54 petróleos o critério de Assomaning foi suficiente somente para quatro amostras, no que representa um percentual muito baixo de acerto.

No critério adotado por Assomaning entende-se que o limite entre as regiões de estabilidade é de  $0,8 \pm 0,1$ . Esse valor foi comparado ao IIC calculado com dados SARA dos petróleos avaliados e corrigidos com o IP a fim de determinar o limiar entre as regiões de estabilidade e instabilidade para os petróleos analisados (Figura 2).

Figura 2 – Índice de Instabilidade Coloidal (IIC) com correção dos teores SARA no IP para as amostras de petróleos P1 ao P54.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Na Figura 2 se observa que a distribuição do IIC foi semelhante entre o cálculo realizado para as amostras brutas e com a correção do IP. Constatou-se que o valor médio do IIC aumentou de 1,13 para 1,56, se distanciando ainda mais do valor de 0,8 indicado por Assomaning. Verifica-se também que a média calculada com os valores corrigidos não pode ser aplicada como critério limite entre a estabilidade e a instabilidade dos petróleos devido a grande flutuação dos valores de IIC. Tais constatações colocam em dúvida tanto os critérios adotados por Assomaning quanto a possibilidade avaliar a estabilidade dos petróleos pela aplicação do IIC no conjunto de petróleos e dados analisados.

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo buscou avaliar a aplicação do IIC na descrição da estabilidade de 54 amostras de petróleos. Para tanto foram calculados os IIC de dois conjuntos de dados SARA, um considerando os petróleos brutos e outro com valores corrigidos pelo início de precipitação dos asfaltenos. Constatou-se que os critérios adotados na literatura não foram suficientes na avaliação da estabilidade dos petróleos brutos, sendo que dos 54 petróleos o critério acertou em colocar somente 4 como estáveis. Verificou-se ainda quando se calculou o IIC com os dados do SARA corrigidos pelo IP a grande dispersão dos pontos em torno de uma média indica que o IIC não pode ser adotado como critério para população de petróleos avaliados.

Assim, mostrou-se que o IIC não é um parâmetro confiável para descrever a estabilidade dos petróleos analisados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASOMANING, S. Test methods for determining asphaltene stability in crude oils. **Petroleum Science and Technology**, New York, NY, v. 21, n. 3 & 4, p. 581-590, 2003.

Fan, T., Wang, J. e Buckley, J. S. **Avaliação de Petróleos Brutos por Análise SARA**. 2002. Publicado em New Mexico Tech.

Moura, L.G.M. et al. **Avaliação de índices e de modelos aplicados à previsão da estabilidade de óleos brutos**. 2010. Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Ashoori S, Sharifi M, Masoumi M, Salehi MM. **A relação entre as frações SARA e a estabilidade do petróleo bruto**. Fuel. 2016.