

Emulsões na indústria petrolífera

Gustavo Boeira*
Patrick Moysés**
Josinira Amorim***

Resumo

Quando é produzido petróleo, além do óleo extraído, ocorre a extração de água junto, que pode estar na forma livre (grande quantidade separada do óleo) ou emulsionada no óleo. As emulsões de petróleo consistem na dispersão de uma fase na outra, através de gotículas coloidais. Assim como a água pode estar emulsionada no óleo, o mesmo pode estar emulsionado na água. Para isso é importante estudar os fenômenos físicos e químicos que envolvem essa relação, para separá-los quando preciso for.

Palavras-chave: Coloides. Dispersão. Emulsificantes.

Introdução

Emulsão caracteriza-se por um tipo de dispersão coloidal entre dois líquidos imiscíveis, na qual gotículas de uma fase (dispersa) estarão suspensas na outra fase (contínua). Geralmente pode ser do tipo água em óleo (A/O) ou do tipo óleo em água (O/A) (ANDRADE, 2009).

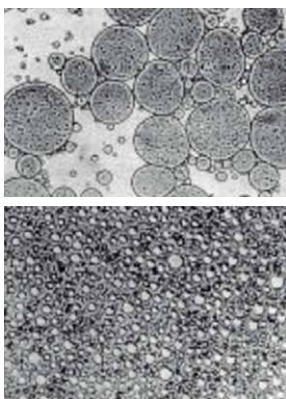


Figura 1 - Emulsões do tipo O/A e A/O, respectivamente
Fonte: Andrade, 2009

Na indústria do petróleo, ela está presente desde a perfuração dos poços, passando pela produção e chegando até mesmo à distribuição de seus derivados (acidentes e derramamentos). Dependendo da etapa, pode ser tanto um problema como uma solução. (IIDA).

O tipo de emulsão mais comum ocorrido nos sistemas de petróleo é a do tipo água em óleo, devido à agitação e cisalhamento do poço, além da predominância da fase oleosa, que vai configurar esta como fase contínua (ANDRADE, 2009).

Desenvolvimento

Estabilização de emulsões

Muitas vezes é importante manter o sistema emulsionado estável, pois permitir o “desprendimento” da água do óleo é permitir a formação de água livre na tubulação, o que pode causar transtornos como corrosão e formação de produtos inorgânicos (hidratos) nos dutos e linhas de produção. Portanto, para se manter a emulsão A/O estável durante esta etapa, é necessário o uso de métodos e produtos como emulsificantes (KUNERT, 2007).

Os agentes emulsificantes são substâncias químicas presentes no petróleo com ação surfactante e tensoativa, isto é, estes compostos possuem em suas moléculas regiões polares e apolares, o que lhe conferem afinidade hidrofílica e lipofílica, respectivamente. Acontece que, quando as gotículas d’água são formadas, estas moléculas migram e se alojam na superfície destas gotículas, formando uma espécie de película ou filme interfacial que impede as demais gotículas da mesma fase se juntarem e coalescerem.

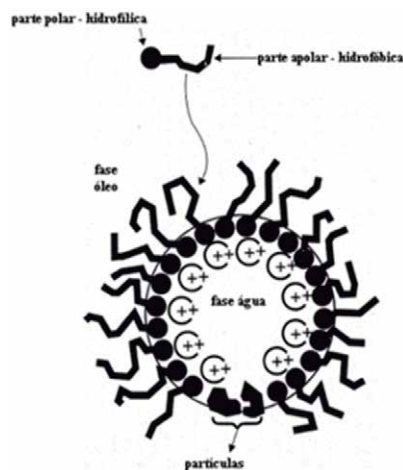


Figura 2 - Fases apolar e polar das emulsões

Compostos naftênicos e asfaltenos, presentes nas frações mais pesadas de óleo, são emulsificantes naturais que se destacam na formação e estabilização de emulsões do tipo água em óleo. Sólidos finamente divididos, também com características anfífilas, como exemplo, as argilas, também promovem a estabilização destas emulsões.

* Técnico em Petróleo e Gás pelo IFFluminense campus Cabo Frio. E-mail para contato: gustavoboiera.bz@hotmail.com.
** Técnico em Petróleo e Gás pelo IFFluminense campus Cabo Frio.
*** Professora do Curso Técnico em Petróleo e Gás do IFFluminense campus Cabo Frio.

Já quanto ao mecanismo de estabilização, dependendo da natureza química dos compostos emulsificantes presentes na interface, dois mecanismos de estabilização principais podem ser observados: por repulsão elétrica ou por impedimento estérico. E ainda tem um terceiro, conhecido como efeito Gibbs-Marangoni.

Na primeira, os grupos polares dos emulsificantes interagem eletricamente com a água, formando uma camada elétrica superficial, que causa a repulsão entre as gotas e impede o contato entre elas. Porém este tipo de estabilização ocorre mais comumente nas emulsões de óleo em água.

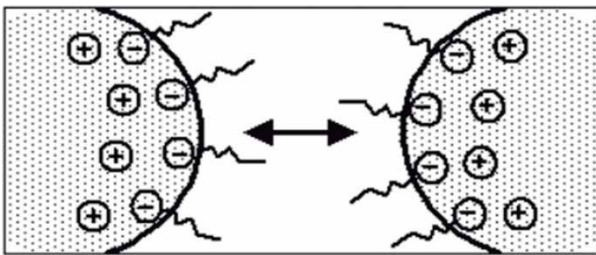


Figura 3 - Repulsão elétrica
Fonte: Kunert, 2007

No segundo caso, é a parte apolar dos emulsificantes naturais adsorvidos que impede a aproximação entre as gotas. É o caso, por exemplo, quando compostos asfáltênicos de elevado peso molecular depositam-se na interface, formando uma barreira física. Esta, ao contrário da primeira, ocorre predominantemente nas emulsões de água em óleo.

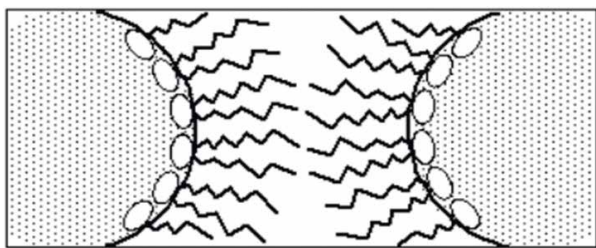


Figura 4 - Repulsão estérica
Fonte: Kunert, 2007

No efeito Gibbs-Marangoni, numa emulsão do tipo A/O, quando duas gotas de água se aproximam, há uma deformidade da interface nesta região de aproximação, causando o aparecimento de um gradiente de tensão interfacial. Para se reestabelecer a uniformidade da tensão superficial, há o efeito de Gibbs-Marangoni, que é uma força que promove a migração de elementos tensoativos na deformidade, diminuindo a tensão superficial nessa região, que estava elevada e, conseqüentemente, a desorção de emulsificantes, contribuindo para estabilizá-los.

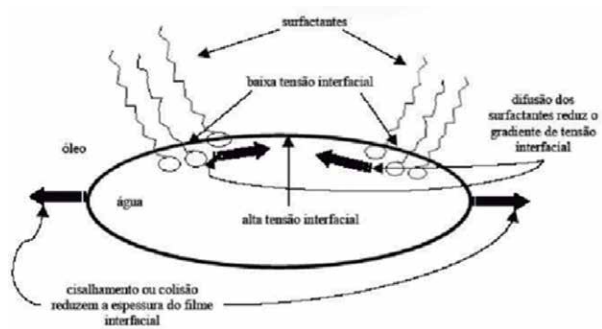


Figura 5 - Efeito Gibbs
Fonte: Silva, 2010

Fatores que influenciam a estabilização

Entre os principais fatores que afetam a estabilidade das emulsões estão:

- Natureza do petróleo
- Envelhecimento da emulsão
- Presença de sólidos
- Tamanho das gotas geradas
- Volume da fase dispersa.

A estabilidade de uma emulsão de petróleo do tipo A/O depende muito da natureza e da quantidade de emulsificantes naturais existentes no petróleo. Assim, quanto maior for a quantidade de emulsificantes naturais existentes no petróleo, mais estável será a emulsão, pois maiores quantidades desses emulsificantes irão concentrar-se na superfície das gotas de água e mais difícil será sua remoção da interface (KUNERT, 2007).

O envelhecimento também afeta a estabilização de forma parecida. Se a emulsão não for desestabilizada logo no começo, ao ser gerada, cada vez mais emulsificantes naturais irão se depositar na interface, tornando o filme interfacial mais rígido e conseqüentemente a emulsão mais estável.

A presença de sólidos finos também torna mais rígido o filme interfacial, dificultando seu rompimento e posterior coalescência das gotas.

O tamanho das gotas geradas influencia a estabilização na medida em que, quanto menor o tamanho das gotas, menor será sua velocidade de sedimentação. O tamanho das gotas é dependente da intensidade de cisalhamento a que o sistema foi submetido.

Por último, o volume da fase dispersa: à medida que se aumenta, por exemplo, o teor de água na emulsão, aumenta-se a população de gotas d'água, além do tamanho delas e, por conseguinte, aumenta-se a probabilidade de choque e coalescência entre elas, de acordo com Kunert. Portanto, quanto maior o volume da fase dispersa, menor será a estabilidade da emulsão.

Desestabilização de emulsões

A desestabilização das emulsões é indicada após a passagem do petróleo pelas colunas de produção, pois, antes, causaria corrosão e danos à tubulação como já foi falado. Isso porque a água produzida junto com o óleo não tem valor econômico, então é recomendável separá-la do meio oleoso (ANDRADE, 2009).

Os mecanismos de desestabilização das emulsões consistem naqueles que quebram efetivamente as emulsões e são classificados cronologicamente nas seguintes etapas: floculação, coalescência e sedimentação.

A floculação nada mais é que a aproximação das gotas, formando agregados que vêm a facilitar a coalescência. A coalescência, por sua vez, consiste na quebra do filme interfacial e junção das gotículas em gotas maiores e mais pesadas, favorecendo a decantação. Esta última caracteriza-se pelo acúmulo dessas gotas maiores e separação das fases por ação do campo gravitacional.

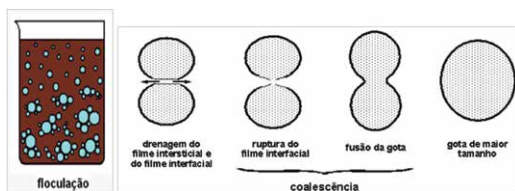


Figura 6 - Mecanismo de floculação e de coalescência
Fonte: Kunert, 2007

A fim de quebrar as emulsões de petróleo do tipo A/O, pode-se empregar diferentes métodos para tal. Serão representados, a seguir, alguns deles.

• Adição de desemulsificante

As gotas possuem, em sua superfície, emulsificantes naturais, os quais as mantêm estáveis. O desemulsificante irá, portanto, deslocar este emulsificante natural da superfície das gotas, permitindo a coalescência destas, conforme ilustrado na Figura 7.

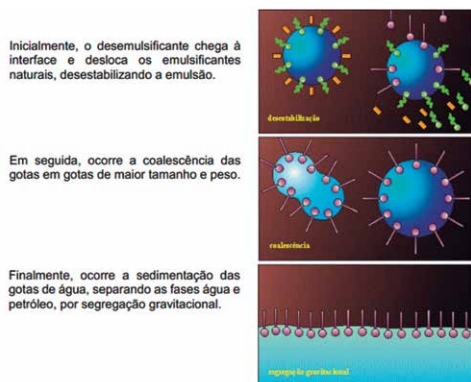


Figura 7 - Esquema da quebra da emulsão pela ação de desemulsificante
Fonte: Kunert, 2007

• Aquecimento

Ao se aquecer a emulsão, automaticamente se diminui a viscosidade do sistema, o que se faz fundamental para que ocorra o aumento da velocidade de sedimentação das gotas. O aquecimento aumenta a taxa de colisão entre as gotas, a difusibilidade do desemulsificante no meio, a taxa de colisão entre as gotas e diminui a rigidez do filme interfacial, facilitando, assim, a ruptura do filme e a coalescência das gotas.

• Aumento do teor de água

Conforme se aumenta o teor de água na emulsão, aumenta-se o número de gotas da mesma e o tamanho destas. Com o aumento do número de gotas, ocorre um aumento da instabilidade do sistema, pois a probabilidade de colisão entre as gotas é consideravelmente aumentada. E isto, logicamente, é essencial à ocorrência do processo de coalescência.

• Uso de campo elétrico

Ao se expor uma gota de água a um campo elétrico de natureza intensa, forma-se um dipolo induzido. A polarização da gota ocasiona seu alongamento em encontro ao campo elétrico.

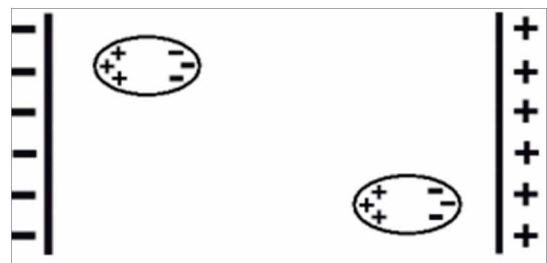


Figura 8 - Formação de um dipolo induzido
Fonte: Kunert, 2007

Ao ocorrer a proximidade de um grande número de gotas, estas se alinham em direção ao campo elétrico e ocorre a formação de dipolos induzidos de sentidos opostos que se atraem. Isso resulta na elevação das taxas de coalescência e colisão entre as gotas.

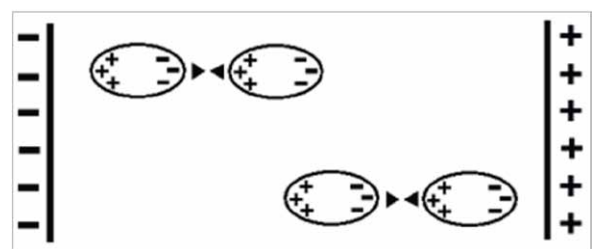


Figura 9 - Atração elétrica entre as gotas de água
Fonte: Kunert, 2007

- *Uso de campo centrífugo*

A centrifugação é um processo de separação em que uma amostra fluida é submetida a um aparelho centrifugado a fim de se promover a separação dos componentes via **sedimentação** dos líquidos **imiscíveis** de diferentes **densidades**. Sendo assim, este método permite separar grande parte da água do petróleo.

- *Tratadores eletrostáticos*

“Há, basicamente, dois tipos de tratadores eletrostáticos utilizados na indústria do petróleo. O de baixa velocidade, usado pelo E&P em que a emulsão é introduzida no vaso em escoamento laminar e o de alta velocidade, utilizado nas refinarias, em que a carga é alimentada em regime turbulento” (KUNERT, 2007).

- *Separador Tubular*

Este separador utiliza mecanismo de separação gravitacional para promover a separação da água do petróleo. No interior do equipamento, em formato de tubulação, a espessura da camada de óleo é mantida pequena para que haja rápida sedimentação das gotas de água.

- *Separador ciclônico*

Por meio de força centrífuga, obtida através da transformação da energia de pressão da carga alimentadora, este método permite a separação de fluidos de diferentes densidades.

“A entrada de fluido no interior de um ciclone é realizada tangencialmente, o que faz com que os fluidos girem dentro do ciclone. Em seguida, o líquido passa através de uma seção cônica, onde a redução do diâmetro promove a aceleração da velocidade, que gera, assim, forças centrífugas mais fortes. As forças centrífugas geradas fazem com que o fluido mais denso seja projetado para as paredes do equipamento e o fluido menos denso seja empurrado para o centro”.

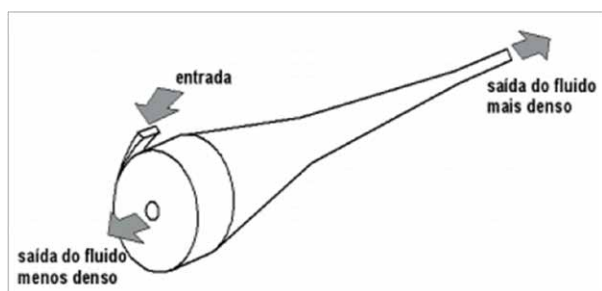


Figura 10 - Movimento circular no interior do ciclone
Fonte: Kunert, 2007

Considerações finais

Grande parte das vezes, a produção de petróleo é acompanhada pela produção de água. Estes fluidos chegam à superfície por meio da coluna de produção que apresenta válvulas, conexões e acessórios. Este percurso, somado às condições severas de temperatura e pressão que os fluidos são submetidos, promove uma mistura intensa de água livre com óleo e contaminantes, resultando no aparecimento das emulsões. A água emulsionada possui uma grande estabilidade em petróleo, sendo este um dos maiores problemas da separação primária.

A etapa de separação de água é uma das etapas mais importantes do processamento primário, visto que esse fluido apresenta diversos aspectos negativos, como: ocorrência de corrosão, formação de hidratos e aumento da viscosidade do óleo, o que dificulta o escoamento entre outros.

As operações de quebra ou desestabilização dessas emulsões, como as apresentadas no presente artigo, são de suma importância desde o processamento primário até o transporte aos terminais e refino, até que o óleo possa ser enquadrado nos requisitos de qualidade para exportação e consumo.

Referências

- ANDRADE, G. H. *Estudo da Espectroscopia na Região do Infravermelho Médio e Próximo para Previsão das Propriedades do Petróleo e Emulsão de Petróleo do Tipo Água em Óleo*. 2009. 125f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- IIDA, P. H. *Estudo de formação de emulsões de petróleo na água do mar*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/capitalhumano/arquivos/prh24/patricia-iida_prh24_ufpr_g.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2014.
- KUNERT, R. et al. *Processamento Primário de Petróleo*. Disponível em: <<http://engenhariaquimica.files.wordpress.com/2010/04/apostila-ppp.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2014.
- SILVA, E. B. *Quebra de Emulsões de Petróleo via Micro-ondas: Estudo de Participação de Espécies Ácidas*. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracaju, 2010.