

1 Introdução

Durante a vida de um campo petrolífero, óleo e gás raramente são os únicos fluidos a serem produzidos: é comum a produção concomitante de água (tanto na fase líquida como na fase vapor) e contaminantes.

A água produzida pode ser oriunda de um aquífero adjacente às zonas produtoras nos reservatórios ou do método de recuperação secundária empregado, ou ainda, normalmente, uma combinação de ambos. O principal método de recuperação secundária empregado aos campos de óleo (e gás associado) pressupõe a manutenção da pressão dos reservatórios através da injeção de água. Com o passar dos anos, a água injetada passa a ser produzida juntamente com a água originalmente presente em zonas adjacentes aos reservatórios (água conata).

Em regra, a produção de água, em conjunto com o óleo, se dá de forma crescente e gradual, a menos nos casos onde a água forma um caminho preferencial nos reservatórios (*coning*) e sua produção cresce de forma rápida e indesejada.

A água produzida (fase líquida) pode estar presente na corrente sob duas formas: como água livre ou sob a forma de gotas dispersas no óleo. A forma de gotas dispersas dá origem às chamadas emulsões. Uma emulsão é formada quando um líquido se dispersa em outro em forma de gotículas, sendo eles imiscíveis entre si (Schramm, 1992).

Nos campos de petróleo as emulsões podem ser encontradas em quase todas as fases de produção: nos reservatórios, nos poços produtores, nas facilidades de produção, nos dutos de transporte, no processamento primário e no armazenamento (Kokal, 2002).

Emulsões de água em óleo apresentam viscosidades substancialmente maiores que as do óleo cru e tendem a exibir comportamento não-newtoniano, o que exige o superdimensionamento dos sistemas de coleta e escoamento do petróleo. Além disso, contém sais inorgânicos como cloretos, sulfatos e carbonatos, que causam a corrosão das instalações de produção, transporte e refino. Por fim, o processo de separação água/óleo dos sistemas emulsionados depende uma grande quantidade de energia e exige um elevado tempo de

residência nos separadores. Tudo isso, implica em gastos extras nas diversas fases de produção do petróleo, o que faz com que especial e crescente importância venha sendo dada ao estudo das emulsões.

Para a formação de uma emulsão, três requisitos são fundamentais: coexistência de dois líquidos imiscíveis, agitação suficiente para que um dos líquidos se disperse na forma dispersa de gotas e um agente emulsificante (surfactante) para estabilizar as gotas dispersas (Arnold e Smith, 1992; Franco ET AL., 1988; Silva, 2004).

Dos três requisitos, dois deles são quase intrínsecos ao processo produtivo e de difícil interferência, a saber: a coexistência de dois líquidos imiscíveis e a presença de agentes emulsificantes. Conforme já citado, água e óleo são comumente produzidos em conjunto (dois líquidos imiscíveis). Quanto à presença de emulsificantes, o petróleo contém surfactantes naturais, que geralmente correspondem aos componentes de alto ponto de ebulição e alta massa molecular, tais como os asfaltenos, as resinas, bases e ácidos orgânicos, ácidos naftênicos, carboxílicos, compostos de enxofre e fenóis.

Ainda que o requisito de agitação dos fluidos também seja intrínseco ao processo produtivo, esse é um parâmetro que pode ser previsto e sobre o qual é possível se interferir. Este estudo se propõe a investigar a relação entre a taxa de cisalhamento aplicada a uma mistura de fluidos e o grau de emulsificação resultante em um dos equipamentos que pode ser usado no processo de produção de petróleo, a bomba centrífuga submersa.

O sistema de Bombeio Centrifugo Submerso (BCS) é um dos métodos utilizados na indústria para a elevação de petróleo para campos localizados tanto em terra como em mar. Consiste, basicamente, em uma bomba centrífuga de múltiplos estágios, acionada por um motor elétrico, que transmite energia aos fluidos sob forma de pressão. Este conjunto motor-bomba encontra-se instalado na extremidade da coluna de produção e, por este motivo, tem sua forma adaptada para operação no interior do poço. Mesmo sendo o método de elevação artificial mais apropriado para a produção de petróleo quando há elevada produção de água, a eficiência da bomba é bastante reduzida ao manusear de misturas de água e óleo e/ou pela formação de emulsões.

Foi proposto um estudo inicial, no qual se buscou reproduzir o cisalhamento aos quais os fluidos estão expostos durante a passagem por um estágio de uma Bomba Centrífuga Submersa, sabidamente, um importante meio pelo qual as emulsões são formadas devido à elevada agitação imposta sobre os fluidos.

Neste estudo, o experimento foi conduzido com a utilização de um aparato experimental composto por dois discos, um giratório e um fixo. Por simplificação, não foram consideradas as aletas presentes na bomba. Ao escoar através do dispositivo, a mistura de fluidos sofre deformação cisalhante e extensional e seu grau de emulsificação é medido a montante e a jusante do dispositivo.

O grau de emulsificação da mistura de fluidos, isto é, tamanho médio e distribuição dos diâmetros de gotas, foi determinado com auxílio de um equipamento que utiliza difração ótica para a determinação da distribuição dos tamanhos de gotas.

Buscou-se variar a vazão do escoamento e a taxa de cisalhamento aplicada, através do espaçamento entre os discos e da rotação do dispositivo.

O presente trabalho compõe-se de cinco capítulos, conforme descritos a seguir:

Capítulo 1: a introdução ao trabalho, apresentando a motivação e os objetivos da pesquisa.

Capítulo 2: revisão bibliográfica sobre emulsões de água em óleo e óleo em água e o processo mecânico de emulsificação.

Capítulo 3: descrição do experimento e do procedimento experimental adotado.

Capítulo 4: apresentação dos resultados experimentais obtidos.

Capítulo 5: conclusões da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.