

# 1

## Introdução

A crescente demanda de energia mundial contrasta com a depleção das grandes reservas de óleo e gás, fazendo com que seja extremamente importante o desenvolvimento de novas tecnologias para aumentar a eficiência de recuperação de óleo das reservas já conhecidas.

O método de recuperação secundária mais utilizado para a produção de óleo é a injeção de água, por se tratar do método mais econômico que permite a manutenção da pressão do reservatório através do preenchimento do espaço poroso deixado pelos fluidos produzidos. Entretanto a produção adicional de óleo através da injeção de água é limitada, ocorrendo a chegada precoce da água no poço produtor devido à formação de canais preferenciais de fluxo no meio poroso. O desempenho limitado do método está relacionado com a desfavorável razão de mobilidades entre o fluido deslocante e o deslocado, as elevadas tensões interfaciais entre o fluido injetado (água) e o óleo e a heterogeneidade do reservatório, fatores que favorecem a formação dos caminhos preferenciais.

Para minimizar os problemas da recuperação secundária surgem os métodos de recuperação avançada, entre eles a injeção de emulsões. Pesquisas recentes [7, 9–12] indicam que a injeção de emulsões pode ser utilizada como agente de controle de mobilidade, reduzindo as zonas de alta permeabilidade e permitindo um deslocamento mais uniforme do fluido no reservatório, aumentando assim a eficiência de deslocamento de óleo.

### 1.1

#### Motivação

Há algum tempo que as novas descobertas de reservas mundiais de petróleo não acompanham o crescimento do seu consumo, ou seja, a produção anual é maior do que o volume de novas descobertas. Segundo o relatório anual estatístico de 2011 elaborado pela empresa BP [13], o consumo mundial de óleo teve um aumento de 13% nos últimos 10 anos (passou de 77,3 milhões em 2001 para 87,4 milhões de barris diários em 2010) ao passo que o de gás teve um aumento de 29% no mesmo período (passou de 2.455 bilhões em 2001 para 3.169 bilhões de  $m^3$  diários em 2010), conforme apresentado nas figuras 1.1 e 1.2. Enquanto isso o valor da razão reserva sobre a produção teve um pequeno aumento para o óleo, resultado das recentes descobertas da América do Sul, e uma queda no caso do gás, se mantendo relativamente estável.

Conforme as previsões do relatório anual de 2011 da Administração

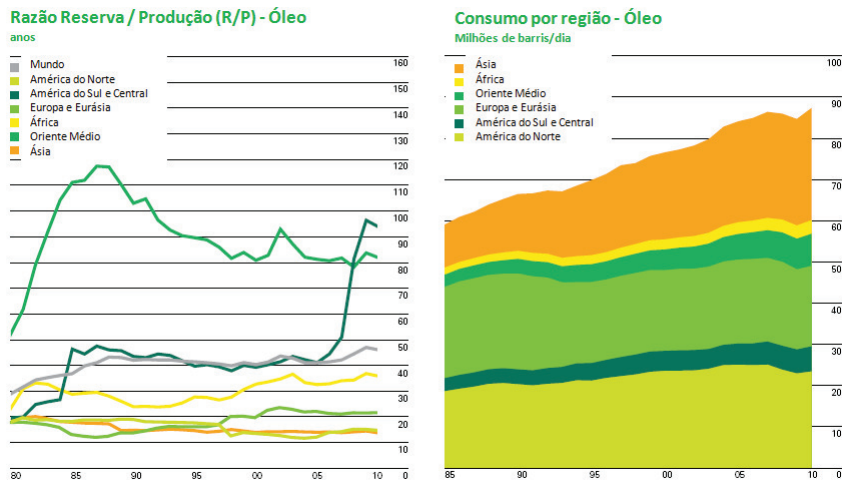


Figura 1.1: Consumo por região e R/P de óleo (Fonte: Anuário Estatístico BP/2011).

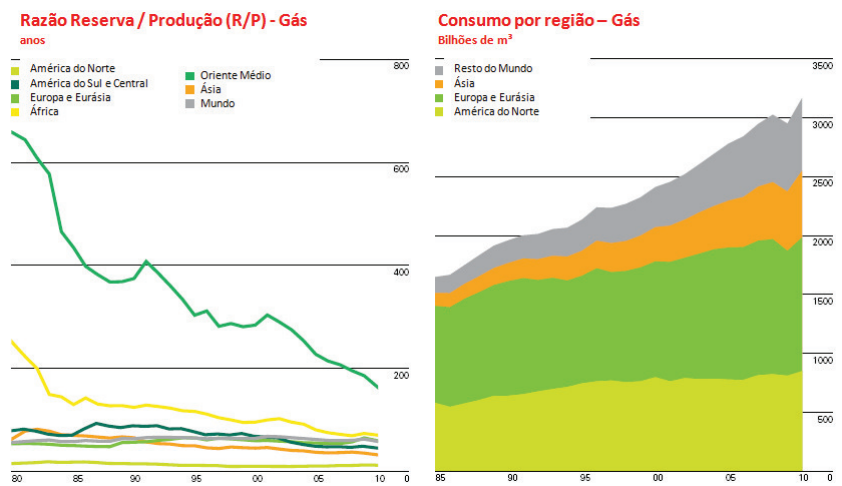


Figura 1.2: Consumo por região e R/P de gás (Fonte: Anuário Estatístico BP/2011).

de Informação Energética dos Estados Unidos [14], a relação entre oferta e demanda de óleo manterá os preços de petróleo em alta. A Figura 1.3 apresenta projeções do preço do barril de petróleo para diferentes cenários.

Esse cenário é propício para que o avanço tecnológico no processo de recuperação do petróleo não convencional seja o principal caminho na ampliação da oferta potencial, motivando a pesquisa de métodos que incrementem a eficiência de recuperação do óleo.

Dentre os diferentes métodos de recuperação avançada, pode-se citar a injeção de macro-emulsões. A macro-emulsão pode ser utilizada como agente de bloqueio seletivo do reservatório, controlando a mobilidade local e melhorando a eficiência de deslocamento do óleo. Apesar de não ser uma tecnologia

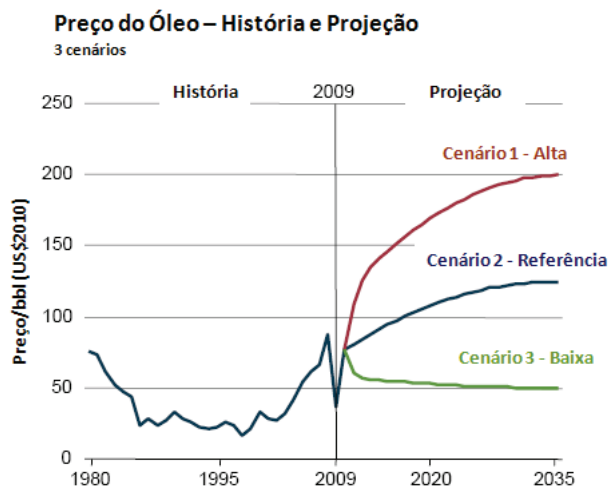


Figura 1.3: Histórico e projeção de preços do petróleo (Fonte: EIA - International Energy Outlook 2011).

amplamente conhecida, já foi utilizada com relativo sucesso em estudos de laboratório [7, 9–12, 15] e em teste de campo [16].

## 1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é estudar o processo de injeção alternada água-emulsão-água (A/E/A) para produção de óleo mediante o uso de simulador numérico, modelando os mecanismos de controle de mobilidade e eficiência de deslocamento observados no escoamento de emulsões através de mudanças apropriadas nas curvas de permeabilidade relativa.

Os casos estudados comparam os resultados da injeção contínua de água com a injeção alternada A/E/A em diferentes condições de operação, objetivando verificar como a alteração dos parâmetros (volume poroso injetado, tempo de início de injeção, curvas de  $k_r$  e heterogeneidade do meio poroso) influencia a produção de petróleo.

## 1.3 Roteiro

O trabalho está dividido em 6 capítulos, no capítulo 1, apresenta-se a introdução, motivação e objetivos da pesquisa. O capítulo 2 descreve os processos de recuperação de petróleo, alguns conceitos fundamentais que serão utilizados ao longo do desenvolvimento do trabalho e um resumo dos fenômenos observados no escoamento de emulsões através de meios porosos. O capítulo 3 apresenta as equações que governam o escoamento dos fluidos, o modelo escolhido para descrever as curvas de permeabilidades relativas dos fluidos

(Modelo de Corey) e o escoamento de emulsões em meios porosos. O capítulo 4 apresenta o simulador numérico, o modelo utilizado e os casos simulados. Os resultados numéricos obtidos são apresentados e discutidos no capítulo 5. Por fim o capítulo 6 apresenta as conclusões e comentários finais do trabalho.