

1 Introdução

O crescimento econômico mundial requer também um crescimento do consumo energético. Desta forma, novos investimentos em tecnologias nas diversas fontes energéticas são necessários para suprir esta demanda. Fontes de energia alternativas, como solar, eólica, de biomassa, nuclear, entre outras, desempenham um papel cada vez mais importante na diversificação da matriz energética em nível mundial. Pesquisas e estudos são realizados tanto por instituições de ensino como pela indústria e, muitas vezes, de forma conjunta, com o objetivo de melhorar a eficiência de tecnologias já existentes.

As fontes de energia fóssil, a base da matriz energética mundial, são responsáveis por grande parte do investimento e continuam sendo de grande importância para o crescimento mundial. Elas representam, de acordo com o BEN 2010 (Balanço Energético Nacional 2010 – ano base 2009), um pouco mais de 80% da oferta de energia mundial. Somente o petróleo e o gás natural equivalem a mais de 50% da oferta mundial e aproximadamente 50% da energia primária produzida no Brasil, como pode ser visto na Figura 1 e na Figura 2, respectivamente.

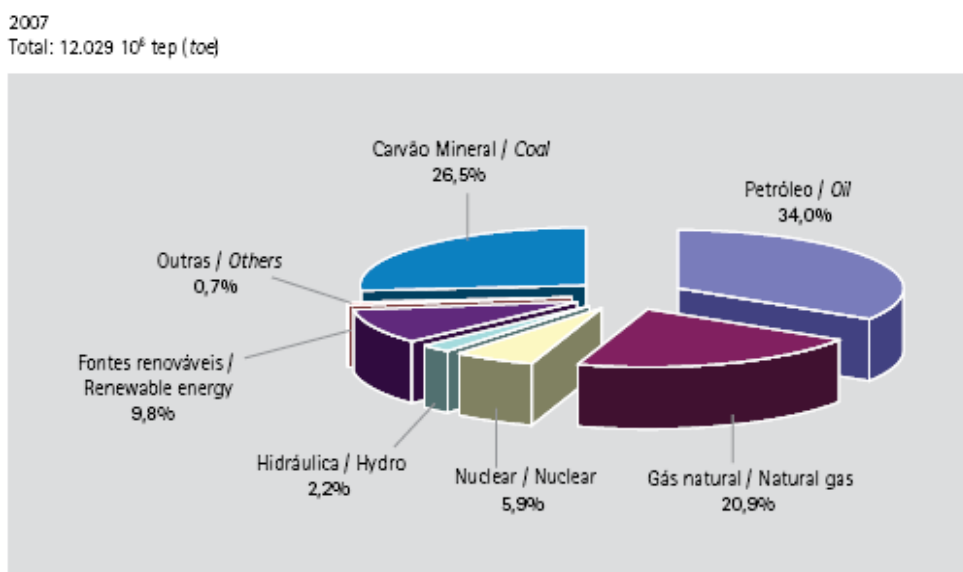


Figura 1 Oferta de energia no mundo em 2007 (Empresa de Pesquisa Energética e Ministério de Minas e Energia, 2010)

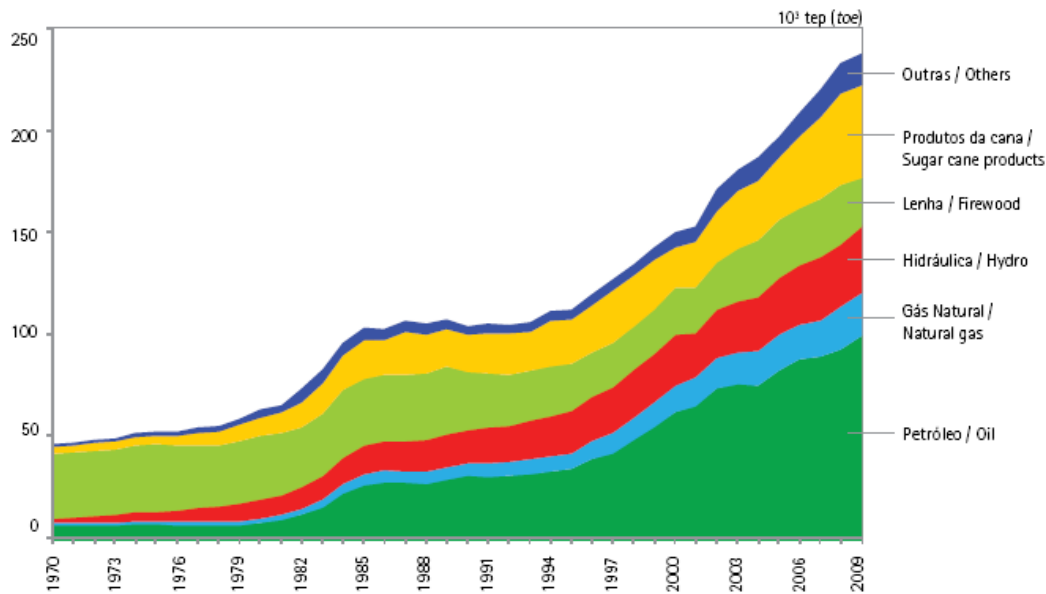


Figura 2 Crescimento da produção de energia primária no Brasil (Empresa de Pesquisa Energética e Ministério de Minas e Energia, 2010)

O petróleo, desde a segunda metade do século XIX, é de grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico mundial. Sua primeira grande utilidade foi através do querosene, que passou a ser amplamente utilizado como fluido iluminante no lugar do óleo de baleia, muito usado até então. Este foi o grande estímulo para os primeiros investimentos no petróleo, os primeiros poços e a busca por novas reservas.

Já na década de 1890, o petróleo passou a ter um novo fim: combustível. Mais tarde, a I Guerra Mundial ajudou a difundir seu uso em navios de guerra, muito mais eficientes e potentes do que os que usavam carvão como combustível. Desde esta época, o controle do mercado de petróleo já representava o domínio naval e, conseqüentemente, político. Neste contexto, os britânicos exerciam grande influência mundial com sua armada e também com suas empresas petrolíferas, entre elas a Shell (anglo-holandesa) e Anglo-Persian (atual BP). Os automóveis, uma “febre” na sociedade norte americana, também ajudaram a difundir o comércio do petróleo como combustível e passaram a demandar uma quantidade cada vez maior de gasolina. Os Estados Unidos, através, principalmente, das empresas pertencentes a Standard Oil Company (Exxon, Chevron, entre outras), foram capazes também de controlar grande parte das reservas mundiais.

Desta forma, cada vez mais novos investimentos eram realizados na busca por petróleo. Novas reservas eram necessárias para garantir a crescente

demanda por óleo. Desde o começo do século XX, este bem sempre teve uma grande importância no aspecto político, econômico e social.

A produção líquida mundial de petróleo cresceu dos 10 milhões de barris por dia no final da década de 40 para aproximadamente 90 milhões de barris por dia em 2007 (Yergin, 2010). A Figura 3 mostra o crescimento das reservas provadas de petróleo entre 2001 e 2010 no mundo. Isto demonstra o grande crescimento de demanda e reservas ao longo dos anos e conseqüentemente, o investimento crescente.

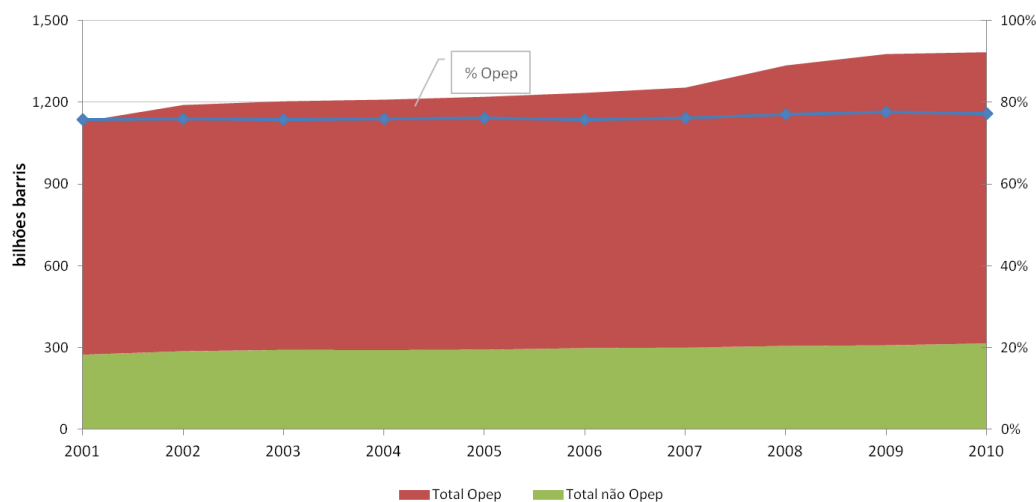


Figura 3 Evolução das reservas provadas de petróleo – 2001-2010 (ANP, 2011)

No Brasil, o crescimento da importância do petróleo também pode ser comprovado por mais números. De acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), a produção brasileira de petróleo bateu o recorde de produção por três meses seguidos, desde Novembro de 2011 até Janeiro de 2012, sendo o último de 2.231.000 barris por dia. Este valor representa um aumento de 5,1% em relação a produção no mesmo período em 2011. Já em relação ao gás natural, sua produção no mesmo mês foi a segunda maior já registrada no Brasil, aproximadamente 71,1 milhões de metros cúbicos por dia (ANP, 2011).

A Figura 4 mostra o crescimento da produção total de petróleo no Brasil por ano. Percebe-se que, com exceção do ano de 2004 que houve uma redução na produção, a produção brasileira de petróleo é crescente nesta última década. Neste período, ela cresceu um pouco mais de 60%. Para que isso fosse viável,

muitos investimentos foram realizados em novas tecnologias, principalmente na área de exploração e produção.

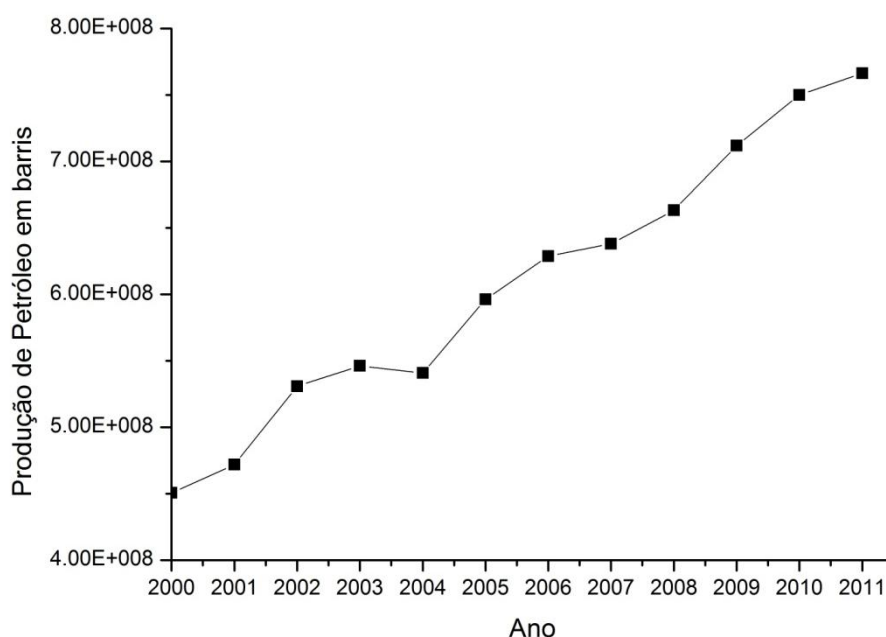


Figura 4 Crescimento da produção de petróleo no Brasil nos últimos 11 anos (Fonte: ANP)

Estes dados indicam a importância do petróleo e seus derivados para a economia brasileira e mundial e, sabendo que é uma fonte não renovável, muitos estudos sobre como melhorar a eficiência de equipamentos que utilizam o petróleo como combustível são realizados.

Outro foco de estudos que são feitos pela indústria é como aumentar a recuperação de óleo. O fator de recuperação na produção primária é geralmente bem baixo, podendo ser inclusive nulo, ou seja, muito mais que a metade do óleo não é recuperado (Rosa, Carvalho, & Xavier, 2006). Desta forma, novos métodos de recuperação de óleo vêm sendo estudados de forma a maximizar a produção de petróleo.

Neste meio, uma área importante de estudo é a engenharia de reservatórios, que é a responsável por estudar o escoamento dos fluidos (água, óleo e gás) do interior do reservatório de petróleo. Seu grande objetivo é maximizar a produção de óleo e gás, ou seja, obter uma forma economicamente viável de alcançar um maior fator de recuperação de um campo de petróleo. São focos da engenharia de reservatórios os seguintes estudos: a caracterização da

jazida, as propriedades da rocha e dos fluidos além das leis físicas que governam o movimento dos fluidos nos poros da rocha (Thomas, et al., 2004).

1.1. Escopo

O objetivo desta dissertação foi realizar um estudo aprofundado em engenharia de reservatórios com o foco na recuperação avançada de petróleo. Uma série de procedimentos experimentais foi realizada a fim de mostrar que a injeção de emulsões de óleo em água em reservatórios de petróleo possui a capacidade de proporcionar um incremento na produção de petróleo, sendo tecnicamente viável seu uso para maximizar a produção de petróleo. Foram realizadas algumas simulações com os resultados obtidos na análise experimental. Este trabalho, juntamente com outros realizados pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), irá contribuir no entendimento do comportamento do escoamento de emulsões em um meio poroso e sua eficácia como um método de recuperação avançada de petróleo.

Este trabalho está dividido em 6 capítulos. No primeiro, houve uma breve introdução do tema. No capítulo 2, uma revisão bibliográfica aprofundada é realizada de forma a formalizar o leitor no tema de pesquisa, além de apresentar os objetivos do trabalho de forma mais detalhada. Em seguida, o capítulo 3 apresenta a bancada e o procedimento experimental. O capítulo 4 apresentará ao leitor os resultados obtidos da análise experimental com uma pequena discussão. Já no capítulo 5, será verificado numericamente o efeito da presença de emulsão na recuperação de óleo com alguns dos resultados obtidos experimentalmente. Por fim, o capítulo 6 se destina às conclusões e aos comentários finais do trabalho.