

# 1 Introdução

A estimativa das reservas de óleo e gás é um dos principais processos para uma empresa que atua no setor petrolífero. Contudo, este processo é complexo principalmente por apresentar um alto grau de incerteza na estimativa e projeção das variáveis presentes na avaliação econômica da produção. Por isso, a indústria de petróleo esforça-se há décadas para criar um padrão internacional para classificar e estimar as reservas.

Organizações internacionais como a *Society of Petroleum Engineers* (SPE), *American Association of Petroleum Geologists* (AAPG), *World Petroleum Council* (WPC) e *Society of Petroleum Evaluation Engineers* (SPEE) publicaram ao longo dos últimos anos guias e orientações sobre o tema. O esforço em conjunto destas organizações resultou na elaboração de um guia único com diretrizes para a classificação e avaliação de reservas e recursos de petróleo. Em 2007, este guia foi divulgado e é conhecido na indústria como *Petroleum Resources Management System* (SPE-PRMS).

O SPE-PRMS (2007) não apresenta regras e sim orientações para estimação das reservas. Assim, as empresas podem empregar diferentes metodologias para estimar as reservas de óleo e gás dentro das premissas apresentadas neste documento. De uma forma geral, estas metodologias podem ser classificadas em determinísticas ou probabilísticas.

Nos últimos anos, observa-se um esforço da indústria para considerar e quantificar as incertezas na previsão de produção de óleo e gás. Abordagens probabilísticas para avaliação das variáveis econômicas presentes no processo de estimativa de reservas como preços, investimentos e custos operacionais também são temas recorrentes na indústria. Contudo, como mostram Finch et al. (2002), nenhuma companhia se utiliza integralmente de uma abordagem probabilística. A avaliação econômica da produção e, portanto, a estimativa das reservas, continua sendo feita primordialmente por métodos determinísticos.

Nota-se também um empenho da indústria em modelar a dependência entre as diferentes variáveis presentes na estimativa de reservas. Mas, segundo Accioly (2005), estudos que analisam a dependência entre as variáveis no desenvolvimento de modelos de análise de risco ocorrem principalmente nos meios financeiros. Assim, a avaliação das reservas ainda carece de um aperfeiçoamento na consideração da dependência de variáveis presentes neste processo.

Dentre as variáveis presentes na avaliação das reservas, o custo operacional aparece como uma importante variável para determinar o limite econômico da produção de um campo de petróleo. Isto ocorre porque, de uma forma geral, no final da vida de um campo as receitas são reduzidas em função do declínio de produção e os custos operacionais tornam-se predominantes. Portanto, esta variável é crucial na estimativa das reservas de óleo e gás.

Segundo Bradley e Wood (1993), o fator exógeno que mais influencia o comportamento dos custos operacionais é o preço do óleo. Desta forma, modelar a dependência entre o preço e o custo é fundamental no processo de estimativa de reservas.

Assim, esta dissertação apresenta um aprimoramento para a avaliação probabilística das reservas que leva em consideração a relação de dependência entre o custo operacional e o preço do óleo que representam variáveis-chave para a estimativa das reservas.

## **1.1**

### **Objetivos da Pesquisa**

#### **1.1.1**

##### **Objetivo Geral**

O principal objetivo desta pesquisa é desenvolver uma metodologia probabilística para estimar as reservas de óleo e gás que leve em consideração o efeito da variação do preço do óleo no comportamento de longo prazo dos custos operacionais.

### 1.1.2

#### Objetivos Específicos

- Avaliar a relação de dependência entre o preço do óleo e os custos operacionais;
- Desenvolver um protótipo informático que implemente a metodologia desenvolvida;
- Desenvolver um estudo de caso para estimar as reservas de um campo de petróleo, empregando a metodologia proposta e testando o protótipo criado;
- Avaliar a sensibilidade do volume de reserva quanto à consideração do efeito do preço nos custos operacionais.

### 1.1.3

#### Motivação

Na indústria do petróleo observa-se um interesse crescente na utilização de métodos probabilísticos para avaliar e quantificar as incertezas, seja nas atividades exploratórias, seja no desenvolvimento e gerenciamento da produção. Isto ocorre pelo fato de que a atividade de Exploração e Produção (E&P) de petróleo envolve um alto grau de risco e elevada incerteza. Assim, a quantificação destes riscos e incertezas pode auxiliar as tomadas de decisão e o gerenciamento eficiente dos recursos.

Na área de produção, a previsão do volume de óleo e gás que será produzido vem passando por uma transformação, caminhando do processo puramente determinístico para uma abordagem probabilística. Esta previsão de produção é um dos principais insumos para o processo de estimar as reservas.

Contudo, a estimativa de reservas requer não só a previsão de produção dos fluidos, como também a projeção de variáveis econômicas como preço, investimento e custo operacional. Assim, para que o processo de estimativa de reservas também siga uma abordagem probabilística, é necessário o desenvolvimento de uma metodologia que leve em consideração as incertezas das variáveis presentes neste processo.

Desta forma, a motivação desta pesquisa inicia-se na necessidade de preencher uma lacuna na indústria do petróleo no que diz respeito à criação de uma metodologia probabilística para avaliação econômica da produção e, portanto, para estimativa das reservas.

Outro fator de destaque que motiva a elaboração desta pesquisa é a recente alteração das regras de divulgação das reservas da *Securities and Exchange Commission* (SEC, 2009), órgão americano que regula o mercado de títulos e valores mobiliários. No ano de 2010, a SEC passou a aceitar métodos probabilísticos para a avaliação de reservas. Esta recente modificação das regras mostra que a indústria está passando por uma transformação e que métodos mais sofisticados para estimativa de reservas podem ser desenvolvidos e utilizados pelas empresas que atuam no setor.

Por fim, este estudo também sugere que seja considerada a dependência entre duas variáveis na avaliação econômica da produção: o preço do óleo e o custo operacional futuros. A motivação para tal consideração se dá pelo fato de que ao estimar as reservas, a companhia deve preocupar-se em tentar prever o que de fato acontecerá na realidade com todas as variáveis presentes no modelo. Caso não seja considerada a dependência entre as variáveis, previsões inverossímeis podem ser geradas. Desta a forma, a empresa reportaria um volume de reservas que pode não representar o que a mesma de fato poderia produzir.

## 1.2

### **Encaminhamento da Pesquisa**

Esta pesquisa possui, além deste capítulo introdutório, mais seis capítulos descritos a seguir.

No Capítulo 2 será feita uma revisão bibliográfica mostrando os principais conceitos e metodologias de estimativa e classificação de reservas. Este capítulo também apresentará o estado da arte da avaliação econômica das reservas de óleo e gás.

O Capítulo 3 apresentará a metodologia de avaliação da relação entre o preço do óleo e o custo operacional. Já o Capítulo 4 mostrará os resultados da aplicação desta metodologia às séries históricas destas duas variáveis.

No Capítulo 5 serão detalhadas as etapas da metodologia probabilística de estimativa de reservas que leva em consideração o efeito da variação do preço do óleo no comportamento de longo prazo dos custos operacionais.

O Capítulo 6 apresentará um estudo de caso com dados reais de um campo de petróleo. Este capítulo ilustrará a metodologia proposta e analisará os resultados obtidos.

Por fim, no Capítulo 7 as principais conclusões obtidas serão expostas. Além disso, serão sugeridos aprimoramentos para trabalhos futuros sobre o tema.