

## Introdução

A indústria do petróleo é uma das mais importantes e dinâmicas do Brasil. Torres Filho (2004) destaca o aumento da participação do setor petróleo no PIB brasileiro, que passou de 2,5 % em 1996 para 9,8 % em 2007. Já os investimentos previstos para o período 2007 a 2010 correspondem a 48% do total que será investido por todas as indústrias no Brasil. Ressalta-se ainda a recente descoberta do mega-campo de Tupi, que deverá colocar o Brasil entre as dez maiores reservas de petróleo do mundo e grande exportador na próxima década.

A cadeia de petróleo brasileira é verticalmente integrada e engloba desde a exploração de petróleo até a distribuição dos derivados, passando por diversos processos de transformação presentes nas refinarias, além de uma extensa rede logística.

A indústria de petróleo está suscetível a diversas incertezas relacionadas à instabilidade econômica e a variabilidade de reservas e produção de petróleo. A consideração de incerteza é especialmente importante no planejamento de longo prazo, onde as decisões a serem tomadas envolvem altos investimentos em projetos sujeitos à viabilidade econômica, que depende de vários parâmetros aleatórios, como o preço de petróleo e derivados, oferta de óleo e demanda de produtos.

Em face destas oportunidades e desafios, é necessário um adequado planejamento estratégico da cadeia integrada de petróleo que contemple todos os seus processos, como a produção de petróleo, refino, distribuição e comercialização de derivados, além de uma considerável atenção as incertezas presentes no setor. Dentre os aspectos que devem ser levados em conta em um planejamento como este, destacam-se fatores como: capacidades produtivas, custos de produção, restrições operacionais, flutuações de preços de petróleos e derivados e variações de produção e demanda.

No entanto, realizar este planejamento é uma atividade extremamente difícil. Aspectos como horizontes de tempo, extensão do elenco de produtos, bem como restrições quanto à qualidade desses produtos, rendimentos específicos e diferentes modos de operação da planta são os principais responsáveis no que tange a sua complexidade. Além disso, existem diversas abordagens para incorporar e tratar incertezas, como programação estocástica e programação robusta, que devem ser analisadas pelo planejador de forma a escolher a técnica mais adequada à solução de seu problema e ao seu perfil de risco.

São destes fatos, portanto, que se vislumbra a possibilidade de utilização de uma ferramenta de apoio à decisão sob incerteza que possa auxiliar o estabelecimento de uma estratégia ótima de produção e distribuição e assim aumentar a competitividade da empresa. Para analisar as questões advindas da cadeia do petróleo brasileiro, foi desenvolvido um modelo estocástico para o planejamento estratégico desta indústria. O foco do modelo é no planejamento energético brasileiro, de forma integrada e consistente com o projeto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do país, garantindo o abastecimento nacional de derivados.

## 1.1

### **Objetivos da Pesquisa**

No intuito de auxiliar o planejamento estratégico da cadeia integrada de petróleo, foi desenvolvido no âmbito desta dissertação um modelo de programação estocástica em dois estágios com estrutura de recurso fixo. Este modelo é baseado na abordagem de análise de cenários e trata três fontes de incerteza: oferta de óleo bruto, demanda nacional por derivados e preços de mercado para derivados e petróleo. O uso deste sistema permite a realização de estudos sobre a cadeia integrada de petróleo, avaliando alternativas de projetos para expansão do parque de refino e da infra-estrutura logística.

O modelo de dois estágios desenvolvido visa maximizar o valor esperado do retorno obtido com as operações de produção de petróleo e derivados considerando investimentos em refino e transporte. No modelo de dois estágios,

as variáveis de primeiro estágio estão associadas à decisão de investimentos e devem ser definidas antes da realização das incertezas. As variáveis de segundo estágio, relacionadas à operação de refino e transporte, são utilizadas como medidas de correção contra qualquer inviabilidade que tenha surgido após a realização de incertezas.

Nesta dissertação foram formulados três modelos matemáticos: o modelo estocástico, o modelo robusto e o modelo MinMax. As abordagens robusta e MinMax serão utilizadas no sentido de comparar a performance e a qualidade da solução estocástica. Um estudo considerando dados reais sobre a cadeia de petróleo brasileira serviu como base para avaliar o desempenho dos modelos propostos na otimização de um problema de grande porte.

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um modelo de dois estágios utilizando programação estocástica para auxiliar no planejamento estratégico da cadeia integrada de petróleo nacional. Outras abordagens foram propostas para solução do problema estudado e serviram de parâmetro de comparação.

## 1.2

### **Estrutura do trabalho**

A presente dissertação está organizada em 8 capítulos, incluindo este introdutório.

O Capítulo 2 contextualiza o leitor com relação à situação atual da indústria de petróleo no Brasil e passa noções importantes sobre a organização da cadeia integrada de petróleo nacional. Ainda no Capítulo 2 são apresentadas diversas aplicações de programação matemática no setor de petróleo.

O Capítulo 3 tem como principal objetivo apresentar os conceitos de otimização sob incerteza envolvidos com o tema da dissertação, sob forma de uma revisão bibliográfica. Estes conceitos estão organizados em: programação estocástica e programação robusta. O capítulo é finalizado com a descrição de

problemas de otimização sob incerteza encontrados na literatura.

No Capítulo 4 os artigos apresentados nos Capítulos 2 e 3 são classificados segundo sua aplicação, nível de decisão e técnica de solução. Com base nessa bibliografia é apontado o que já foi desenvolvido nesta área de otimização ligado a indústria de petróleo e as oportunidades para elaboração de novos trabalhos.

O Capítulo 5 tem como objetivo apresentar uma descrição conceitual dos modelos matemáticos propostos nesta dissertação. Em seguida, no Capítulo 6, é apresentada a formulação matemática dos modelos desenvolvidos.

O Capítulo 7 é introduzido com uma descrição do estudo de caso utilizando na avaliação dos modelos matemáticos. As seções seguintes do Capítulo 7 apresentam dados sobre o desempenho computacional dos modelos propostos e a análise dos resultados obtidos.

O Capítulo 8 finaliza o trabalho com as conclusões obtidas pela autora e suas sugestões para estudos futuros.