

1

Introdução

1.1

Motivação

As grandes empresas do setor petrolífero atuam, de forma integrada, em todos os segmentos da cadeia de suprimento do petróleo e derivados¹. Trata-se de uma questão estratégica na indústria do petróleo, em face da importância da integração entre os setores *upstream* (exploração e produção de petróleo e gás natural²) e *downstream* (refino, transporte e comercialização de petróleo e derivados).

Após a extração dos poços, o petróleo é transferido por oleodutos ou navios petroleiros, das plataformas marítimas até terminais marítimos. Quando a extração ocorre em terra, o petróleo é transportado por oleodutos ou por rodovia, até os terminais (terrestres ou aquaviários). Nos terminais, o petróleo (nacional ou importado) é armazenado até ser transportado para as refinarias ou outras unidades de produção, como matéria-prima para a produção de derivados, ou para outros terminais, ou para outros navios petroleiros, para exportação. Nas refinarias, os derivados são armazenados e subseqüentemente transferidos para o segmento de Distribuição, ou para terminais³, ou exportados. Das Bases de Distribuição, onde são armazenados, seguem para outras Bases de Distribuição (Secundárias), ou para o segmento da revenda ou vendidos aos consumidores⁴. Os derivados de petróleo comercializados devem atender determinados requisitos de qualidade, que variam para cada produto, conforme estabelece a legislação do petróleo através da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.

¹ A PETROBRAS atua em diversas áreas, entre elas as de abastecimento, exploração e produção, gás e energia, e negócios internacionais (site da PETROBRAS - Espaço Conhecer – 2008 http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads_mapa.html).

² Na PETROBRAS, o setor responsável pela pesquisa, localização, identificação, desenvolvimento, produção e incorporação de reservas de óleo e gás natural (site da PETROBRAS - Espaço Conhecer – 2008 http://www2.petrobras.com.br/portugues/ads/ads_mapa.html).

³ Terminais que recebem produtos importados podem também abastecer o segmento de Distribuição.

⁴ Em alguns casos, a refinaria envia produtos diretamente à instalação do consumidor.

Trata-se de uma complexa cadeia de suprimento, cujo desafio principal se traduz na entrega de produtos aos clientes e consumidores dentro dessas especificações de qualidade, atendendo um nível de serviço⁵ determinado (segundo um valor mínimo a ser atingido). Agregada a esse desafio, existe também a responsabilidade sócio-ambiental, meta estabelecida pelas próprias empresas petrolíferas como diferencial de competitividade de seus produtos e serviços, bem como pré-requisito de sustentabilidade empresarial. A gestão integrada da cadeia de suprimento é fundamental para o cumprimento deste desafio com a eficiência e a regularidade desejadas.

Dentro da estrutura organizacional de uma empresa petrolífera integrada, a área de Estudos Logísticos é responsável pela avaliação e elaboração de propostas de soluções logísticas para atender o nível de serviço estabelecido para a cadeia de suprimento. Tais estudos, de caráter estratégico, se propõem a verificar (aprovando ou não) possível ganho da cadeia de suprimento como um todo, resultante da implantação de ativos na cadeia logística⁶: terminais; bases de distribuição; linhas dutoviárias; ampliações do refino ou do parque de armazenamento já existente; etc⁷. Dentro do processo de gestão integrada da cadeia de suprimento, quando se trata de avaliar essa implantação de ativos, os estudos de impacto logístico e de localização vêm a seguir, fornecendo também, quando possível, uma estimativa primária de viabilidade econômica do projeto.

Uma vez sinalizada a atratividade desse projeto, e determinada a localização, segue-se a necessidade do dimensionamento dos ativos estudados (BALLOU, 1993, cap. 8, pág. 155-157). Nessa etapa do planejamento é fundamental o conhecimento mais detalhado dos processos que vão reger a operação do sistema logístico inerente aos ativos estudados.

Nesta dissertação será descrito o emprego da simulação como ferramenta de apoio à decisão na solução do problema de dimensionamento da capacidade de armazenamento de unidades logísticas (terminal ou base de distribuição), existentes ou projetadas, na cadeia de suprimento. A técnica conhecida como

⁵ Trata-se de um conceito fundamental, o qual será exposto adiante nesta dissertação.

⁶ O termo “cadeia logística” tem sido muito utilizado entre os profissionais da PETROBRAS, desde a criação da sua Área de Logística do ABASTECIMENTO (agosto de 1996), sendo gradualmente substituído pelo termo “cadeia de suprimento”.

⁷ Conforme BASTOS (2006, cap 2, seção 2.1, pág 14). Exemplos genéricos são citados também em LIMA *et al.* (2007).

projeto fatorial de experimentos será empregada na busca por uma solução de armazenagem aproximada de mínimo custo.

1.2

Objetivo

Dada uma unidade logística para armazenamento de produtos de petróleo (terminal ou base de distribuição), em projeto, ou já existente, a qual poderá operar recebimento, armazenamento e envio de produtos diferentes, de modo independente do recebimento, através de diversas modalidades de transporte (modais rodoviário; ferroviário; dutoviário; hidroviário ou marítimo), procura-se dimensionar a capacidade de armazenamento (tancagem) para cada um desses produtos, na área de abrangência dessa unidade logística. O presente trabalho terá como objetivo apresentar metodologia para utilização eficaz da técnica de **simulação**, aplicável às operações dessa unidade logística, seja na etapa de definição do escopo do problema de armazenamento no contexto da cadeia de suprimento, seja guiando o processo de modelagem do sistema, ou na interpretação adequada dos resultados da simulação, de natureza logística ou econômica, qualitativa e quantitativamente. Através da simulação, é possível avaliar o comportamento de variáveis operacionais (volumes, tempos de espera, tamanho das filas, etc) em função do arranjo e da quantidade de tanques do parque de armazenamento da unidade logística, e suas respectivas capacidades. A **análise de projetos fatoriais de experimentos**, por sua vez, será empregada para a busca de uma solução de armazenagem de menor custo (aproximada), a partir dos resultados da simulação. A principal contribuição da metodologia apresentada deverá se traduzir em agilidade na análise, e em bases consistentes, para a escolha ou avaliação das soluções de armazenagem, fornecendo assim, elementos importantes para tomada de decisão.

1.3

Estrutura do documento

No CAPÍTULO 2 é explicado o porquê do dimensionamento de ativos logísticos em estudo, quais as grandezas indicadas para dimensionamento de

unidades de armazenamento, qual a ferramenta mais apropriada, que resultados indicados pelo modelo de simulação merecem ser considerados na análise, e quais as ressalvas importantes e limitações na utilização dos recursos e das ferramentas de apoio.

No CAPÍTULO 3 é destacada a importância da base estatística na análise das soluções obtidas pela simulação. São abordadas questões estratégicas relativas ao tratamento de dados de entrada e à análise de indicadores de performance dos sistemas representados nos modelos de simulação, as estratégias de solução e recursos utilizados, bem como a forma de tratamento estatístico dos resultados.

No CAPÍTULO 4 é abordado todo o conjunto de informações necessárias para se poder modelar o problema de modo a obter uma simulação o mais próximo da operação do sistema real quanto desejável. Destaca-se a caracterização do tipo de problema de armazenamento em questão, e as etapas fundamentais na configuração do sistema, que incluem enquadramento dos produtos, locais de armazenamento, modais de transporte, elementos e regras, a demanda de produtos, e por fim, a definição dos indicadores relevantes operacionais e econômicos, e a interpretação dos resultados desses indicadores.

No CAPÍTULO 5, é ilustrada a aplicação da metodologia para busca de uma solução de armazenagem empregando a técnica de projeto fatorial de experimentos em estudos de caso, com base na redução do custo relevante total do sistema. Os estudos utilizam os resultados de modelos de simulação da armazenagem de sistemas de terminais e bases de distribuição, com enfoque nos indicadores relevantes, cujos fundamentos são expostos nesta dissertação.

No final deste documento há uma CONCLUSÃO, seguida do ANEXO I e dos APÊNDICES II a VI, que complementam o trabalho descrito.