

4

Modelos de Planejamento na Cadeia de Petróleo

Este capítulo tem como objetivo apresentar de forma resumida os modelos de planejamento relacionados à cadeia de petróleo presentes na literatura. As seções seguintes apresentarão algumas definições utilizadas para classificação dos modelos finalizando o capítulo com a estrutura completa utilizada para a classificação.

4.1

Níveis de Decisão

Segundo Gupta e Maranas (1999, 2003) e Shobrys e White (2000), modelos de planejamento podem ser classificados em três grupos distintos baseados no nível de decisão: estratégico, tático e operacional.

- **Estratégico:** modelos de planejamento a longo prazo que consideram, por exemplo, expansão de capacidade e decisões sobre investimentos. Seu objetivo é decidir sobre a localização de centros produtores e distribuidores, identificar momentos ótimos de investimentos e necessidade de expansão da cadeia produtiva em um longo horizonte de tempo (Gupta e Maranas, 1999, 2003). A definição de "longo prazo" varia de acordo com o tipo indústria. No caso das companhias de petróleo o planejamento a longo prazo pode variar de 5 a 15 anos ou mesmo mais. Sendo assim, as decisões tomadas podem afetar o acesso às matérias-primas, aos mercados consumidores e, obviamente, a capacidade de produção e distribuição (Shobrys e White, 2000).
- **Tático:** modelos de planejamento de médio prazo que executam a tarefa de definir metas de desempenho operacional, coordenar as atividades de venda e gerenciamento de materiais, produção e distribuição (Shobrys and White, 2000). Os modelos táticos consideram o gerenciamento de inventário ao longo do tempo e a limitação de vários recursos, no caso das refinarias uma

decisão desse tipo seria, por exemplo, a escolha de petróleos e o momento para comprá-los. Os modelos táticos também podem avaliar a presença de um ou múltiplos centros produtores na cadeia de suprimento, no caso dos parques de refino, também é possível definir um planejamento tático para cada refinaria a fim de coordenar as atividades das várias unidades de processo.

- Operacional: estes modelos são caracterizados por decisões de curto prazo. Eles programam a seqüência exata e o volume de cada material envolvido nas diversas operações considerando restrições de recurso, tempo e especificação, como, por exemplo, o limite do teor de enxofre do diesel produzido numa refinaria. No problema de refino as variáveis de decisão envolvem o momento para iniciar a operação, a duração e o volume a ser processado em cada unidade, considerando a demanda, possíveis desejos de manter grandes unidades operando continuamente e questões de contenção (Shobrys and White, 2000).

4.2

Áreas de Atuação Industrial

A indústria do petróleo está dividida em segmentos com características próprias, estruturas particulares e funções específicas, comentadas a seguir:

- Upstream: compreende as atividades de exploração, perfuração, produção e o transporte do óleo extraído para as refinarias, onde o mesmo será processado.
- Midstream: engloba o conjunto de operações através das quais as matérias-primas (diversos tipos de petróleo processado) são transformadas em produtos para comercialização (gasolina, diesel, GLP, querosene, entre outros). Consiste, basicamente, na atividade de refino.

- Downstream: ocupa-se das tarefas logísticas necessárias para transportar os produtos desde a refinaria até os pontos de consumo. Compreende as atividades de transporte, distribuição e comercialização.

4.3

Estrutura da Classificação

A tabela a seguir apresenta os trabalhos encontrados na literatura sobre o setor de petróleo.

Tabela 0.1: Tabela de classificação

	Aplicação			Nível de Decisão			Programação			LP	NLP	MILP	MINLP
	Up	Mid	Down	Estrat.	Tático	Oper.	Deter.	Estoc.	Fuzzy				
Sear (1993)			x		x		x			x			
Liu and Sahinidis (1996)		x			x			x	x			x	
Iyer et al. (1998)	x			x		x	x					x	
Moro et al. (1998)		x			x		x				x		
Escudero et al. (1999)		x	x			x		x		x			
Dempster et al. (2000)		x	x		x		x	x		x			
Pinto et al. (2000)		x				x	x						x
Van den Heever et al. (2000)	x			x			x						x
Hsieh and Chiang (2001)		x	x		x			x	x	x			
Göthe-Lundgren et al. (2002)		x			x		x					x	
Wenkai et al. (2002)	x					x	x				x	x	x
Cheng and Duran (2003)	x							x				x	
Jia and Ierapetritou (2003)		x	x			x	x					x	
Más and Pinto (2003)	x					x	x					x	
Jia and Ierapetritou (2004)		x	x			x	x					x	
Lababidi et al. (2004)		x	x		x		x	x				x	
Moro and Pinto (2004)	x					x	x					x	x
Neiro and Pinto (2004)		x				x	x						x
Rejowski and Pinto (2004)			x			x	x					x	
Li et al. (2004)		x			x			x				x	x
Neiro and Pinto (2005)		x						x					x
Khor et al. (2007)		x			x			x		x			
Micheletto et al. (2007)		x				x	x					x	
Al-Othman et al. (2008)	x	x	x		x			x				x	

Analisando a tabela fica clara a ênfase no desenvolvimento de modelos matemáticos voltados para o *midstream*. Sem dúvida os modelos de refino foram explorados com maior nível de detalhe do que as demais áreas de atuação da indústria de petróleo. Reforça-se aqui a ausência de trabalhos considerando o *upstream*, *midstream* e *downstream* de forma integrada, observa-se que apenas Al-Othman et al. (2008) propõem um modelo matemático para a cadeia integrada de petróleo. No entanto, como veremos nas conclusões desta seção, muitos são os aspectos que diferem o trabalho de Al-Othman et al. (2008) do proposto nesta dissertação.

Com relação ao nível de decisão, a maioria dos modelos matemáticos apresentados foca no nível tático ou operacional. Nenhum dos modelos matemáticos propostos se preocupa com decisões de investimentos em novas plantas de processamento de petróleo ou em adequação do parque de refino existente. Apenas em Iyer et al. (1998) e Van den Heever et al. (2000) são propostos modelos para planejamento de investimentos em exploração de petróleo (*upstream*).

Aplicações de programação estocástica podem ser encontradas em todas as áreas de atuação da indústria de petróleo. Como já foi descrito no capítulo anterior, a programação estocástica permite uma abordagem melhor das incertezas, e sendo o setor de petróleo suscetível a instabilidade de oferta de matéria prima, demanda de produtos finais e preços de mercado, é muito importante o uso da programação estocástica no desenvolvimento de modelos matemáticos para o planejamento na indústria de petróleo.

Conforme observado não existe na literatura nenhum trabalho voltado para o planejamento de investimentos em refino e infra-estrutura logística considerando desde os campos de petróleo até os centros de demanda de derivados. O trabalho de Al-Othman et al. (2008) é o que mais se aproxima desta idéia, mas não inclui em seu modelo a análise de investimentos, e considera uma rede logística simplificada quando comparada à realidade de terminais, bases primárias, bases secundárias e diversos modais de transporte. Além disso, a maioria dos artigos citados aqui trata a

refinaria como sendo formada por um único processo ou um conjunto de poucos processos.

A modelagem simplificada da refinaria não permite uma análise detalhada dos fluxos dentro da mesma e inviabiliza um planejamento de investimentos consistente, uma vez que para o planejamento é necessário diferenciar cada tipo de unidade de processo, pois o investimento em uma única unidade pode mudar significativamente o rendimento e a produção de uma refinaria. É neste contexto, e da necessidade de desenvolver um modelo matemático para o planejamento estratégico da cadeia integrada de petróleo (*upstream*, *midstream* e *downstream*), que surgiu o tema desta dissertação.