

6 Conclusão

Diante da expectativa do aumento do transporte marítimo de petróleo e derivados no Brasil para os próximos anos e da escassez de estudos aplicados com sucesso sobre SSD baseados em otimização para programação de navios, esta dissertação tem por objetivo propor um SSD que busca auxiliar na programação de navios da maior empresa de energia do Brasil. Este SSD visa a redução dos custos de transporte marítimo da empresa estudada respeitando as restrições comerciais e operacionais envolvidas na atividade. O SSD proposto foi desenvolvido à luz da literatura acadêmica, utilizando os trabalhos de Brown *et al.* (1987), Fagerholt (2004), Christiansen *et al.* (2004) e Christiansen *et al.* (2007) como espinha dorsal para o seu desenvolvimento. O SSD foi adaptado à realidade da atividade de programação de navios de longo curso de petróleo da empresa estudada.

Um protótipo do SSD foi desenvolvido utilizando os *softwares* Microsoft Excel® e AIMMS® e foi aplicado em um caso real de transporte na companhia durante os três primeiros meses de 2012. Os resultados desta aplicação mostraram que o SSD foi efetivo, atingindo o objetivo de reduzir custos operacionais em todas as doze instâncias avaliadas, mesmo após a validação e os ajustes efetuados pelos programadores, quando foram necessários. As principais conclusões que podem ser obtidas são que a quantidade de alternativas de programação avaliadas pela ferramenta é muitas vezes maior do que a capacidade de avaliação de um programador em tempo de programação. Isto permite ao modelo indicar programações com menores custos, menos contratação de navios *spot* e maior eficiência dos navios, reduzindo o tempo de sobrestadia dos mesmos. A validação das indicações do SSD pelos programadores é fundamental para garantir que algumas restrições particulares e não modeladas sejam atendidas na programação final. A associação dos resultados do SSD baseado em otimização à experiência dos programadores garantem reduções consideráveis no custo de transporte, levando a companhia a uma programação de navios mais eficiente. Finalmente, a indicação das melhores cargas a serem transportadas em navios *spot* auxilia na otimização da

contratação destes navios, tornando-se uma ferramenta muito interessante para a área de contratação de navios também.

Embora tenha se percebido na literatura acadêmica, principalmente a partir dos anos 90, o aumento do interesse no estudo do problema de programação de navios, a PETROBRAS nunca havia aplicado nenhum tipo de ferramenta baseada em otimização no âmbito da programação de navios com a realização de testes de um protótipo, conforme apresentado nesta dissertação. De forma geral, a aceitação do SSD pelos programadores foi boa, embora estes ainda tenham se apresentado céticos quanto às programações que iam de encontro a alguns hábitos de programação adquiridos com a experiência. A possibilidade de analisar todas as alternativas de programação, quanto ao seu custo, em um curto período de tempo e obter uma indicação de qual seria a programação com menor custo representa uma enorme vantagem competitiva para a companhia. Os testes comprovaram que a utilização desta ferramenta associada à experiência dos programadores, proporcionaria a PETROBRAS uma possibilidade real de redução de custo, superando os 10% em algumas instâncias, mesmo após os ajustes dos programadores.

A despeito de esta dissertação ter sido testada com sucesso em um caso concreto, não é pretensão deste trabalho implementar o SSD imediatamente na companhia. Ressaltasse que a transformação de um protótipo em um sistema corporativo depende de diversos aspectos técnicos relacionados aos processos e à tecnologia de informação, que não foram abordados em momento algum durante esta pesquisa. Não se afastando, todavia, a possibilidade de, por deliberação da empresa, o SSD vir a ser implantado em um médio prazo pela PETROBRAS.

6.1. Oportunidades de pesquisas futuras

Durante o decorrer desta dissertação verificou-se que a PETROBRAS, por ser uma grande empresa de energia integrada, possui um amplo campo de oportunidades para novos estudos e aplicações de diversas soluções inovadoras encontradas na literatura acadêmica para problemas relacionados com transporte marítimo. Novas pesquisas podem vir a agregar não somente à empresa estudada, mas também à literatura acadêmica, com casos reais e complexos que admitem diversas particularidades ao problema de programação

de navios. A seguir são apresentadas algumas oportunidades de pesquisas futuras:

- acrescentar à pesquisa atual a possibilidade de programar navios de outros portos, podendo assim cobrir todas as cargas de exportação de petróleo e aumentando a complexidade do problema, devido à programação de navios heterogêneos (portos diferentes);
- Incluir no modelo apresentado a possibilidade de transportar cargas opcionais utilizando navios da frota controlada, quando estiverem ociosos e isto for agregado financeiramente à companhia;
- adaptar o modelo proposto para períodos a partir de um ano, permitindo assim a utilização do modelo com o fim de dimensionamento da frota;
- estudar o problema de programação de navios onde a velocidade do navio é mais uma variável do problema, permitindo ao modelo minimizar custo de operação, e otimização o consumo de combustível; e
- estudar a programação de navios de cabotagem tanto de petróleo quanto de derivados, que acrescentam ao problema a gestão de estoque nos pontos de carregamento e nos pontos de descarga, transformando o problema em um problema de programação de navios com gestão de estoque.
- Inserir incerteza no modelo proposto, como a compra ou venda de uma carga futura, transformando o modelo em um modelo estocástico.
- Utilizar uma abordagem de geração de colunas para problemas menos restritivos e com mais alternativas de programação.