

Referências Bibliográficas

AGRA, A.; ANDERSON, H.; CHRISTIANSEN, M.; WOSLEY, L. A maritime inventory routing problem: Discrete time formulations and valid inequalities. Aveiro, 2011. 31p. **Working paper, Universidade de Aveiro.**

AGRA, A.; CHRISTIANSEN, M.; DELGADO, A. A mixed integer formulations for a short sea fuel oil distribution problem. Aveiro, 2010. 33p. **Working paper, Universidade de Aveiro.**

AL-KAYYAL, F.; HWANG, S-J. Inventory constrained maritime routing and scheduling for multi-commodity liquid bulk, Part I: Applications and model. **European Journal os Operational Research**, v.176, p.106-130, 2007.

ANP. Dados estatísticos sobre produção de petróleo brasileiro. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=59236&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1329924213154> Acesso em: 10 dez. 2011.

APPELGREN, L. A column generation algorithm for a ship scheduling problem. **Transportation Science**, n.3, p. 53–68, 1969.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**, 5. ed. Porto Alegre, 2004.

BARAT, J. **Logística e Transporte no processo de globalização: oportunidades para o Brasil**. São Paulo, 2007.

BAUSCH, D. O.; BROWN, G. G.; RONEN, D. Scheduling short-term marine transport of bulk products. **Maritime Policy and Management**, v.5, n.4, p 335-348, 1998.

BOWERSOX, D. J.; COOPER, M. B.; CLOSS, D. J. **Gestão Logística de Cadeia de Suprimento**. Porto Alegre, 2002.

BRAZ, R.G.F.; SCAVARDA, L.F.; Martins, R.A.. Reviewing and improving performance measurement systems: an action research. **International Journal of Production Economics**, v. 133, p. 751-760, 2011.

BREMER, W. M.; PERAKIS, A. N. An operational tanker scheduling optimization system: Model implementation, results and possible extensions. **Maritime Policy and Management**, v.19, n.3, p.189–199, 1992.

BRONMO, G.; CHRISTIANSEN, M.;FAGERHOLT, K.; NYGREEN, B. A multi-start local search heuristic for ship scheduling – a computational study. **Computer & Operational Research**, v.34, p.900-917, 2007a

BRONMO, G.; CHRISTIANSEN, M.; NYGREEN, B. Ship routing and scheduling with flexible cargo sizes. **Journal of Operational Research Society**, v.58, n.9, p.1167–1177, 2007b.

BROWN, G. G.; GRAVES, G. W.; RONEN. D. Scheduling ocean transportation of crude oil. **Management Science**, v.33, n.3, p. 335–346, 1987.

CHRISTIANSEN, M.; FAGERHOLT, K. Robust Ship Scheduling with Multiple Time Windows. **Naval Research Logistics**, v.49, n.6, p. 611-625, 2002.

CHRISTIANSEN, M.; FAGERHOLT, K.; RONEN D. Ship Routing and Scheduling: Status and Perspectives. **Transportation Science**, v.38, n.1, p.1–18, 2004.

CHRISTIANSEN, M.; FAGERHOLT, K.; NYGREEN, B.; RONEN, D. Maritime transportation. **Handbooks in Operations Research and Management Science: Transportation**, v.14, p.189-284. Amsterdam, 2007.

CHRISTIANSEN, M; NYGREEN, B. A method for solving ship routing problems with inventory constraints. **Annals of Operations Research**, v.81, p. 357-378, 1998.

CHRISTIANSEN, M. Decomposition of a Combined Inventory and Time Constrained Ship Routing Problem. **Transportation Science**, v.33, n.1, p.3-16, 1999.

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action Research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.220-240, 2002.

CSCMP. Gerenciamento da Cadeia de Suprimento. Council of Supply Chain Management Professional. Disponível em: <<http://www.cscmp.org/AboutCSCMP/Definitions/Definitions.asp>>. Acesso em: 22 jul. 2011.

FAGERHOLT, K. Ship scheduling with soft time windows: An optimization based approach. **European Journal of Operational Research**, v.131, p.559-571, 2001.

FAGERHOLT, K. A computer-based decision support system for vessel fleet scheduling-experience and future research. **Decision Support Systems**, v.37, p.35-47, 2004.

FAGERHOLT, K.; CHRISTIANSEN, M. A travelling salesman problem with allocation, time window and precedence constraints – an application to ship scheduling. **International Transactions in Operational Research**, v.7, p.231-244, 2000.

FAGERHOLT, K.; LINDSTAD, H. TurboRouter: An Interactive Optimisation-Based Decision Support System for Ship Routing and Scheduling. **Maritime Economics & Logistics**, v.9, p.214–233, 2007.

FISHER, M. L.; ROSENWEIN, M. B. An Interactive Optimization System for Bulk-Cargo Ship Scheduling. **Naval Research Logistics**, v.36, p.27-42, 1989.

FLOOD, M. F. Application of Transportation Theory to Scheduling a Military Tanker Fleet, **Journal of the Operations Research Society of America**, v.2, n.2, p.150-162, 1954.

FURMAN, K. C.; SONG, J.; KOCIS, G. R.; MCDONALD, M.K.; WARRICK, P.H. Feedstock Routing in the ExxonMobil Downstream Sector. **Interfaces**, v.41, n.2, p.149-163, 2011

GLEN, D.; MARTIN, B. The tanker market: Current structure and economic analysis. **The Handbook of Maritime Economics and Business**, p.251–279, 2002.

GRONHAUG, R.; CHRISTIANSEN, M.; DESAULNIERS, G.; DESROSIER, J. A Branch-and-Price Method for a Liquefied Natural Gas Inventory Routing Problem. **Transportation Science**, v.44, n.3, p.400–415 , 2010.

KAVUSSANOS, M. G.; ALIZADEH-M, A. H. Seasonality patterns in tanker spot freight rate markets. **Economic Modeling**, v.19 p. 747-782, 2002

KIM, S.; LEE, K. An Optimization-based Decision Support System for Ship Scheduling. **Computers Industrial Engineering**, v.33,n.3-4, p.689-692, 1997.

KUMAR, S. N. Tanker Transportation. **Encyclopedia of Energy**, v.6, 2004.

NORSTAD, I.; FAGERHOLT, K.; LAPORTE, G. Tramp ship routing and scheduling with speed optimization. **Transport Research**, v.19, p. 853 – 865, 2010.

PERAKIS, A. N.; BREMER, W. M. An operational tanker scheduling optimization system: Background, current practise and model formulation. **Maritime Policy Management**, v.19, n.3, p. 177-187, 1992.

PERSON, J. A.; GOTHE-LUNDGREN, M. Shipment planning at oil refineries using column generation and valid inequalities. **European Journal of Operational Research**, v.163, p.631-652, 2005.

PETROBRAS. Plano de Negócios 2011-2015. Disponível em: <http://www.petrobras.com/pt/quem-somos/governanca/governanca.htm> Acesso em 28 dez 2011.

RONEN, D. Marine inventory routing: shipment planning. **Journal of the Operational Research Society**, v.53, p.108-114, 2002

RONEN, D. Ship scheduling: The last decade. **European Journal of Operational Research**, v.71, p.325-333, 1993.

RONEN, D. The effect of oil price on the optimal speed of ships. **The Journal of the Operational Research Society**, v.33, n.11, p.1035-1040, 1982.

SCOTT, J. L. A transportation model, its development and application to a ship scheduling problem. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, v.12, p.111–128, 1995.

SHERALI, H. D.; AL YAKOOB, S. M.; HASSAN, M.M. Fleet management models and algorithms for an oil-tanker routing and scheduling problem. **IIE Transactions**, v.31, p.395-406, 1999.

SONG, J.; FURMAN, K. C. A maritime inventory routing problem: Practical approach. **Computers & Operations Research**, 2010.

UNCTAD. United Nations Conference on Trade and Development (2010). **Review of Maritime Transport, 2010**. United Nations, New York. Disponível em: <http://www.unctad.org/Templates/WebFlyer.asp?intltemID=5746&lang=1>.

Acesso: 29 jul. 2011.

WAKAMATSU, C. **Análise dos fatores que influenciam os fretes de transporte marítimo de petroleiros no mercado spot**. Rio de Janeiro, 2008. 97p. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

WORLDSCALE ASSOCIATION. New worldwide tanker nominal freight scale. Disponível em: <http://www.worldscale.co.uk/> Acesso: 10 jan. 2012.

Apêndice A

A fim de testar o protótipo na atividade de programação de navios de longo curso de petróleo da PETROBRAS, é necessário obter uma série de dados e parâmetros iniciais para reproduzir o ambiente de transporte marítimo no modelo. Os dados de entrada foram divididos em três grupos: os dados iniciais ou fixos; os dados dos cenários; e os dados das cargas. A seguir são apresentados os três grupos de dados de entrada.

Dados fixos

Os dados ou parâmetros iniciais foram chamados de **dados fixos** e se referem a informações como: nome dos navios, consumo de *bunker* de cada navio em cada tipo de operação, velocidade de navegação, nome dos portos de carga e descarga, tempo de operação em cada um dos portos, custos portuários e distância entre os portos. Dados estes semelhantes aos que foram utilizados em Christiansen e Fagerholt (2002).

Nome dos navios: a frota de navios controlados pela companhia dedicada ao transporte de petróleo de longo curso era composta, no início dos estudos por treze navios do tipo *suezmax*, com capacidade de carregamento de cerca de 160.000 toneladas métricas cada um, e de cinco navios do tipo *Very Large Crude Carriers (VLCC)*, com capacidade de carregamento de cerca de 320.000 toneladas métricas. No decorrer do desenvolvimento do estudo, esta frota foi aumentada em um navio do tipo *suezmax*, passando a contar com quatorze navios do tipo *suezmax* e cinco do tipo *VLCC*. Porém, para fins de simplificação do problema, foram relacionados somente os navios da classe *suezmax*. Os navios próprios ou contratados por tempo compõem a frota de navios controlados, no caso estudado todos os navios da frota são contratados por tempo.

Consumo de *bunker* dos navios: a informação sobre o consumo de combustível de cada navio foi obtida no contrato de afretamento dos mesmos. Portanto, cada navio tem um consumo definido em contrato, que pode variar de

navio para navio, depende da velocidade de navegação e do tipo de operação que o navio estiver executando.

Velocidade de navegação: a velocidade de navegação dos navios também é definida nos contratos de afretamento e costumam variar entre 12 e 14,5 nós, dependendo de cada contrato. Para padronizar e simplificar a geração das rotas e a aplicação do modelo foi definido uma velocidade única para todos os navios, que corresponde a 13,5 nós. A padronização da velocidade simplifica o procedimento de geração de rotas, permitindo a geração de todas as rotas de uma única vez, independente do navio que será alocado em cada rota.

Portos de carregamento e de descarga: para ler as informações sobre as cargas que devem ser carregadas, o modelo deve ter informações básicas, como os portos que serão utilizados para carga e descarga dos produtos. Embora, a PETROBRAS possua alguns contratos de compra e venda de petróleo, nem todos os clientes e fornecedores são fixos, portanto, um porto novo pode surgir a qualquer momento, devido à prospecção de novos clientes ou fornecedores. A PETROBRAS possui um sistema de informação chamado de SIGO II, que possui os nomes de todos os portos onde algum navio contratado já operou alguma vez. Porém, como se trata de um protótipo, foram levantados os principais portos, onde nos últimos três anos, ocorreram operações de carga e descarga de navios de longo curso de petróleo. Estes portos foram relacionados e listados, sendo classificados em quatro grupos: portos de carregamento de cargas de exportação, que são os portos nacionais; portos de carregamento de cargas de importação, que são os portos estrangeiros, principalmente na África e Oriente Médio; os portos de descarga das cargas de importação, que também são portos nacionais; e, finalmente, os portos de descarga das cargas de exportação, que são portos estrangeiros, normalmente localizados nos Estados Unidos, Europa e América do Sul.

Tempo de operação nos portos: o tempo de operação dos navios é sempre baseado em uma previsão do programador do navio. Com o auxílio da experiência dos programadores e com base nos tempos históricos de operação de navios nos portos, foi definido o tempo de operação para cada um dos portos de carregamento e de descarga relacionados no modelo. Portanto, como forma de padronização das previsões, foi definido um tempo de operação para cada porto relacionado no modelo. Estes tempos são utilizados pelo modelo para a contabilização do tempo total de cada rota gerada pelo modelo.

Custos portuários: não dependem do tempo que o navio gasta no porto, mas principalmente do porte do navio que chega ao porto (Christiansen e Fagerholt, 2002 e Perakis e Bremer, 1992). A gerência de gestão portuária da PETROBRAS possui uma planilha em Excel, que estima os custos portuários dos principais portos do mundo onde ocorrem operações de navios da companhia. Esta planilha foi consultada para a obtenção dos custos que serão considerados como custos portuários para cada um dos portos do modelo.

Distância entre portos: a distância entre os portos é uma informação fundamental para auxiliar o modelo na geração das rotas e no posicionamento dos navios. Junto com a velocidade de navegação, a distância entre os portos serve para calcular o tempo de deslocamento entre portos, gerando as rotas e posicionando os navios nas rotas em que forem alocados. A informação de distância entre portos pode ser facilmente encontrada em diversos sites e aplicativos na internet como o *fairplay*, *searates.com*, *dataloy.com* e outros. Para o modelo, foram consultadas somente as distâncias entre os portos relacionados no sistema através do site *dataloy.com*.

Dados dos cenários

Este segundo grupo de dados, chamado de dados dos cenários, são informações temporárias que variam ao longo do tempo e devem ser atualizadas a cada nova rodada do modelo. Sempre que ocorrer alguma alteração no ambiente de programação, uma nova instância pode e deve ser avaliada. Exemplos típicos de alterações no cenário de programação são: atrasos ou antecipações na previsão de disponibilidade de algum navio; alteração de data ou local de carregamento ou ainda de descarga; oscilações no custo do *bunker*, ou ainda alteração no custo de frete no mercado *spot*. Estes tipos de informações são muito dinâmicas ao longo do tempo, portanto é importante mantê-las sempre atualizadas conforme preconizado em Kavussanos e Alizadeh, (2002). Os dados dos cenários são os seguintes: local e data de abertura dos navios, custo de frete dos navios no mercado *spot*, custo de *bunker* e o *daily value* do navio. A seguir são apresentados cada uma destas informações, como são obtidas e a importância de cada uma dentro do modelo.

Local e data de abertura dos navios da frota: esta informação é obtida com os programadores e é relativa ao próximo local e data onde o navio estará disponível, ou seja, o próximo porto onde o navio irá terminar uma viagem e em

que data estará livre para ser alocado para transportar uma nova carga. Basicamente, o local de abertura do navio depende da sua viagem atual e corresponde ao último porto onde o navio fará a descarga do produto que ele tem a bordo. Já a data de abertura do navio corresponde à data em que o navio termina a descarga do produto no último porto e está liberado para seguir para uma próxima programação.

A data de abertura do navio depende de vários fatores, que são obtidos através das previsões feitas pelos programadores. A data de abertura de um navio é estimada utilizando-se a previsão de chegada do navio no último porto, que normalmente é dada pelo comandante do navio; a faixa de tempo para descarga do produto no porto de descarga, que é determinada comercialmente no momento da compra ou venda; e a previsão de operação do navio no porto em questão. Todos estes tempos são avaliados e, de forma empírica, chega-se a data de abertura do navio. Embora pareça simples, a questão é que todas estas informações são estimadas e estão sujeitas a uma série de variáveis externas, como condição do tempo, operação em terminais de terceiros, priorização de entrada de navio em portos, restrição de tancagem em portos de entrega e outros. Na maioria das vezes estes fatores estão fora do controle do programador, o que dificulta ainda mais as previsões. O local e a data de abertura dos navios são imprescindíveis na fase de geração das programações do modelo e uma informação equivocada pode gerar programações inviáveis. Portanto, sempre que o modelo for rodado, deve ser utilizada a melhor informação sobre o local e data de abertura dos navios, ou seja, a informação mais atualizada.

Custo do frete do navio no mercado *spot*. é expressa por um índice chamado de *worldscale* ou *Worldwide Tanker Nominal Freight Scale* (Wakamatsu, 2008). Como informado anteriormente, os preços e taxas de afretamento na indústria de navegação para navios tanques variam bastante, mesmo em períodos curtos. Uma parte desta flutuação é devida a atividade econômica mundial, mas outra parte tem caráter sazonal (Kavussanos e Alizadeh, 2002). Devido a estas flutuações no mercado *spot* de navios tanque, as informações relativas aos custos de frete devem ser atualizadas sempre que o modelo for gerar uma nova rodada de programações. Estas informações são obtidas através da área de afretamento da companhia, que tem acesso a diversos informativos internacionais que atualizam diariamente o *worldscale* de

cada rota para cada tipo de embarcação. Uma vez obtida o worldscale de uma rota, o *flat* referente a cada carga é consultado no *site* do *worldscale.co.uk*. Com estas duas informações o custo para transportar cada uma das cargas utilizando navios *spot* é calculado. Este custo é um dos componentes de custos de transporte marítimo que serão minimizados na função objetivo do modelo, portanto é fundamental ter estes valores sempre o mais atualizados possível a fim de se ter um retrato mais fiel da realidade.

Custo de *bunker*: embora possa ser consultada em diversos *sites* na internet, esta informação é consultada através de área de afretamento, que, conforme informado anteriormente, possui informativos atualizados diariamente. O custo de *bunker* é utilizado junto com o consumo de combustível para calcular o custo de consumo de bunker dos navios da frota. O consumo de combustível compõe o custo de operação dos navios da frota, que é outro componente de custo a ser minimizado na função objetivo.

Daily value: é definido como a receita que um navio pode gerar na sua melhor alternativa de uso, menos os custos relativos à operação do mesmo (Perakis e Bremer,1992). Na indústria de *shipping*, o daily value é chamado de Time Charter Equivalent (TCE). Assim como os custos de *bunker* e de frete, o TCE também é informado pela área de afretamento. O *daily value* será utilizado pelo modelo como referência para o custo de sobrestadia e custo de oportunidade dos navios. Conforme Perakis e Bremer (1992), o custo de oportunidade é utilizado para equalizar o horizonte de tempo de utilização do navio e tornar a comparação das rotas de programação mais coerentes, uma vez que serão comparadas alternativas com o mesmo horizonte de tempo. Exemplificando, nas rotas em que o navio fica disponível para uma próxima programação mais cedo, o mesmo recebe uma bonificação referente aos dias de antecipação na liberação, multiplicado pelo custo de oportunidade. O *daily value* também é utilizado como referência para calcular o custo de sobrestadia dos navios que ficaram sem programação. O custo de sobrestadia é o terceiro componente de custo minimizado na função objetivo e é aplicado aos navios que ficam sem programação durante todo o horizonte de programação. O custo de sobrestadia é calculado multiplicando o valor do *daily value* pelo tempo em dias que o navio ficou sem programação. O intervalo de tempo em que o navio fica sem programação é medido a partir do dia da abertura do navio até a data referente ao último dia da faixa de carregamento mais tarde entre as cargas do

conjunto analisado. Isto se dá, pois não existe informação da data da próxima carga a ser comprada ou vendida pela área comercial.

Além dos dados iniciais e dos dados dos cenários, outras informações ainda são importantes para alimentar o modelo. São as informações relativas às cargas que deverão ser transportadas, conforme apresentado na próxima seção.

Dados das cargas

Os dados relativos às cargas que devem ser transportadas são obtidos de um sistema chamado de PIMEX. Neste sistema são alimentadas todas as informações relativas às cargas de importação e exportação de petróleo, conforme as cargas vão sendo compradas e vendidas pela área comercial. Cada carga recebe um código sequencial, que será utilizado como chave pelo modelo. As informações pertinentes relacionadas às cargas são: porto de carregamento, porto de descarga, data de início e fim da faixa de carregamento e data de início da faixa de descarga. A seguir são discutidas a importância de cada uma destas informações para o modelo.

Porto de carregamento: o porto de carregamento define justamente o ponto inicial de uma rota. Este porto deve estar contido no conjunto de portos de carregamento definidos nos dados iniciais. Caso não pertença a este conjunto, o programador pode incluir um novo porto de carregamento no conjunto, informando todas as distâncias em relação aos outros portos, além dos tempos de operação e custos portuários. O modelo garante que o navio alocado para uma carga esteja no porto de carregamento até o limite de chegada.

Porto de descarga: o porto de descarga define o local de descarga do produto. Este local é definido comercialmente e deve ser visitado pelo navio durante a faixa de descarga do produto, evitando filas de espera e atrasos na descarga.

Data de início e fim da faixa de carregamento: como o próprio nome diz, as datas definem o início e o encerramento da faixa de carregamento do navio em um porto. Portanto, são imprescindíveis para definir os limites de chegada do navio no porto de carregamento. Quando se trata de uma carga de exportação o limite de chegada do navio é igual ao primeiro dia da faixa de carregamento. Já quando se trata de uma carga de importação, o limite de chegada do navio é igual ao último dia da faixa de carregamento do produto.

Data de início da faixa de descarga: a data de início da faixa de descarga serve para se calcular a data final da viagem para cada carga. Para cada carga calcula-se qual seria a data final da viagem utilizando o início da faixa de descarga mais o tempo de operação no porto de descarga, para os casos em que a chegada do navio no porto de descarga é menor ou igual ao início da faixa de descarga. Para os casos em que a data de chegada do navio no porto de descarga é maior que o início da faixa, utiliza-se a chegada do navio mais o tempo de operação no porto para definir o final da viagem. Por sua vez, a data do fim da viagem é importante no processo de geração de rotas e para o cálculo de tempo de espera do navio entre cargas, no caso de uma rota com mais de uma carga.

Uma vez descritos os dados iniciais, os dados dos cenários e os dados das cargas, na próxima seção é descrito o método utilizado para testar o protótipo com cargas reais e em tempo de programação.

Apêndice B

A Tabela 4 apresenta o detalhamento da oitava instância avaliada e as indicações de programação do SSD.

Carga	Produto	Porto de carregamento	Faixa de carregamento		Porto de descarga	Início da Faixa de descarga	Indicação SSD
e18	marlim	Marlim	06/03/2012	15/03/2012	Cul de Sac Bay	20/03/2012	sestrea
e23	albacora leste	Angra dos Reis	12/03/2012	13/03/2012	Sines	30/03/2012	meltemi
e24	roncador pesado	Angra dos Reis	19/03/2012	20/03/2012	Corpus Christi	10/04/2012	vcp
e26	lula	Angra dos Reis	25/03/2012	26/03/2012	Quintero	09/04/2012	explorer
e27	jubarte	Angra dos Reis	22/03/2012	23/03/2012	Rotterdam	06/04/2012	archangel
e28	marlim	marlim	27/03/2012	04/04/2012	Cul de Sac Bay	14/04/2012	pinnacle
e29	jubarte	Angra dos Reis	02/04/2012	03/04/2012	Texas city	20/04/2012	arctic
e30	conchas	Angra dos Reis 2	07/04/2012	09/04/2012	Texas city	01/05/2012	summit spirit
e31	albacora leste	Angra dos Reis	14/04/2012	15/04/2012	Sines	01/05/2012	cape bastia
i22	saharan	skikda	12/03/2012	12/03/2012	São Sebastião	30/03/2012	cap jean
i23	basrah	Basrah	22/03/2012	22/03/2012	Angra dos Reis	22/04/2012	stonviken
i24	agbami	Agbami	17/03/2012	18/03/2012	Tramandaí	30/03/2012	vcp
i25	agbami	Agbami	21/03/2012	22/03/2012	São Francisco do Sul	04/04/2012	vcp
i26	akpo	Akpo	21/03/2012	22/03/2012	São Sebastião	04/04/2012	finesse
i27	agbami	Agbami	25/03/2012	26/03/2012	São Sebastião	05/04/2012	vcp

Tabela 4: Instância nº8 – Indicação de programação do SSD

Observe que as cargas **e26** e **e30** estão com os navios Explorer e Summit Spirit marcados. Ao avaliar esta programação os analistas notaram que a carga **e26** não poderia ser transportada pelo navio Explorer, pois uma oportunidade comercial já havia levado à contratação de um navio *spot* para esta carga, criando uma obrigação que não havia sido modelada pelo SSD. Quanto à carga **e30**, o navio Summit Spirit acabara de ficar disponível na Europa, mas como não havia carga de importação em data compatível com a chegada deste navio, o SSD indicou o navio para transportar uma carga de exportação, fazendo-o navegar em lastro até o Brasil. Os programadores sabiam que, devido às requisições de óleo das refinarias nacionais, uma carga de petróleo importado seria comprada com data de carregamento compatível com a chegada do navio Summit Spirit no local de carregamento, costa oeste da África. Desta forma, os programadores optaram por manter o navio Summit Spirit em sobrestadia na Europa até que a nova carga fosse comprada. Sendo assim, durante avaliação da indicação do SSD, os programadores decidiram seguir a intuição e alteraram

a indicação do SSD de forma a transportar a carga **e26** com um navio *spot* e manter o navio Summit Spirit em sobrestadia na Europa aguardando a nova carga ser comprada. Devido a estas modificações os navios Explorer e Arctic também tiveram que ser realocados. Cabe lembrar que todos os ajustes efetuados na etapa de análise e validação é feito baseado na experiência dos programadores. As alterações estão marcadas na Tabela 5 a seguir.

Carga	Produto	Porto de carregamento	Faixa de carregamento		Porto de descarga	Início da Faixa de descarga	Indicação SSD
e18	marlim	Marlim	06/03/2012	15/03/2012	Cul de Sac Bay	20/03/2012	sestrea
e23	albacora leste	Angra dos Reis	12/03/2012	13/03/2012	Sines	30/03/2012	meltemi
e24	roncador pesado	Angra dos Reis	19/03/2012	20/03/2012	Corpus Christi	10/04/2012	vcp
e26	lula	Angra dos Reis	25/03/2012	26/03/2012	Quintero	09/04/2012	vcp
e27	jubarte	Angra dos Reis	22/03/2012	23/03/2012	Rotterdam	06/04/2012	archangel
e28	marlim	marlim	27/03/2012	04/04/2012	Cul de Sac Bay	14/04/2012	pinnacle
e29	jubarte	Angra dos Reis	02/04/2012	03/04/2012	Texas city	20/04/2012	explorer
e30	conchas	Angra dos Reis 2	07/04/2012	09/04/2012	Texas city	01/05/2012	arctic
e31	albacora leste	Angra dos Reis	14/04/2012	15/04/2012	Sines	01/05/2012	cape bastia
i22	saharan	skikda	12/03/2012	12/03/2012	São Sebastião	30/03/2012	cap jean
i23	basrah	Basrah	22/03/2012	22/03/2012	Angra dos Reis	22/04/2012	storviken
i24	agbami	Agbami	17/03/2012	18/03/2012	Tramandai	30/03/2012	vcp
i25	agbami	Agbami	21/03/2012	22/03/2012	São Francisco do Sul	04/04/2012	vcp
i26	akpo	Akpo	21/03/2012	22/03/2012	São Sebastião	04/04/2012	finesse
i27	agbami	Agbami	25/03/2012	26/03/2012	São Sebastião	05/04/2012	vcp

Tabela 5: Instância nº8 – Programação após ajustes do programador

Após as adaptações feitas pelo programador na programação indicada pelo modelo, os resultados financeiros foram comparados para checar se a programação ajustada ainda traria uma redução de custo se comparado com a programação manual feita pelo programador. Nota-se que a programação ajustada ainda se mostrou mais econômica do que a programação feita manualmente, corroborando a importância do modelo para suportar a decisão de programação. Verifica-se na Tabela 6 que a indicação inicial do SSD apresenta uma economia de 15,4% frente à programação feita manualmente e, após validação e ajustes dos programadores, a nova programação ainda apresentou redução de custo de 8,4% em relação à primeira programação.

Programação manual		Indicação SSD			Programação após ajustes		
spot	sobrestadia	spot	sobrestadia	Redução de custo	spot	sobrestadia	Redução de custo
5	3	4	1	15,40%	5	2	8,40%

Tabela 6: Instância nº8 – Comparativo de resultados