

5 Estudo de Caso

O presente estudo de caso almeja dimensionar a frota necessária para o escoamento da produção de petróleo a partir de uma zona de serviço até um terminal da sua rede. As plataformas de petróleo localizadas na Bacia de Campos têm sua produção escoada pelo modal marítimo até um terminal aquaviário, que por sua vez está interligado a pelo menos uma refinaria através de dutos de petróleo.

O dimensionamento da frota objeto deste estudo de caso será realizado considerando-se apenas o segmento da cadeia de suprimentos restrito ao transporte de matéria-prima. Há dois tipos de serviços a serem prestados: o transporte de cabotagem e o de longo curso. Considera-se transporte de cabotagem o escoamento da produção nacional de petróleo a partir das plataformas marítimas até os terminais aquaviários. A atividade de longo curso corresponde ao transporte de cargas em trânsito aduaneiro, do terminal de origem ao de destino.

A metodologia de cálculo utilizada se baseia no conceito de tempo de ciclo e frequência conforme descrito no capítulo anterior. Será feito o dimensionamento da frota de cabotagem e de longo curso considerando um horizonte de 90 dias. O principal desafio será determinar a demanda de transporte, uma vez que há possibilidades de ganho devido à programação de navios.

Primeiramente, será realizado o dimensionamento da frota de longo curso a partir do conceito de ganho proposto por Clarke e Wright (1984), com o objetivo de verificar qual o impacto do emprego de técnicas de roteamento no tamanho da frota. Posteriormente, será dimensionada a frota necessária para atender a demanda de cabotagem, na qual serão avaliados os impactos da variação do volume de carregamento no número de veículos. Para tal, considera-se que a demanda será constante, de valor igual ao volume de pico da produção diária de petróleo nas plataformas. Será calculada a demanda total em número de dias de navio para cada serviço ao longo do período de análise. A relação entre a demanda total e os 90 dias de serviço indicar o número de navios que seriam necessários para a realização do transporte.

É possível subdividir as variáveis que impactam o dimensionamento em duas categorias: estruturais e operacionais. As primeiras são aquelas que não variam ao longo do período de análise, enquanto as segundas são as relacionadas à eficiência da frota, como o momento do transporte, por exemplo.

Atendendo às diretrizes corporativas de segurança da informação, os dados foram substituídos por valores simbólicos, a critério do autor, de forma a evitar vazamento de informações de interesse da Petrobras S.A.

5.1.Variáveis Estruturais

Em função da infra-estrutura instalada no Brasil atualmente, aliado às características do petróleo nacional, é necessário fornecer uma mistura com petróleos importados para a garantia da qualidade dos produtos acabados, conforme requisitos estabelecidos pela Agência Nacional de Petróleo (ANP). A auto-suficiência brasileira se concretiza sob a forma de *hedge*, uma vez que se verifica a necessidade de *blends* de matérias-primas importadas para maximizar o resultado da indústria petrolífera brasileira. Sendo assim, há grandes possibilidades de ganho mediante o aproveitamento do frete no retorno dos navios que exportam petróleo nacional. Todo carregamento de exportação será realizado por um navio da frota, assim como a importação. O roteiro da viagem de longo curso, portanto, será formado por dois pontos, sendo um para a entrega de petróleo exportado e outro para a coleta do petróleo importado.

Na indústria do petróleo, de forma geral, a decisão pela compra de um determinado tipo de petróleo em detrimento de outro é resultado do *trade-off* entre seu valor monetário e suas características intrínsecas. Muitas vezes a escolha ocorre por pequenas diferenças, sempre vislumbrando o custo mais baixo da matéria-prima, uma *commodity*.

Em virtude do grande número de variáveis e restrições, as empresas deste setor fazem uso de modelos complexos de programação linear, empregados com o intuito de fornecer indicações economicamente mais rentáveis. Na Petrobras a ferramenta utilizada é o PLANAB, que a partir dos dados de entrada da ilustração 4 calcula a solução ótima que maximiza o resultado financeiro.

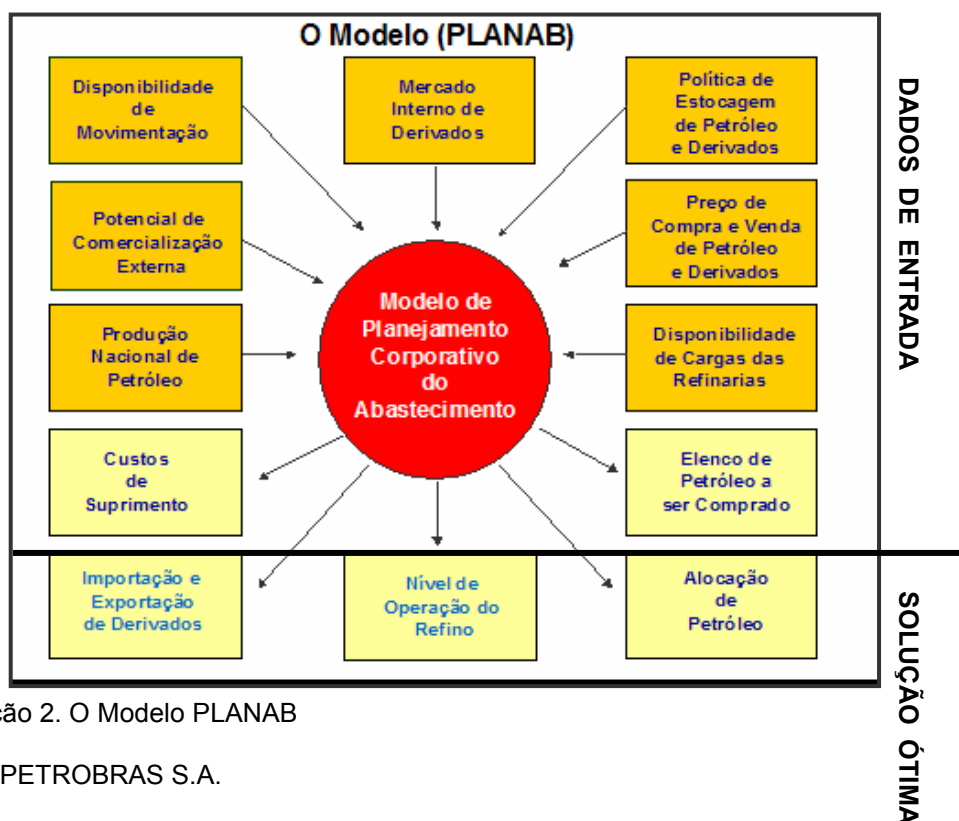


Ilustração 2. O Modelo PLANAB

Fonte: PETROBRAS S.A.

A função objetivo deste modelo é maximizar o resultado global, considerando-se os custos de transporte, transformação, aquisição de produtos e as receitas de vendas, com base nas cotações do mercado de petróleos e derivados, em um horizonte de 12 meses.

A demanda de petróleo é uma variável estrutural, pois depende do parque de refino instalado e da produção nacional de petróleo. Excetuando-se os casos de paradas não programadas, as variações na capacidade de refino e de produção de petróleo demandam mais tempo do que o considerado nesta análise para serem incrementadas. Tratam-se de variáveis que possuem uma boa previsibilidade e estão vinculadas aos projetos de infra-estrutura da empresa.

As importações e exportações são indicadas pelo PLANAB em volumes diários, comercializados com o decorrer do tempo. A produção nacional de petróleo, dado de entrada do PLANAB, constitui a parcela que será escoada para o suprimento das plantas industriais. Esta parcela é a demanda que será utilizada no dimensionamento da frota necessária para atender a cabotagem.

Este escoamento da produção nacional constitui a maior parcela da movimentação de petróleo. Ora, é natural que uma empresa verticalizada, que

possui produção própria, almeje maximizar a participação da sua matéria-prima no *pool* de processamento. Entretanto, nem sempre as margens absorvidas com o custo de transporte e com a comercialização são suficientes para justificar uma participação maior do petróleo nacional na carga das unidades de destilação, evitando a geração de um *superávit* de produtos finais de menor valor agregado inferior, que por sua vez, seriam exportados em lotes menores e, por conseguinte, a um custo mais elevado.

A solução econômica, portanto, passa a ser a importação de petróleos mais nobres, com perfil de produção condizente com o mercado a ser atendido, seja em virtude de rendimento ou de qualidade. As importações, desta forma, são feitas em grandes lotes de petróleo e os derivados em parcelas menores, reduzindo o custo de transporte total. As exportações por sua vez, limitam-se aos excedentes dos produtos de menor valor agregado e em menor intensidade.

Neste trabalho serão considerados três terminais importantes para o suprimento de petróleo. Cada terminal terá uma demanda de matéria-prima a ser atendida pela frota a ser dimensionada. A demanda será equivalente à soma das demandas de todas as refinarias interligadas ao terminal.

Os terminais serão considerados clientes neste modelo de dimensionamento. O quadro 7 demonstra os terminais com suas demandas agregadas.

TERMINAL	DEMANDA (MIL M ³ /DIA)
T_1	140.000
T_2	15.000
T_3	20.000

Quadro 7. Demanda de petróleo nos terminais

Fonte: O autor

Serão consideradas também restrições de movimentação e operações de transbordos nos terminais de modo interligado, com reflexos no tempo de ciclo dos navios e, principalmente, nas operações de exportação de petróleo. O tempo de preparação até o início da operação será equivalente ao padrão de contratos, ou

seja, 6 horas para cada navio. Há que se acrescentar também o tempo médio de espera em fila, dado que nem sempre há píer disponível para atracação no momento da NOR. No quadro 8 apresentam-se os tempos médios de parada dos navios, independente do porte, em cada terminal a ser atendido.

TERMINAL	TEMPO DE PARADA (Tp)
T_1	40 horas
T_2	48 horas
T_3	44 horas

Quadro 8. Tempo médio de parada nos terminais

Fonte: O autor

Nestes valores já estão computados todos os tempos demandados pelas operações que deverão ser realizadas no terminal. As movimentações de petróleo são realizadas em ambientes confinados, sem qualquer contato humano. As conexões com o terminal são realizadas através dos chamados braços de carregamento. Tratam-se de equipamentos automáticos controlados por controle remoto.

Todo o tempo de *setup*, ou seja, o tempo de preparação entre a emissão da NOR e o início efetivo da operação de carga ou descarga do navio, recebe a denominação de faina de atracação (*shifiting*). Usualmente os contratos de afretamento estipulam 6 horas para a consecução de todas essas atividades, tanto na entrada quanto na saída do navio do porto. Neste tempo já estão consideradas a manobra de aproximação, as conexões e a liberação da documentação da carga. Acima disto, o navio entra em condição de sobreestadia por ação do terminal e, portanto, deverá ser remunerado de acordo com os valores contratuais pré-determinados. Durante a operação do navio são fornecidos mantimentos, água potável e demais insumos necessários para a realização da viagem. O abastecimento do combustível também é feito simultaneamente à operação, não devendo intervir na operação.

5.2. Variáveis Operacionais

As plataformas de produção mantêm um estoque de petróleo imobilizado a bordo com o intuito de garantir a estabilidade da embarcação em alto mar. Este volume, variável de acordo com as condições operacionais da plataforma, é chamado de lastro. Assim, a disponibilidade de petróleo em uma plataforma limita-se à capacidade de armazenagem útil da mesma, desprezando-se o lastro. O cenário adotado neste trabalho é composto por 20 plataformas de produção com as seguintes características:

PLATAFORMA	CAPACIDADE (M3)	PRODUÇÃO (M3/DIA)
P-1	120,000.00	15,771.00
P-2	183,540.00	7,275.00
P-3	167,672.00	9,786.00
P-4	103,560.00	9,008.00
P-5	190,000.00	14,675.00
P-6	155,000.00	12,628.00
P-7	195,000.00	23,495.00
P-8	160,000.00	23,530.00
P-9	151,984.00	15,598.00
P-10	146,000.00	22,834.00
P-11	222,000.00	13,250.00
P-12	142,891.00	4,834.00
P-13	210,000.00	3,824.00
P-14	238,000.00	9,770.00
P-15	224,000.00	9,364.00
P-16	340,000.00	6,226.00
P-17	150,000.00	2,800.00
P-18	213,670.00	5,526.00
P-19	194,400.00	5,364.00
P-20	28,240.00	8,925.00
TOTAL	3,535,957.00	224,483.00

Quadro 9. Capacidade de armazenamento e produção das plataformas de petróleo

Fonte: O autor

É importante salientar que algumas plataformas podem eventualmente reduzir a capacidade de armazenagem para a realização de inspeções e certificações em seus tanques. Por isso considera-se que a capacidade de armazenamento das plataformas é uma variável operacional.

O porte do navio também é uma variável operacional porque tem influência direta no tempo de carregamento. Além da capacidade do navio, o porte é uma das variáveis que impactam o volume de carregamento. Isto porque são permitidos, no

máximo, dois alívios de produção por navio antes da descarga do produto, por questões de segurança operacional. Quanto maior a capacidade do navio, maior será sua capacidade de transporte e, por fim, maior será o lote de carregamento. Serão considerados apenas três portes de navios neste estudo, com as seguintes finalidades e capacidade de carga:

NAVIO	LOTE DE CARGA (M3)	FINALIDADE
VLCC	300.000	• Longo Curso
SUEZMAX	150.000	• Longo Curso • Escoamento
AFRAMAX	100.000	• Escoamento

Quadro 10. Lote de carregamento por porte de navio

Fonte: O autor.

Tendo em vista o valor do custo do petróleo no cenário internacional, a frota dever ser superdimensionada como estratégia central deste estudo. Os lotes foram estipulados a partir dos valores mais conservadores verificados ao longo de 2007. Um navio Aframax possui um lote padrão de cerca de 100.000 m³ enquanto um Suezmax carrega 150.000 m³ de petróleo, por exemplo. A frota será dimensionada considerando-se apenas os três portes de navio com suas capacidades elencadas no quadro 10, juntamente com a respectiva finalidade.

5.3.

Dimensionamento de Frota

Serão compostas duas frotas distintas, uma a ser empregada com o propósito de garantir o escoamento da produção de petróleo em águas nacionais e uma segunda frente destinada ao transporte de produtos em trânsito aduaneiro. Cada frota será calculada utilizando-se metodologias de cálculo diferentes, porém em ambas será realizada uma simulação de roteamento utilizando o conceito de ganho definido no método de Clarke e Wright (1984), já explicitado no capítulo anterior.

Por questões de segurança, são permitidas somente duas escalas subseqüentes, no máximo. Isto quer dizer que um navio pode carregar, no máximo, em duas plataformas ou dois terminais no exterior antes de se dirigir a ao ponto de partida original.

Neste caso, o depósito central será a região em que se encontram localizadas as plataformas na Bacia de Campos e os pontos de entrega serão os terminais com suas respectivas demandas. Cada plataforma terá um *headway* (H) e uma taxa de produção constantes ao longo do tempo. O dimensionamento se baseia na metodologia proposta por Fonseca et al (1992), utilizando a relação entre o tempo de ciclo (TC) e o *headway* (H).

No caso da cabotagem, apenas o navio do tipo DP pode atender mais de uma plataforma, desde que sua carga não ultrapasse a metade da sua capacidade máxima na ocasião do atendimento ao segundo ponto. Esta é uma política da empresa e, portanto, pode ser entendida como uma restrição operacional, que não será descartada em hipótese alguma. Os navios convencionais, por convenção, seguirão roteiros simples, compostos por uma plataforma de carga e um terminal de descarga.

Por fim, serão simulados três volumes de carga no transporte de cabotagem, gerando frotas de diferentes tamanhos. Na primeira simulação será carregado o máximo da capacidade dos navios, independente do tempo de carga. Na segunda será carregado o lote mínimo disponível, que consiste na capacidade máxima de armazenamento na plataforma ou a metade da capacidade de um navio DP, de modo a permitir a realização de duas escalas na carga antes da descarga no terminal. A terceira e última simulação utiliza a média aritmética entre os volumes definidos nas duas simulações supracitadas. O intuito é mensurar os efeitos da variação da eficiência do transporte no tamanho da frota mediante a variação do lote de carregamento.

5.3.1. Longo Curso

A atividade de longo curso possui algumas particularidades no âmbito operacional passíveis de uma abordagem mais detalhada. Independente a atividade realizada, importação ou exportação, há um acordo comercial firmado

que regula as condições de entrega do produto. Portanto, toda carga deve, obrigatoriamente, ser embarcada e transportada ao cliente final conforme estabelecido em contrato.

As indicações ótimas de compra e venda de petróleo constituem saídas do modelo computacional PLANAB em uma escala de tempo anterior ao fechamento da transação comercial. Na ocasião da negociação são firmados compromissos muitas vezes diferentes do exatamente indicado pelo modelo, seja por uma oportunidade melhor ou por um cenário distinto daquele esperado anteriormente. O valor do petróleo no curto prazo está sujeito a flutuações, fruto do cenário econômico vigente, e tem grande impacto no momento da definição da venda ao cliente final.

De qualquer forma, os volumes a serem exportados e importados são constantes, enquanto que os destinos finais das cargas são passíveis de alterações conforme os acordos comerciais vão se firmando. Geralmente os contratos de compra ou venda de petróleo são fechados com, no mínimo, um mês de antecedência, com tempo hábil para o posicionamento de um navio no porto de carga ou descarga, porém inferior ao horizonte de análise. Para que o dimensionamento seja mais aderente à realidade, os pontos de entrega serão definidos de acordo com os fechamentos das negociações comerciais. Não existindo tal fechamento, será utilizada a indicação fornecida pelo PLANAB.

Os destinos das cargas de exportações definem quais as rotas a serem utilizadas na programação de navios em viagens de longo curso, interferindo no valor dos fretes negociados no mercado de curto prazo. Geralmente, há descontos significativos conforme a região geográfica em que o navio executará o serviço de transporte e o local em que o mesmo se encontra. Isto reflete a importância da aderência da previsão de demanda por transporte com maior antecedência.

As opções de rotas são limitadas, restritas aos locais onde há produção de petróleo ou consumo concentrado. No capítulo 2 foram identificados os pólos de produção e de consumo. São regiões muito bem delimitadas, próximas geograficamente e com alta concentração de empresas de petróleo. No caso das importações, serão considerados os seguintes pontos de coleta de petróleo, com seus respectivos tempos de viagem até o Brasil:

- África Mediterrânea – 16 dias
- Costa Oeste da África – 11 dias
- Golfo Pérsico – 26 dias

No tocante às exportações, há que se considerar como ponto de entrega os grandes centros consumidores, geralmente vinculados a países desenvolvidos, salvo a China pela grande demanda e a América do Sul pela proximidade geográfica. São eles:

- Europa – 17 dias
- China – 35 dias
- Golfo do México – 14 dias
- Costa Oeste da América do Sul – 13 dias
- Costa Oeste dos EUA – 27 dias

Estes tempos foram obtidos através do *software Fairplay* disponibilizado pela Petrobras S.A. e corresponde a um trecho, ou seja, a distância do terminal T-1 localizado no Brasil, de uso exclusivo para a atividade de importação e exportação de petróleo. A velocidade de viagem considerada é a acordada em contrato, equivalente a 15 milhas náuticas por hora.

Não são aceitos navios do porte VLCC na Costa Oeste Americana porque os terminais instalados não são compatíveis com este porte de navio. A velocidade de cruzeiro dos navios Suezmax e VLCC é similar, com diferenças que podem ser desprezadas para efeito de simplificação do estudo.

A demanda de exportação e importação de petróleo é fornecida pelo Planab em base diária, conforme o quadro 11 abaixo.

	MÊS 1 (MIL BPD)	MÊS 2 (MIL BPD)	MÊS 3 (MIL BPD)
IMPORTAÇÃO	290	310	300
EXPORTAÇÃO	230	240	230

Quadro 11. Volume a ser transportado em viagens de longo curso

Fonte: O autor

O volume padrão de comércio internacional realizado pela Petrobras S.A. é de 950.000 barris ou cerca de 151.000 M³, com uma tolerância de 5% regulamentada pela legislação aduaneira vigente. Com base nestes valores, é calculado o volume mensal a ser movimentado e, conseqüentemente, o número total de viagens de longo curso pela razão entre o montante mensal e o padrão.

Considera-se que todas as compras e vendas efetivamente comercializadas devem ser atendidas por navios da frota. Sendo assim, é preciso identificar os destinos das cargas de exportação e as origens das cargas de importação, de acordo com as negociações já finalizadas ou com as indicações do PLANAB.

Adiante os quadros 12 e 13 demonstram a quantidade de carregamentos nas exportações e nas importações, agrupados de acordo com as rotas ao longo de três meses.

EXPORTAÇÕES	MÊS 1 (LOTES)	MÊS 2 (LOTES)	MÊS 3 (LOTES)
Europa	1	3	
China	2		2
Golfo do México	2	2	3
Costa Oeste da América do Sul	1	1	2
Costa Oeste dos EUA	1	1	1
TOTAL	7	7	8

Quadro 12 - Distribuição das Cargas de Exportação por Destino

Fonte: O autor

IMPORTAÇÕES	MÊS 1 (LOTES)	MÊS 2 (LOTES)	MÊS 3 (LOTES)
África Mediterrânea	2	3	2
Costa Oeste da África	3	5	4
Golfo Pérsico	4	2	4
TOTAL	9	10	10

Quadro 13. Distribuição das Cargas de Importação por Origem

Fonte: O autor

Um carregamento de 950.000 barris corresponde à capacidade de um navio Suezmax. São poucos os clientes que tem estrutura para receber navios VLCC, com volumes em torno de 2.000.000 de barris. Há casos de transporte de volumes maiores quando se combinam cargas de vários clientes ou fornecedores localizados em uma mesma rota.

A primeira solução, obviamente ineficiente, é a terceirização total da atividade de transporte, considerando-se que cada carga é realizada por um navio Suezmax contratado em VCP ou em COA, conforme o quadro adiante:

	MÊS 1 (NAVIOS)	MÊS 2 (NAVIOS)	MÊS 3 (NAVIOS)	TOTAL (NAVIOS)
IMPORTAÇÃO	9.16	9.79	9.47	28.42
EXPORTAÇÃO	7.26	7.58	7.26	22.11
TOTAL	16.42	17.37	16.74	50.53

Quadro 14. Frota VCP para atender demanda de transporte em longo curso

Fonte: O autor

O dimensionamento indica 17 navios do porte suezmax para atender à necessidade no mês 1, cerca de 18 no mês 2 e, por fim, outros 17 no mês 3, totalizando 51 navios no período. Para reduzir os custos de transporte, um navio do porte VLCC pode realizar o transporte realizado por 2 navios do porte Suezmax. A escolha pelo transporte em VLCC está vinculada à existência de infra-estrutura compatível com o porte do navio nos terminais e ao mercado de fretes no momento da contratação do transporte.

Nos casos de importação na Costa Oeste da África, é possível combinar cargas em dois pontos. Da mesma forma, dado o grande mercado consumidor europeu, é possível atender dois clientes com um mesmo navio. As exportações em VLCC requerem a montagem mediante realização de 2 transbordos em terminal aquaviário, a partir de navios Suezmax. Esta operação demanda maior tempo de parada no Brasil, uma vez que há apenas dois portos compatíveis com navios desta magnitude, com taxas de ocupação de píer elevadas.

Grandes distâncias constituem um fator importante na utilização de VLCC. Vendas para a China somente se concretizam com o emprego destes navios, que

aproveitam o retorno para carregar petróleo importado no Golfo Pérsico, permitindo uma redução no preço venda ao cliente final devido ao ganho com o frete.

O quadro 15 apresenta o tempo de ciclo para cada rota e porte de navio, discriminando os tempos de viagem (Tv) e de parada (Tp) em cada rota, tanto de exportação como de importação, expressos em dias.

	Tv	Tp	Tempo de Ciclo (dias)		Var (%) VL/SUEZ
			VLCC	SUEZMAX	
Europa	17	3	46	40	15%
China	35	4	84	77	9%
Golfo do México	14	3	40	34	18%
Costa Oeste da América do Sul	13	6	-	35	
Costa Oeste dos EUA	27	5	-	62	
África Mediterrânea	16	3	44	38	16%
Costa Oeste da África	11	3	34	28	21%
Golfo Pérsico	26	5	68	60	13%

Quadro 15. Tempo de ciclo nas rotas de Longo Curso

Fonte: O autor

Assume-se que o tempo de parada é o mesmo tanto para os terminais do Brasil quanto para os do exterior, variando apenas em função da rota. Os tempos de carga e descarga de um VLCC equivalem ao dobro dos verificados para um navio Suezmax. Isto porque há carregamentos por transbordos, descargas para navios menores e, ainda, possibilidade de descarga em mais de um porto no destino em função do grande volume transportado.

Notar que não há tempo de ciclo de VLCC na América do Sul e tampouco na Costa Oeste dos EUA pela incompatibilidade das instalações portuárias dos clientes. Outro ponto importante é que o tempo de ciclo de um VLCC supera em torno de 20% o observado para um suezmax, porém este último é capaz de movimentar o dobro da quantidade. Isto confere uma economia de escala no transporte significativa, que acarreta uma maior rentabilidade do negócio.

A Cadeia de Suprimentos de Petróleo e Derivados é caracterizada pelo fluxo contínuo. Os navios da frota operam de forma ininterrupta e, portanto, refletem uma oferta de serviços de transporte em um dado período de tempo. A partir dos

tempos de ciclo expostos no quadro 15 acima, obtém-se a demanda total em dias por porte de navio no período de 90 dias, considerando-se o somatório dos carregamentos por porte de navio, constantes nos quadros 16 e 17.

EXPORTAÇÕES	SUEZ (NAVIOS)	VLCC (NAVIOS)	SUEZ (DIAS)	VLCC (DIAS)
Europa	4		160	0
China		2	0	168
Golfo do México	5	1	170	40
Costa Oeste da América do Sul	4		140	0
Costa Oeste dos EUA	3		186	0
TOTAL	16	3	656	208

Quadro 16. Demanda em dias de navios para exportação

Fonte: O autor

IMPORTAÇÕES	SUEZ (NAVIOS)	VLCC (NAVIOS)	SUEZ (DIAS)	VLCC (DIAS)
Africa Mediterrânea	7		266	0
Costa Oeste da África	12		336	0
Golfo Pérsico		5	0	340
TOTAL	19	5	602	340

Quadro 17. . Demanda em dias de navios para importação

Fonte: O autor

A demanda por transporte, expressa em dias indica a necessidade de transporte que deve ser disponibilizada durante o horizonte operacional de 90 dias. A quantidade final de navios para a execução dos serviços acordados é dada pela razão entre a soma das demandas de importação e exportação pelo horizonte de análise, ou seja, 90 dias. Esta frota, então, passa ser utilizada com retorno em lastro para o Brasil e é composta da seguinte forma:

	SUEZ (NAVIOS)	VLCC (NAVIOS)	TOTAL (NAVIOS)
IMPORTAÇÃO	7	4	11
EXPORTAÇÃO	8	3	11
TOTAL	15	7	22

Quadro 18. Frota com retorno dos navios vazios

Fonte: O autor

Nesta solução a frota foi reduzida para 22 navios, dos quais 5 são do porte VLCC. No entanto, há possibilidade de aumentar a eficiência da frota mediante a combinação de rotas de importação e exportação. Um navio que porventura saia do Brasil com uma carga a ser exportada pode realizar uma importação ao invés de retornar vazio. O conceito de ganho do modelo de Clarke e Wright indica ser adequado para a mensuração da economia proveniente da atividade de programação de navios.

Na rota até a China, onde o transporte costuma ser realizado somente por VLCC, o tempo de ciclo é bem próximo ao horizonte de 90 dias e, ainda, há a possibilidade de uso do navio para um carregamento no Golfo Pérsico durante o retorno ao Brasil, sem um desvio de rota significativo. Já com relação à Costa Oeste dos EUA, há a possibilidade de concatenar os tempos de ciclo com a Costa Oeste da África no mês 3. A posição geográfica do Brasil, neste caso, é favorável, pois há possibilidade de permuta de um navio da cabotagem no mês 3 até o retorno do navio utilizado na exportação no primeiro mês, visto que o tempo de ciclo desta rota é mais curto.

Com o objetivo de maximizar a eficiência da frota ao longo do período, um navio pode executar até dois serviços consecutivos mediante a combinação de um destino de exportação com uma origem de importação. A partir destas combinações, podem-se calcular os ganhos no tempo de ciclo e assim, deduzir da necessidade levantada na solução anterior, que considerava o retorno dos navios vazios.

O tempo de ciclo é composto pelo tempo de viagem do Brasil até o destino da exportação, tempos de carga e descarga nos terminais do Brasil e do exterior, tempo de viagem entre o porto de exportação e o de importação e, finalmente, o tempo de viagem do terminal de importação até o Brasil. Os ganhos decorrentes desta roteirização podem ser observados nos quadros 19 e 20, para navios Suezmax e VLCC, respectivamente. As demais combinações não apresentaram ganhos significativos, pois o veículo passa muito perto da costa brasileira durante seu trajeto.

ROTAS SUEZMAX	d(d-i) DIAS	d(d-j) DIAS	d(i-j) DIAS	S(i,j) DIAS
Europa - África Med	17	16	3	30
Europa - Oeste da África	17	11	6	22
Golfo do México - África Med	14	16	11	19
Golfo do México - Oeste da África	14	11	13	12
Costa Oeste EUA - Oeste da África	27	11	33	5
Costa Oeste AS - Oeste da África	13	11	19	5

Quadro 19. Ganho Clarke e Wright nas rotas de Suezmax

Fonte: O autor

ROTAS VLCC	d(d-i) DIAS	d(d-j) DIAS	d(i-j) DIAS	S(i,j) DIAS
China - Golfo Pérsico	35	26	11	50
Europa - África Med	17	16	3	30
China - Oeste da África	35	11	22	24
Europa - Oeste da África	17	11	6	22
Golfo do México - África Med	14	16	11	19
Golfo do México - Oeste da África	14	11	13	12

Quadro 20. Ganho Clarke e Wright nas rotas de VLCC

Fonte: O autor

Os roteiros não podem ultrapassar dois pontos consecutivos no exterior, sendo um para a descarga de produto exportado e outro para a carga de produto importado, pois a capacidade de carregamento dos navios é equivalente ao lote contratado. O ponto de partida e de chegada do ciclo é o terminal T-1 localizado no Brasil.

Admitindo-se a possibilidade de combinação de todas as cargas de exportação, o ganho total segundo o conceito de ganho de Clarke e Wright pode ser visualizado no quadro 21 adiante.

		EXP	7	7	8	
	ROTAS SUEZMAX	S(i,j) DIAS	ROTAS MÊS 1	ROTAS MÊS 2	ROTAS MÊS 3	GANHO TOTAL DIAS
ROTAS SUEZMAX	Europa - África Med	30	1	2		90
	Europa - Oeste da África	22		1		22
	Golfo do México - África Med	19	2			38
	Golfo do México - Oeste da África	12			3	36
	Costa Oeste EUA - Oeste da África	5	1	1	2	20
	Costa Oeste AS - Oeste da África	5	1	1	1	15
ROTAS VLCC	China - Golfo Pérsico	50	1		1	100
	Europa - África Med	30				0
	China - Oeste da África	24				0
	Europa - Oeste da África	22				0
	Golfo do México - África Med	19		1		19
	Golfo do México - Oeste da África	12				0

Quadro 21. Ganho Clarke e Wright no longo curso

Fonte: O autor

O ganho em dias implica uma economia de 2 navios Suezmax e 1 VLCC sobre a solução com retorno vazio, de acordo o quadro 22.

	SUEZ (NAVIOS)	VLCC (NAVIOS)	TOTAL (NAVIOS)
IMPORTAÇÃO	7	4	11
EXPORTAÇÃO	8	3	11
TOTAL	15	7	22
GANHO EM NAVIOS	2	1	4
FROTA CLARK E WRIGHT	13	6	19

Quadro 22. Solução Clarke e Wright longo curso

Fonte: O autor

É interessante notar que a economia em navios é tanto maior quanto os ganhos em dias. Rotas com ganhos baixos, como as da Costa Oeste Americana não demonstram atratividade, podendo ser privilegiadas no emprego de navios contratados em VCP, caso necessário. Em contrapartida, a rota de exportação para China com aproveitamento de importação no Golfo Pérsico impulsiona sobremaneira a produtividade da frota.

Os impactos decorrentes de grandes incrementos na demanda, ou indisponibilidade de algum recurso crítico, podem ser mitigados mediante a contratação de mais navios em VCP. Em contrapartida, em caso de queda na demanda, pode-se sublocar um navio ocioso no mercado internacional de fretes,

prática comum no mercado de curto prazo e que recebe a denominação de *Charter Out*. O importante é estar atento às oportunidades para aproveitar momentos de taxas mais baixas para a contratação de navios por períodos mais extensos, bem como as tendências de alta para disponibilizar capacidade de transporte com remuneração mais atrativa.

5.3.2. Cabotagem

O serviço de cabotagem consiste estritamente na atividade de aliviar a produção de petróleo nas plataformas marítimas e descarregá-la nos terminais aquaviários. As distâncias envolvidas na cabotagem são ínfimas se comparadas àquelas envolvidas no transporte de Longo Curso.

Além disso, há uma questão de compatibilidade entre navio e plataforma. Sendo assim, a frota será dimensionada considerando-se dois tipos de navio já mencionados: o DP e o convencional. O dimensionamento de uma frota DP com capacidade excedente é uma premissa deste estudo, uma vez que estes navios geralmente são contratados em modalidade *Bareboat*, durante prazos relativamente longos. Além disso, algumas plataformas não podem ser escoadas por navios conveniconais.

A demanda a ser atendida equivale à produção de petróleo de cada plataforma, que por sua vez pode ser considerada como um ponto de coleta. Os 3 terminais, T-1, T-2 e T-3 formam os pontos de partida dos roteiros.

O terminal T-3 possui restrições de calado fazendo com que o maior navio compatível seja o porte Aframax. O ponto P-9 atende exclusivamente o depósito T-2. Utilizando-se estes parâmetros, pode-se avaliar o impacto da variação do volume carregado no tempo de ciclo, e, conseqüentemente, propor uma solução mais coerente à realidade operacional. Serão analisados três cenários:

- Lote Máximo: volume equivalente à capacidade máxima de carga do navio.
- Lote Mínimo: metade da carga do navio ou o máximo disponível na plataforma nos casos com menor capacidade de armazenagem.

- Lote Médio: a média aritmética simples entre o Lote Mínimo e a capacidade máxima da plataforma.

Cabe ressaltar que os diferentes tamanhos de lotes implicam que o atendimento das plataformas será realizado por navios de portes diferentes: Aframax e Suezmax. De acordo com o tamanho de lote de cada plataforma é definido o porte de navio ideal para a operação na mesma. Isto implica que todo alívio será realizado por apenas um porte de navio previamente estabelecido, em consonância com o lote de carregamento.

Com relação ao tipo de navio, são permitidos alívios por navios convencionais somente nos pontos P-1 a P-6, P-17 e P-20. Nos restantes, o navio deve, obrigatoriamente, ser tipo DP. O porte destes navios, bem como o volume carregado, deve respeitar as restrições dos terminais de destino.

O *headway* (H) de cada plataforma varia em função de dois parâmetros, a saber: o lote de carregamento e a produção de petróleo. Em um regime de fluxo contínuo sem interrupções, o volume de carregamento define qual será o intervalo de passagem entre dois veículos consecutivos. A capacidade de armazenamento na plataforma pode ser utilizada apenas até a realização do primeiro *offloading*. O cálculo do *headway* (H) é, portanto, uma consequência dos volumes carregados pelos navios. Utilizando-se a equação referenciada na seção 4.2 deste documento, considerando-se que o tempo de ciclo e a produção estão sujeitos a um regime estacionário, temos o cálculo do tamanho de frota, em número de navios.

Entretanto os tempos de ciclo são impactados principalmente pelo tempo de carregamento. Adiante será demonstrado o dimensionamento da frota necessária para realizar o escoamento da produção nacional de petróleo em alto mar considerando três cenários com quantidades diferentes de petróleo transportadas pelos navios.

5.3.2.1. Lote Máximo

A busca pelo lote máximo é uma forma de otimizar a utilização dos recursos disponíveis. Neste cenário é considerado que todos os navios sairão da plataforma

no momento em que estiverem à plena carga. Alguns pontos, conforme demonstra o quadro 23 abaixo, possuem limitações de tancagem, que demandam maior tempo de carregamento, enquanto aguardam a complementação do volume a ser transferido. Esta situação fica evidenciada no quadro 23 para os pontos P-1 e P-20, com tempo de ciclo da ordem de 10 dias.

PLATAFORMA	PORTE	TIPO	HEADWAY (DIAS)	TC	NAVIOS
P-1	AFRAMAX	CONV	6.34	10.33	1.63
P-2	SUEZMAX	CONV	20.62	5.95	0.29
P-3	SUEZMAX	CONV	15.33	5.95	0.39
P-4	SUEZMAX	CONV	11.50	9.56	0.83
P-5	SUEZMAX	CONV	10.22	5.56	0.54
P-6	SUEZMAX	CONV	11.88	5.56	0.47
P-7	SUEZMAX	DP	6.38	5.56	0.87
P-8	SUEZMAX	DP	6.37	5.56	0.87
P-9	SUEZMAX	DP	9.62	8.56	0.89
P-10	SUEZMAX	DP	6.39	5.38	0.84
P-11	SUEZMAX	DP	11.32	5.42	0.48
P-12	AFRAMAX	DP	20.69	7.00	0.34
P-13	SUEZMAX	DP	39.23	5.56	0.14
P-14	SUEZMAX	DP	15.35	5.42	0.35
P-15	SUEZMAX	DP	16.02	5.42	0.34
P-16	SUEZMAX	DP	24.09	5.42	0.22
P-17	SUEZMAX	CONV	53.57	5.56	0.10
P-18	SUEZMAX	DP	27.14	6.06	0.22
P-19	SUEZMAX	DP	27.96	5.92	0.21
P-20	SUEZMAX	DP	11.20	9.88	0.88

Quadro 23. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote máximo

Fonte: O autor

Com exceção dos pontos P-1 e P-12 que se destinam ao terminal T-3, todas as demais plataformas são atendidas por navios Suezmax. O depósito T-2, por sua vez, é atendido exclusivamente pela plataforma P-9, como mencionado anteriormente. O restante dos carregamentos se destina ao terminal T-1. Deste modo, espera-se um tempo de parada maior, aguardando a formação do lote e, por conseguinte, impactando na eficiência da frota. O resultado, portanto, indica uma frota concentrada em navios de maior porte:

	SUEZMAX	AFRAMAX	TOTAL
CONVENCIONAL	2.6	1.6	4.3
DP	6.3	0.3	6.7
TOTAL	8.9	2.0	10.9

Quadro 24. Frota Plena Carga

Fonte: O autor

Um navio DP pode executar o serviço de um navio convencional. A recíproca, porém não é verdadeira. Os serviços prestados por um navio DP conferem maior flexibilidade de alívio quando comparado ao convencional. Sendo assim, a melhor alternativa é contratar uma frota DP a maior. O número de navios DP seria 7 Suezmax e 1 Aframax. A frota convencional é de 2 Suezmax e 1 Aframax.

A criação de roteiros combinando mais de uma plataforma, neste caso, não é viável, visto que o lote de carregamento em plataformas utilizado já corresponde à máxima capacidade dos navios.

5.3.2.2. Lote Mínimo

É o carregamento do menor volume possível, entre a metade da capacidade de um navio e a capacidade máxima de transferência da plataforma. Quando a disponibilidade útil de uma plataforma for inferior à meia carga de algum navio, Suezmax ou Aframax, o lote será o volume máximo disponível na plataforma. O lote, então, se torna uma função da disponibilidade máxima de petróleo na plataforma. A idéia é reduzir o tempo de carregamento nas plataformas, evitando que o navio permaneça parado por muito tempo aguardando formação do lote. Além disso, almeja-se definir um perfil da frota adequado às características dos ativos de produção para obter uma maior eficiência no transporte.

O ponto P-20 possui uma capacidade de armazenagem limitada, demandando maior tempo no carregamento. O Lote Mínimo para este ponto é de meia carga de um Aframax. Por outro lado, para que o navio não seja subutilizado, ou seja, retorne ao depósito com meia carga, cria-se um tamanho de lote complementar em uma plataforma cujo *headway* seja semelhante ao da P-20. A plataforma P-10, então, assume este papel, conforme demonstrado no quadro

23. O mesmo procedimento deve ser aplicado para os casos da P-12 e P-19, cujo destino final seria vinculado aos depósitos T-3 e T-1, alternadamente. O tempo de ciclo para estes pontos contempla que o tempo de carregamento e de viagem equivale à média aritmética dos dois terminais.

PLATAFORMA	TAMANHO DE LOTE (M3)	PRODUÇÃO (M3/DIA)	HEADWAY (DIAS)
P-1	100,000.00	15,771.00	6.34
P-2	80,000.00	7,275.00	11.00
P-3	80,000.00	9,786.00	8.17
P-4	80,000.00	9,008.00	8.88
P-5	80,000.00	14,675.00	5.45
P-6	80,000.00	12,628.00	6.34
P-7	80,000.00	23,495.00	3.40
P-8	80,000.00	23,530.00	3.40
P-9	80,000.00	15,598.00	5.13
P-10	70,000.00	22,834.00	3.07
P-11	80,000.00	13,250.00	6.04
P-12	50,000.00	4,834.00	10.34
P-13	80,000.00	3,824.00	20.92
P-14	80,000.00	9,770.00	8.19
P-15	80,000.00	9,364.00	8.54
P-16	80,000.00	6,226.00	12.85
P-17	80,000.00	2,800.00	17.86
P-18	80,000.00	5,526.00	14.48
P-19	50,000.00	5,364.00	9.32
P-20	28,240.00	8,925.00	3.16

Quadro 25. Lote mínimo de carregamento por plataforma

Fonte: O autor

Notar que para os pontos P-1 a P-6 não foi possível realizar a quebra de lote, pois o tipo de navio convencional não permite este procedimento. Cada ponto da rede é atendido por um tipo e um porte de navio ideal, de modo que haja compatibilidade entre o recurso, ponto de carregamento e o destino de descarga.

PLATAFORMA	PORTE	TIPO	HEADWAY (DIAS)	TC	NAVIOS
P-1	AFRAMAX	CONV	6.34	10.33	1.63
P-2	SUEZMAX	CONV	20.62	5.95	0.29
P-3	SUEZMAX	CONV	15.33	5.95	0.39
P-4	SUEZMAX	CONV	16.65	5.73	0.34
P-5	SUEZMAX	CONV	10.22	5.56	0.54
P-6	SUEZMAX	CONV	11.88	5.56	0.47
P-7	SUEZMAX	DP	3.40	4.91	1.44
P-8	SUEZMAX	DP	3.40	4.91	1.44
P-9	SUEZMAX	DP	5.13	7.91	1.54
P-10	SUEZMAX	DP	3.07	4.75	1.55
P-11	SUEZMAX	DP	6.04	4.83	0.80
P-12	AFRAMAX	DP	10.34	6.58	0.64
P-13	SUEZMAX	DP	20.92	4.91	0.23
P-14	SUEZMAX	DP	8.19	4.83	0.59
P-15	SUEZMAX	DP	8.54	4.83	0.57
P-16	SUEZMAX	DP	12.85	4.83	0.38
P-17	SUEZMAX	DP	17.86	4.63	0.26
P-18	SUEZMAX	DP	14.48	5.41	0.37
P-19	AFRAMAX	DP	9.32	5.08	0.55
P-20	AFRAMAX	DP	3.16	5.84	1.85

Quadro 26. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote mínimo

Fonte: O autor

A solução inicial, a princípio sem o emprego da heurística de roteamento de Clarke e Wright, é composta por uma frota total de 17 navios. Neste caso, 10 são navios tipo DP, dos quais 2 são do porte Aframax. Os 7 navios restantes são convencionais, subdivididos em 5 Suezmax e 2 Aframax, conforme indica o quadro 27.

	SUEZMAX	AFRAMAX	TOTAL
CONVENCIONAL	2.0	1.6	3.7
DP	7.6	4.6	12.2
TOTAL	9.7	6.2	15.9

Quadro 27. Solução inicial com carga de lote mínimo

Fonte: O autor

Considerando-se que o serviço executado pelo Aframax convencional é uma limitação da infra-estrutura, ou seja, somente navios deste porte podem atender ao terminal T-3, não há a possibilidade de substituição por Suezmax. Sendo assim, a frota total deve ser composta por um navio a mais que o total previsto no quadro 27.

Há restrições de recebimento de alguns petróleos nos depósitos T-2 e T-3, limitando as alternativas de rotas. Deste modo, para garantir o atendimento da demanda de todos os terminais, assim como as restrições de absorção de cada petróleo, a criação dos roteiros é influenciada por três fatores preponderantes:

- A compatibilidade entre o navio e a plataforma ou terminal
- A viabilidade de processamento do tipo de petróleo por parte da refinaria
- O *headway* da plataforma

T-2 é capaz de absorver somente os petróleos oriundos das plataformas P-9 e P-11. Já T-3, recebe somente aqueles provenientes de P-12 e P-19. Deste modo, a criação de roteiros ficou restrita a 7 combinações de rotas conforme explícito no quadro 28.

ROTA	GANHO (DIAS)	PORTE	Nº CICLOS	GANHO (NAVIOS)
T1 - P20 - P10 - T1	1.0	AFRAMAX	5.84	0.19
T1 - P7 - P8 - T1	0.5	SUEZMAX	6.11	0.10
T2 - P9 - P11 - T2	2.5	SUEZMAX	3.79	0.32
T1 - P14 - P15 - T1	0.5	SUEZMAX	6.21	0.10
T3 - P12 - P19 - T3	1.5	AFRAMAX	4.56	0.23
T1 - P13 - P17 - T1	0.5	SUEZMAX	6.21	0.10
T1 - P16 - P18 - T1	1.0	SUEZMAX	5.55	0.18

Quadro 28. Lista de Ganhos na cabotagem segundo procedimento de Clarke e Wright

Fonte: O autor

A combinação das plataformas em um mesmo roteiro deve respeitar a proporcionalidade da produção, de modo que o intervalo de tempo entre uma operação e outra seja praticamente o mesmo. É importante ressaltar que a demanda por transporte varia de acordo com o produto entre o ganho de tempo pela inclusão de um ponto ao roteiro e o número de ciclos possíveis dentro do período de análise. A frota total descontando os ganhos advindos do roteamento pode ser visualizada no quadro 29.

	SUEZMAX	AFRAMAX	TOTAL
CONVENCIONAL	2.0	1.6	3.7
DP	6.8	4.2	11.0
TOTAL	8.8	5.8	14.6

Quadro 29. Frota com carregamento de lote mínimo

Fonte: O autor

A nova frota que contempla roteiros com 2 pontos de coleta passa a ser composta por 15 navios, dos quais 12 são do tipo DP, 7 Suezmax e 5 Aframax. Dos 3 convencionais restantes, apenas 1 é do porte Aframax. Verifica-se uma economia de 2 navios frente à solução inicial ineficiente, impulsionada principalmente pelo emprego de navios do tipo DP em rotas convencionais.

5.3.2.3. Lote Médio

O Lote Médio consiste na média aritmética simples entre a capacidade máxima disponível na plataforma e o lote mínimo expostos anteriormente. Este valor permite a realização de um sequenciamento de operações mais ágil, reduzindo o tempo de parada entre os pontos e, consequentemente, o estoque em trânsito. Na prática este cenário é mais condizente com as situações cotidianas.

Espera-se com isso uma maior confiabilidade no suprimento de petróleo aos depósitos, já que se vislumbra um tempo médio de ciclo menor. Por outro lado, espera-se uma eficiência em menor grau, causada pela praça morta no carregamento e pela impossibilidade de roteamento, já que em alguns casos o volume excede à metade da capacidade de um navio.

Para reduzir este efeito, é possível estabelecer um porte de navio menor, mais adequado e que permite a redução da praça morta, garantindo maior flexibilidade nas operações de alívio nas plataformas e na descarga nos depósitos. Em relação aos pontos, os lotes de carga são dados no quadro a seguir.

PLATAFORMA	TAMANHO DE LOTE (M3)	PRODUÇÃO (M3/DIA)	HEADWAY (DIAS)
P-1	110,000.00	15,771.00	6.97
P-2	166,770.00	7,275.00	22.92
P-3	158,836.00	9,786.00	16.23
P-4	126,780.00	9,008.00	14.07
P-5	170,000.00	14,675.00	11.58
P-6	152,500.00	12,628.00	12.08
P-7	137,500.00	23,495.00	5.85
P-8	120,000.00	23,530.00	5.10
P-9	115,992.00	15,598.00	7.44
P-10	108,000.00	22,834.00	4.73
P-11	151,000.00	13,250.00	11.40
P-12	96,445.50	4,834.00	19.95
P-13	145,000.00	3,824.00	37.92
P-14	159,000.00	9,770.00	16.27
P-15	152,000.00	9,364.00	16.23
P-16	150,000.00	6,226.00	24.09
P-17	100,000.00	2,800.00	35.71
P-18	146,835.00	5,526.00	26.57
P-19	122,200.00	5,364.00	22.78
P-20	64,120.00	8,925.00	7.18

Quadro 30. Lote médio de carregamento por plataforma

Fonte: O autor

Os pontos P-1 a P-6, P-17 e P-20 são atendidos por navios convencionais. Nos restantes, o navio deve, obrigatoriamente, ser tipo DP. Cabe ressaltar que alguns pontos possuem tamanho de lote inferior ao de um navio Suezmax. O porte de navio ideal será definido conforme o tamanho de lote disponível na plataforma, conforme dados a seguir:

PLATAFORMA	PORTE	TIPO	HEADWAY (DIAS)	TC	NAVIOS
P-1	AFRAMAX	CONV	6.97	10.75	1.54
P-2	SUEZMAX	CONV	22.92	6.15	0.27
P-3	SUEZMAX	CONV	16.23	6.06	0.37
P-4	SUEZMAX	CONV	14.07	5.49	0.39
P-5	SUEZMAX	CONV	11.58	5.74	0.50
P-6	SUEZMAX	CONV	12.08	5.58	0.46
P-7	SUEZMAX	DP	5.85	5.44	0.93
P-8	SUEZMAX	DP	5.10	5.28	1.03
P-9	SUEZMAX	DP	7.44	8.24	1.11
P-10	AFRAMAX	DP	4.73	5.07	1.07
P-11	SUEZMAX	DP	11.40	5.43	0.48
P-12	AFRAMAX	DP	19.95	6.97	0.35
P-13	SUEZMAX	DP	37.92	5.51	0.15
P-14	SUEZMAX	DP	16.27	5.49	0.34
P-15	SUEZMAX	DP	16.23	5.43	0.33
P-16	SUEZMAX	DP	24.09	5.42	0.22
P-17	AFRAMAX	CONV	35.71	5.09	0.14
P-18	SUEZMAX	DP	26.57	6.03	0.23
P-19	SUEZMAX	DP	22.78	5.69	0.25
P-20	AFRAMAX	CONV	7.18	10.65	1.48

Quadro 31. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote médio

Fonte: O autor

É de suma importância salientar que alguns pontos requerem o emprego de navios de menor porte, uma vez que o volume de petróleo disponível para a realização do alívio está limitado à capacidade da plataforma. Isto ocorre porque é necessário o alívio ao menos um dia antes de atingir o máximo da capacidade, para evitar perdas ou reduções na produção de petróleo.

Os pontos P-1, P-10, P-12, P-17 e P-20 são atendidos por navios Aframax, dado que o tamanho de lote é inferior à capacidade do navio. Assume-se para as demais plataformas que o alívio será realizado por navios Suezmax respeitando-se o volume definido no quadro 30. Espera-se com isso uma melhor aderência ao cenário real, que muitas vezes requer um dinamismo maior na programação de navios.

	SUEZMAX	SUEZMAX	TOTAL
CONVENCIONAL	2.0	3.2	5.2
DP	5.1	1.4	6.5
TOTAL	7.1	4.6	11.6

Quadro 32. Frota com carregamento de lote médio

Fonte: O autor

A frota é composta por 8 navios do porte Suezmax, sendo 6 do tipo DP. Em adição, tem-se 5 navios Aframax, sendo 2 do tipo DP, totalizando 13 navios. Como nem sempre os navios carregam lotes iguais à sua capacidade, há folga operacional na capacidade de transporte. Sendo assim, a demanda excedente a uma frota formada por 7 navios do porte Suezmax poderia ser atendida pela frota de 5 Aframax, perfazendo o total de 12. Para isso, é necessário, além de uma capacidade ociosa, um bom desempenho dos recursos em termos de confiabilidade.

5.3.3. Frota Total

Comparando-se os três cenários simulados na atividade de cabotagem, é possível verificar que o emprego de técnicas de roteamento no cenário de lote médio acarreta menor ganho que a maximização do lote de carga, conforme demonstra o quadro 33.

CENÁRIO	CABOTAGEM		LONGO CURSO		TOTAL
	SUEZMAX	AFRAMAX	VLCC	SUEZMAX	
LOTE MÁXIMO	9	2	6	13	30
LOTE MÉDIO	7	5	6	13	31
LOTE MÍNIMO	9	6	6	13	34

Quadro 33. Frota de longo curso e cabotagem

Fonte: O autor

A variação da frota se deve, principalmente, ao curto tempo de viagem entre os pontos de coleta e os terminais de descarga (entre 24 e 72 horas), assim como o grande tempo de parada em cada ponto da malha. Apesar da proximidade entre os pontos dentro da zona, verifica-se um tempo de *setup* elevado, superior ao tempo de viagem entre dois pontos de coleta. Neste tempo estão inclusos os trabalhos de aproximação da embarcação junto à plataforma, a conexão dos mangotes de carregamento e, finalmente, os testes de confiabilidade dos equipamentos de alívio. Tais testes são de extrema importância, pois garantem a segurança da operação, evitando derramamentos em alto mar, o que provocaria consequências

danosas para o meio ambiente e para a imagem da empresa no cenário econômico mundial.

Em contrapartida, a maximização dos lotes de carga indica um aumento no estoque imobilizado. Silva (2006) mensura que o custo do estoque imobilizado nas plataformas gira em torno de 20% do custo total de operação, enquanto a frota responde por cerca de 50%, aproximadamente. Sob esta ótica, avaliando a variação de 4 navios em uma frota de 34, pouco mais de 10%, refletirá um incremento no custo operacional frente uma redução no estoque imobilizado em virtude da redução no custo de armazenagem, resultado de um lote médio menor.

Em muitas ocasiões, o tamanho de lote pode sofrer influência de fatores alheios à questão de eficiência. A limitação de carregamentos em, no máximo, 2 pontos subsequentes, restringe as alternativas de roteamento, além das limitações do tipo de petróleo a ser suprido em cada terminal da rede. Face a isto, há situações em que a eficiência é relegada a um plano inferior, afinal o que está em jogo é a rentabilidade do negócio como um todo.

A atividade de Logística, então, deve primar por estabelecer prioridades e maximizar o resultado global. Decisões desta natureza são tomadas para reduzir as perdas ao longo da Cadeia de Suprimentos. A perda de refino de petróleo, por exemplo, pode não implicar em uma venda menor no curto prazo, mas pode levar à importação de um produto final de maior valor agregado em um momento posterior. A perda, para este caso, recai sobre as diferenças entre as margens de contribuição dos produtos comercializados, além dos efeitos da variação das cotações no mercado futuro.

A frota, por conseguinte, tem papel estratégico e funciona como ferramenta reguladora da atividade de suprimento de petróleo às refinarias. Visualizada sua importância, a escolha por qual alternativa seguir passa a ser consequência do nível de serviço desejado.

Incertezas futuras, indisponibilidades dos recursos e outros problemas operacionais também devem ser avaliados no momento da tomada de decisão. As perspectivas de frete, assim como o valor do petróleo e seus derivados no mercado internacional, são fundamentais nesta avaliação.