

SINTHIA CABRAL DE FREITAS AMARAL

**TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS PARA OPERAÇÕES OFFSHORE
DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS**

**São Paulo
2012**

SINTHIA CABRAL DE FREITAS AMARAL

**TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS PARA OPERAÇÕES OFFSHORE
DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS**

Trabalho de Formatura em Engenharia de
Petróleo do curso de graduação do
Departamento de Engenharia de Minas e
Petróleo da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. André Bergsten Mendes

**São Paulo
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA

Amaral, Sinthia Cabral de Freitas

Transporte de suprimentos para operações offshore de exploração e produção de petróleo e gás / S.C.F. Amaral. -- São Paulo, 2012.

p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

1.Operações de transportes 2.Transporte marítimo 3.Embarcações de apoio I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo II.t.

A Deus e à minha família, sempre presentes
prontos a ajudar e repreender, que tornaram
essa conquista e tantas outras possíveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me sustentar em todos os passos da minha caminhada.

Ao Prof. Dr. André Bergsten Mendes que com sua orientação esteve presente desde a escolha do tema à conclusão do trabalho com observações pertinentes e conteúdo essencial.

À Petrobrás por fornecer o material que viabilizou esse trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelo ótimo convívio e apoio durante o curso.

À minha família pelo apoio e orações.

Aos meus queridos amigos por estarem sempre presentes.

RESUMO

Para que qualquer sistema de exploração e produção de petróleo no mar, tenha sucesso, é necessário contar com um sistema de apoio logístico que possa suprir as necessidades das unidades marítimas e evitar a interrupção de suas atividades. Por restrição de espaço e de estabilidade, os suprimentos não podem ser armazenados em grande quantidade nas próprias unidades marítimas, devendo ser transportados regularmente a partir de um ponto de apoio no continente e devem ser entregues na quantidade certa e dentro do horário solicitado para todas as unidades marítimas.

Para o funcionamento do sistema logístico é necessário o planejamento da frota: composição da frota, determinação de quais embarcações da frota serão utilizadas para atender a demanda num tempo específico e o roteiro das embarcações, levando-se em conta todas as peculiaridades desse transporte. Definida a embarcação e o roteiro a ser seguido, é necessário, ainda, um planejamento de quais cargas serão transportadas na viagem específica e como alocá-las no convés, respeitando-se todas as restrições existentes. O objetivo deste trabalho é caracterizar cada um desses problemas e apresentar soluções presentes na literatura e/ou usadas pela Petrobrás e outras empresas do setor.

Palavras-Chave: Transporte de Suprimentos, Planejamento da Frota, Alocação de Carga no Convés; Embarcações de Apoio.

ABSTRACT

Offshore exploration and production systems demand a well designed logistic chain to support all the related activities in order to avoid the interruption of the activities. Because of area availability and stability constraints, the supplies can't be stored in large quantities in the maritime units, and must be regularly transported from land, in such a way that all the requested supplies arrive at the right destination in its time window.

In order to the logistic system work properly the following aspects must be studied: fleet size and composition necessary to attend the demand of supplies and the determination of the schedule of each vessel in the fleet considering all peculiarities of this kind of transport. Given a vessel and its corresponding route to be followed, it's necessary to select the cargos which will be transported on the specific trip and how it will be allocated on deck, observing all the existing operational constraints. The objective of this work is to characterize each of these problems and present solutions found in the literature and/or used by Petrobras and other oil companies.

Keywords: Supply Transportation; Fleet Planning; Cargo Stowage; Offshore Support Vessels.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. Introdução	7
2. Itens Transportados	8
3. Embarcações de Suprimentos	9
3.1. Supply Vessel – SV	10
3.2. Plataform Supply Vessel – PSV	11
3.3. Anchor Handling Tug Supply – AHTS	13
3.4. Fast Support and Intervention Vessels (FSIVs) e Crew Supply Vessels (CSVs)	14
3.5. MultiPurpose/Multi-Role Support Vessel – MPSV	15
4. Planejamento da Frota	15
4.1. Características do problema	15
4.2. Técnicas Utilizadas no Planejamento das Operações de Transporte.....	16
4.3. Modelo adotado pela BR.....	18
5. Seleção e Alocação de Cargas no convés	19
5.1. Características do problema	19
5.2. Modelo adotado atualmente pela BR	26
6. A Logística dos Suprimentos na Exploração de óleo e gás do Pré-Sal	30
7. Conclusão	31
8. Referências Bibliográficas.....	32
ANEXO A – Requisições de Transporte de 19/10/2012.....	34
ANEXO B – Informações de Navios utilizados no transporte de Suprimentos.....	35
ANEXO C – Atividades no SAP.....	36

1. Introdução

A exploração de petróleo *offshore*, ou seja, exploração de petróleo em alto mar foi fortemente impulsionada pela descoberta de reservas no Mar do Norte em 1969. A primeira crise do petróleo em 1973 corroborou para a aceleração do processo de desenvolvimento tecnológico para a exploração *offshore* visando diminuir a dependência dos países desenvolvidos em relação ao petróleo oriundo dos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP)¹.

Para lidar com o ambiente de exploração *offshore* os equipamentos foram deslocados às áreas alagadas o que levou à criação de ilhas artificiais ou plataformas de trabalho nas quais pudessem ser instalados os equipamentos de perfuração, coleta e transporte de petróleo. Isto passou a ser ainda mais necessário com o distanciamento dos poços de petróleo em relação à costa, requerendo infraestruturas complexas e autossuficientes, capazes de tornar unidades de produção independentes.

Primeiramente foram utilizadas estruturas que se apoiam ao fundo do mar (plataformas submersíveis) ou plataformas auto-elevatórias (*Jack-ups*) pautadas nas características de baixa lâmina d'água. Com o distanciamento da costa e consequente aumento da lâmina d'água, essas estruturas deixaram de ser viáveis e novos conceitos de embarcações e estruturas flutuantes para a exploração e produção de petróleo surgiram, como os navios sonda e as plataformas semi-submersíveis.

Nas últimas décadas o desenvolvimento tecnológico possibilitou a perfuração de poços com lâmina d'água com mais de 2000 metros, com um consequente afastamento da costa de até 300km, a exemplo das reservas do pré-sal. Da mesma forma que as plataformas evoluíram para atender as novas condições de trabalho, a distância da costa tornou necessário um eficiente apoio logístico para dar suporte às diversas fases das atividades *offshore*, como exploração, perfuração, engenharia, desenvolvimento do campo, produção, armazenamento/transporte, fechamento/remoção etc. de forma que essa atividade industrial fosse completa e produzisse os melhores resultados.

O sistema logístico de transporte de suprimentos à exploração e produção de petróleo *offshore* tem como finalidade prover matérias-primas ou produtos, em quantidades e tempos definidos, aos menores custos associados a níveis de serviços pré-estabelecidos. Esse sistema tem dois principais problemas a serem resolvidos para diminuição dos custos:

- O planejamento da frota de navios para abastecimentos de vários campos;
- Seleção das cargas que serão transportadas e alocação destas no convés em cada momento para a máxima da operação do navio.

Essa dissertação tem o objetivo de apresentar esses dois problemas com suas principais características, e apresentar soluções encontradas pela Petrobrás ou outras empresas do setor. Ainda faz parte do escopo do presente trabalho apresentar o Sistema de Apoio a

¹ OPEP: Organização dos Países Exportadores de Petróleo – foi fundada em 1960 pelo Irã, Iraque, Kuwait, Arábia Saudita e Venezuela. Posteriormente, filiaram-se o Catar (1961), Indonésia (1962), Líbia (1962), União dos Emirados Árabes (1967), Argélia (1969), Nigéria (1971), Equador (1973-1992) e Gabão (1975-1994). O seu objetivo é coordenar e unificar as políticas de preço, definir cotas de produção para os países membros, visando garantir uma oferta regular de petróleo que atenda aos seus interesses (políticos e econômicos).

Decisão (SAD) que está em desenvolvimento por meio de um convênio formado entre o CENPES e a USP para aperfeiçoar na alocação de cargas no convés.

Para alcançar esse objetivo o texto foi estruturado em capítulos. O capítulo 2 descreve os itens demandados pelas unidades marítimas e como são transportados nas embarcações. O capítulo 3 mostra as embarcações utilizadas no transporte de suprimentos. O capítulo 4 apresenta o problema de planejamento da frota mostrando suas características e técnicas utilizadas para conclusão. O capítulo 5 discorre sobre a seleção e alocação de cargas no convés apresentado as restrições do problema e o modelo adotado atualmente pela Petrobrás, bem como um projeto em desenvolvimento para otimização do transporte. O capítulo 6 apresenta os novos rumos do transporte de suprimentos para resolver o problema das longas distâncias encontradas no pré-sal. Finalmente, o capítulo 7 apresenta as conclusões deste trabalho e recomendação para o desenvolvimento de futuros trabalhos.

2. Itens Transportados

Quando existe a necessidade de algum tipo de suprimento, a unidade marítima gera uma Requisição de Transporte (RT) que contém uma série de dados que permitem o planejamento do transporte. No Anexo A pode ser visto o exemplo de algumas Requisições de Transporte (RTs) recebidas pela unidade de apoio.

Os suprimentos requeridos pelas RTs variam desde caixas de papelão, compactador de lixo a tubos, que podem ser classificadas em cargas de convés, e cargas líquidas (granéis) como água e diesel. As cargas de convés são dos mais variados tipos incluindo as cargas tipo rancho que se diferenciam pela sua característica perecível.

A carga de convés requisitada é transportada em contêineres que, ao contrário do que acontece no transporte regular de carga geral, não são padronizados, dificultando o arranjo das cargas no convés, de forma que a dimensão do contêiner precisa ser levada em conta no planejamento. A Figura 1 mostra alguns tipos de contêineres utilizados:

6'X6'X8' Mini Offshore Container (Option: Shelf) PLT-304

Length	1830	FT-IN	6'
Width	1830		6'
Height	2438		8'

10'Height Offshore Container PLT-364

Length	2991	FT-IN	10'
Width	2438		8'
Height	2591		8'6"

Equipment Offshore Container PLT-395

Length	4876	FT-IN	16'
Width	2438		8'
Height	2591		8'6"

Equipment Offshore Container PLT-217

Length	6058	FT-IN	20'
Width	2438		8'
Height	2591		8'6"

20'Height Offshore Container PLT-335

Length	6058	FT-IN	20'
Width	2438		8'
Height	2896		9'6"

Figura 1: Alguns tipos de contêineres para transporte offshore (Fonte: CIMC)

As cargas de água, granel e diesel são transportados em tanques específicos, muitas vezes no mesmo navio, como pode ser visto no item a seguir, mas o detalhamento desse transporte não está previsto no escopo desse trabalho.

3. Embarcações de Suprimentos

Existem vários tipos de embarcações de apoio com características diferentes que são criadas especialmente para atender às instalações de petróleo no mar. Segundo Mathedi (2010) as embarcações de apoio apresentam características básicas voltadas para aperfeiçoar sua operacionalidade, sendo empregadas desde os estudos preliminares de geologia até a remoção e fechamento de poços.

Mathedi (2010) explica ainda que essas embarcações dispõem de equipamentos capazes de atender não só às plataformas, mas também suas próprias necessidades, apresentando:

- Tanques para graneis líquidos (óleo combustível, água industrial, água potável, fluidos de perfuração, ácidos e outros);
- Silos ou tanques para graneis sólidos (cimento, baritina, etc.);
- Câmaras frigoríficas para gêneros alimentícios;
- Convés adequado ao transporte de carga em geral (tubos de perfuração, equipamentos, dutos, contêineres, etc.).

Brejon (2005) cita que as embarcações de apoio podem ser de uso misto (por exemplo, uma embarcação de combate a incêndio que também faz transporte de suprimentos). As embarcações de suprimentos são um tipo de embarcações de apoio que transportam cargas entre as bases terrestres e as unidades marítimas e também podem ser especializadas ou podem transportar cargas múltiplas. Por exemplo, um navio Supridor de Óleo só faz transporte desse tipo de carga, enquanto que os PSV (*Platform Supply Vessel*) transportam cargas múltiplas.

Atualmente o Brasil conta com uma frota de 429 embarcações de apoio marítimo (195 de bandeira brasileira e 234 estrangeiras) conforme a tabela a seguir:

Tabela 1: Perfil da Frota de Apoio Marítimo no Brasil (Fonte: ABEAM Julho/2012)

Classe	Brasileira	Estrangeira	Total
PSV	89	98	187
AHTS	17	84	101
LH/SV	51	4	55
Crew/FSV	17	10	27
OSRV	12	9	21
DSV/RSV	4	13	17
PLSV	2	10	12
MPSV	1	4	5
WSV	2	2	4
Total	195	234	429

As embarcações em destaque na tabela são utilizadas para o transporte de suprimentos. Pela sua função, umas das características mais importantes de uma embarcação de suprimento é a capacidade de manobra. As embarcações de suprimentos precisam efetuar operações de embarque e desembarque de materiais com segurança através de guindastes, por isso necessitam permanecer na mesma posição em relação às plataformas. Essas embarcações são detalhadas a seguir conforme descrição de Mathedi (2010) e Rose (2011).

3.1. Supply Vessel – SV

Os navios supridores (Figura 2) foram os precursores das embarcações de apoio existentes hoje no mercado offshore. Dessa forma, não possuem muita capacidade de manobra, já que atuavam em águas rasas.

Apresentam o convés principal livre para o transporte de cargas e suprimento; transportam em seu deck tubos e equipamentos e, em seus silos, suprimentos como: cimento, lama, salmoura, água doce, óleo diesel, granéis etc. Assim como a maioria dos navios de suprimento, apresentam a superestrutura à vante. Possuem tomadas de descarga de granéis líquidos e sólidos na parte de ré (popa) do convés principal e nos dois bordos, onde se conectam os mangotes das unidades.



Figura 2: Embarcação tipo SV (Fonte: Mathedi, 2010)

Há ainda uma versão menor dessas embarcações que desempenham as mesmas funções, porém com menor potência e menor capacidade de carga, 2.000HP e 300 TPB², respectivamente.

As características principais são:

- Dimensões menores que as dos navios PSV's (Item 3.2 abaixo) apresentando em geral de 30 a 80 metros de comprimento;
- Potência entre 2.000 e 3.000 HP;
- Capacidade de carga em torno de 1.500 TPB;
- Possuem normalmente 6 silos para armazenagem de grãos líquidos e sólidos;
- Propulsores laterais (Bow-Thrusters e Stern Thrusters);
- Função Principal: transporte de suprimentos.

3.2. Plataform Supply Vessel – PSV

Caracterizam-se por seus amplos espaços de convés e grande capacidade de manuseio de carga. É um navio supridor, projetado para operar em condições meteorológicas adversas (mar e tempo revoltos – acima de 5 na escala Beaufort³ - Figura 3). Possuem elevada capacidade de manobra com recursos de última geração em posicionamento dinâmico. Atualmente, essas embarcações estão se tornando maiores e incorporam habilidades específicas como contenção de derramamento de óleo e combate a incêndios.

² TPB: Tonelada de Porte Bruto é a capacidade que um navio pode embarcar considerando não apenas a carga comercial e a tripulação, mas tudo que é necessário à sua locomoção (combustível, água, etc.) e às sua tripulação (alimentação, higiene, bagagem, etc.).

³ Criada pelo Almirante inglês Sir Francis Beaufort, que varia de 0 a 12. A equivalência entre os números da escala e o vento foi estabelecida pela fórmula: $U = 1,87 \cdot B^{1,5}$, Onde U é a velocidade do vento em milhas náuticas por segundo e B é o número de Beaufort.



Figura 3: PSV da Maersk no Mar do Norte (Fonte: Mathedi, 2010)

Em geral, os navios PSVs transportam contêineres, equipamentos e tubos sobre o convés e abaixo deste o transporte de grânéis líquidos como lama, cimento, água, combustível e produtos químicos em tanques específicos. Normalmente apresentam superestrutura a vante assim como outros equipamentos, o que disponibiliza grande espaço a ré, além de deixar o convés principal mais acessível aos guindastes. A Figura 4 mostra diferentes PSV's presentes no mercado, onde é possível verificar configurações de compartimentos e arranjos distintos.

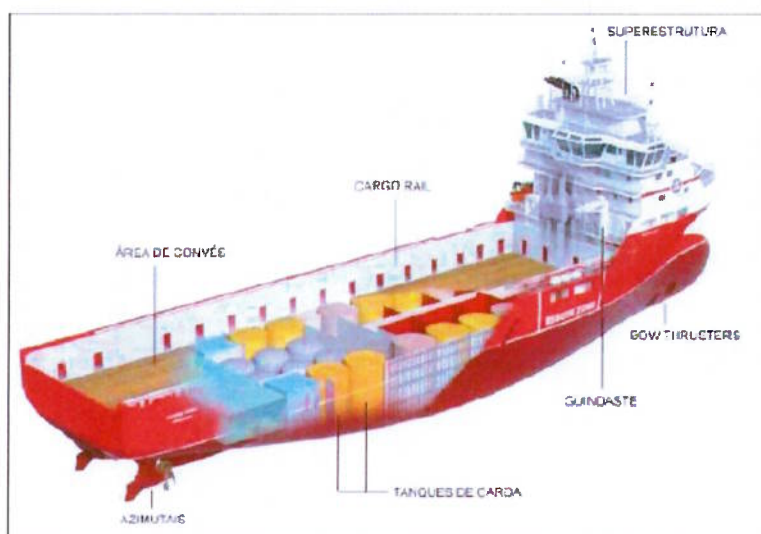


Figura 4: Modelos de PSV's disponíveis no mercado (Fonte: Kempin, 2012)

As características principais são:

- 60 a 100 metros de comprimento;
- 3.000 a 5.000 HP de potência;
- Capacidade de carga: acima de 3.000 TPB;
- Propulsores laterais (Bow-Thrusters e Estern Thrusters);
- Apoio a navios-sonda e embarcações maiores;
- Borda livre alta;
- Utilizado no apoio às plataformas de petróleo, transportando material de suprimento: cimento, tubos, lama, salmoura, água doce, óleo, granéis etc.

A descrição de navios PSV utilizados pela Petrobrás no transporte de carga geral pode ser visto no Anexo B.

3.3. Anchor Handling Tug Supply – AHTS

Os Navios de Reboque e Manuseio de Âncoras são utilizados também como barco supridor, porém com espaço mais limitados que em PSVs. O arranjo de convés destas embarcações é composto de equipamentos bastante especializados que servirão principalmente para ancoragem de plataformas, tais como guinchos de reboque e acessórios especiais. Alguns AHTs também são equipados com material de combate a incêndio e contenção de derramamento de óleo.

São normalmente identificados pelo tamanho de seu motor, em termos de potência efetiva (*brake horsepower*), ou sua força de tração estática, ou capacidade de reboque (*Bollard Pull*). A Figura 5 apresenta um exemplo de AHTS utilizado como navio supridor e a Figura 6 mostra um guincho de reboque de um navio AHTS.



Figura 5: AHTS com carga no convés (Fonte: Mathedi, 2010).

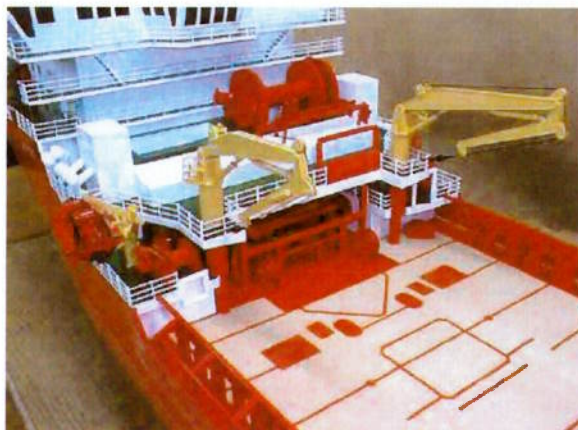


Figura 6: Detalhe da área do guincho de reboque de um AHTS (Fonte: Mathedi, 2010).

As características principais são:

- 60 a 80 metros de comprimento;
- Potência de 6.000 a 20.000 HP;
- Capacidade de carga acima de 2.000 TPB;
- Possuem impelidores laterais;
- Tripla função: manuseio de âncoras, rebocador e transporte de suprimentos.

3.4. Fast Support and Intervention Vessels (FSIVs) e Crew Supply Vessels (CSVs)

FSIVs são pequenos, rápidos e navios de suprimentos flexíveis. Estes barcos têm uma flexibilidade inerente que lhes permite executar uma ampla gama de tarefas incluindo corridas de alta velocidade de transporte de suprimentos emergenciais, transferência de tripulação (conta com uma grande capacidade para passageiros), suporte de segurança e de intervenção de pesca costeira e tarefas de pesquisa offshore. São ideais para pesquisas rápidas, resgates e evacuação de plataformas, mas também podem ser equipados para contenção de derramamento de óleo e operações com *Remotely-Operated Vehicle Operations* (ROVs).

As duas embarcações, FSVs e CSVs têm capacidade para cargas de convés, mas, geralmente, pouco espaço para tanques de fluidos. A figura a seguir mostra um FSIV típico com capacidade para 50 passageiros e 263 TPB de capacidade de carga.



Figura 7: FSIV típico com capacidade para 50 passageiros e 263TPB (Fonte: Rose, 2011).

As principais características são:

- Cerca de 40 metros de comprimento;
- Velocidade acima de 25 nós;
- Capacidade para 50 passageiros;
- Capacidade de carga de aproximadamente 260TPB.

3.5. MultiPurpose/Multi-Role Support Vessel – MPSV

Um MPSV é uma embarcação que foi projetada para prestar serviços de manutenção de produção e descarregamento de carga e também ao manuseio de âncoras (Figura 8). É de uma classe muito moderna de embarcações projetada para fornecer uma grande variedade de serviços de suportes incluindo as operações com ROVs, construção de fundo do mar, e serviços de pós-perfuração do poço. Essas embarcações são muito grandes e caras para serem empregadas simplesmente para operações de suprimento.



Figura 8: MPSV com carga no convés adequada ao manuseio de âncoras (Fonte: Kempin, 2012).

4. Planejamento da Frota

4.1. Características do problema

Por restrição de espaço e de estabilidade, os suprimentos não podem ser armazenados em grande quantidade nas próprias unidades marítimas, devendo ser transportados regularmente a partir de uma base de apoio no continente. Por isso é necessário garantir o provimento dos suprimentos em datas específicas requeridas pelas unidades marítimas. Dessa forma, o fator tempo é uma das características principais dessa demanda de transporte. O não atendimento da demanda de uma sonda ou plataforma de produção pode causar interrupção do trabalho executado a bordo, podendo gerar perda econômica da ordem de bilhões de dólares.

Segundo Brinatti, Mesquita e Becker (1993) apud Brejon (2005):

No nível tático estratégico o problema consiste em definir, entre as embarcações disponíveis, uma composição para a frota a ser empregada para atender a demandas das unidades marítimas. No nível operacional o problema consiste em determinar quais embarcações da frota serão utilizadas para atender a demanda da frota num período específico de tempo, e os roteiros dessas embarcações.

Brejon (2005) apresenta um resumo das características do problema:

- A base e cada unidade marítima têm uma localização geográfica determinada;
- A frota é composta de múltiplas embarcações cada uma com características operacionais, custos fixos e variáveis próprios.
- Cada embarcação pode transportar diversas cargas, em tanques/silos dedicados ou no convés, porém com capacidade específica para cada tipo de carga e carga total;
- O consumo de combustível e água potável depende da embarcação e do tipo de operação (navegação, manobras, carga/descarga);
- A velocidade de transferência de cargas de tanques e silos das embarcações para as unidades marítimas está restrita à capacidade das bombas de cada embarcação e à capacidade dos guindastes de cada unidade marítima;
- Cada carga tem características próprias em termos de fator de estiva, categoria (carga de convés ou de tanques e silos) e perecibilidade (tempo máximo de transporte);
- Cada RT é caracterizada por uma origem (“local de retirada”), um destino (unidade marítima requisitante), pelos tipos e quantidades de carga, pela data limite de entrega de cada carga (“data mais tarde”) e pela data em que cada carga fica disponível na base (“data mais cedo”) (Anexo A);
- As embarcações ficam indisponíveis quando termina o afretamento ou quando está previsto algum reparo;
- O problema é afetado por vários fatores aleatórios como, por exemplo, o estado de mar, que pode alterar os tempos de viagem, e filas na base, que podem alterar os tempos de carregamento na base.

4.2. Técnicas Utilizadas no Planejamento das Operações de Transporte

Fagerholt, Lindstad (2000) classificam o problema de transporte de suprimentos como sendo um problema de roteirização de veículos. Estes podem ser classificados em diversas categorias dependendo de vários fatores. Bodin et al. (1983) apud Mendes (2008) lista os parâmetros mais relevantes para classificação dos problemas de roteirização de veículos incorporando os aspectos gerais encontrados nessas operações (Tabela 2).

Tabela 2: Características dos Problemas de Roteirização (Fonte: Bodin et al., 1983 apud Mendes, 2005)

Característica	Aspectos
Tamanho da Frota Disponível	Um veículo Diversos Veículos
Tipo de Frota Disponível	Homogênea Heterogênea
Número de Garagens	Uma garagem Várias garagens
Natureza da Demanda	Determinística Estocástica Atendimento Parcial é permitido
Rede Associada	Orientada Não Orientada Mista
Localização da Demanda	Nos nós da rede Nos Arcos da rede Em arcos e nós da rede
Restrições de Capacidade dos	Imposta e Única

Veículos	Imposta e Múltipla Não Imposta
Tempo Máximo de Viagem	Imposto e Único (para todas as rotas) Imposto e Diversificado Não Imposto
Tipo de Operação	Coleta Entrega Coleta e Entrega
Custos	Custos Variáveis ou de Roteirização Custos Fixos Custo do Transporte Alternativo para Demanda não atendida
Objetivos	Minimizar o Custo Total de Roteirização Minimizar a Soma de custos fixos e variáveis Minimizar a Frota Afretada Minimizar o Número de veículos necessários Minimizar a função de Utilidade Baseada em Nível de Serviço e Prioridade dos Clientes Balanceamento da Rota

De acordo com os parâmetros descritos acima, Brejon (2005) e Mendes (2005) classificam o Problema de Transporte de Suprimentos como Problema Combinado de Roteirização e Programação de Veículos, isto é, tanto os aspectos espaciais como temporais são importantes, e a solução do problema deve repetir as janelas de tempo dos clientes e dos próprios veículos. Ressaltando-se que a classificação de um problema de roteirização nem sempre é clara e precisa, pelo grande número de parâmetros existentes e pela falta de padronização. Dentro da categoria de Problemas combinados de Roteirização e Programação de Veículos, o problema de transporte de suprimentos se assemelha ao Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo (PRPVRJT).

Brejon (2005) explica ainda que os problemas de roteirização de veículos são combinatórios complexos e de difícil solução, a incorporação de restrições para tornar o problema modelado mais próximo do real só aumenta a complexidade do modelo e de um algoritmo de solução. Por isso, a aplicação de métodos de solução exata é inviável, sendo frequente a utilização de algoritmos do tipo heurístico para a resolução de problemas de roteirização mais complexos, como o PRPVRJT.

Fagerholt, Lindstad (2000), ao estudarem um problema prático na Noruega para plataformas da Statoil, propõem uma solução baseada em minimizar o custo total de utilização dos navios e o tempo total para a frota em caso de soluções alternativas para o objetivo principal. O componente principal do custo é a contratação de navios de transporte de suprimentos, por isso os custos operacionais como custo de combustível são negligenciados na função objetivo. Minimizar o tempo total corresponde a maximizar a folga total do sistema, pois é importante ter alguma folga considerando alguns atrasos devido ao mau tempo, por exemplo.

O Planejamento da frota muitas vezes não era suficiente para compensar os atrasos ocasionados por fatores externos como tempo, fazendo-se necessários a utilização de meios mais caros para transportar cargas urgentes para as Unidades Marítimas evitando a sua paralização. Pensando nisso, Fagerholt, Halvorsen-Weare (2011) apresentam soluções robustas que possuem a capacidade de permitir eventos imprevistos durante a execução. As

soluções robustas reduzem os custos atuais dos navios de transporte de suprimentos evitando meios mais caros e não planejados de transportar a demanda crítica para as instalações offshore.

4.3. Modelo adotado pela BR

Apesar de toda complexidade do problema, a Petrobrás decidiu enfrentá-lo com um modelo bem mais simples de programação do navio para áreas definidas. Esse atual processo de programação foi levantado por pesquisadores do “Projeto de alocação de Cargas em Convés” em visita ao parque de tubos e passa a ser descrito.

A Petrobrás utiliza como referência áreas de operação que são regiões geográficas das bacias atendidas, e estão divididas em Norte, Sul, Nordeste e Sudeste, sendo que, dentro de uma determinada área estão presentes diversas unidades de perfuração e produção. Além disso, as unidades de uma dada área estão divididas em subgrupos distintos de forma que, a cada programação, um determinado subgrupo é contemplado. A Figura 9 demonstra o agrupamento das unidades e os navios programados para realizar as viagens a cada área.

PASSAGEM DE SERVIÇO - PRÉ-PROGRAMAÇÃO																		
DE		MARCOS LUIS												DATA		17/10/12		
PARA		CORREIA												HORA		07 às 19 h		
DIA PROG	UNIDADES MARÍTIMAS										SAÍDA	DATA SAÍDA	EMBARCAÇÃO	ATENDIMENTO	P C	EQTO	CAP	M²
SEGUNDA	FFMS	P-26	P-35	P-37	P-38	P-40					24:00	22/10				#N/D	#N/D	
TERÇA	FFRJ	FFRO	P-07	P-12	P-15	PCE1	PFM1	P-45			12:00	18/10	MAERSK VENTURA	502646885		30039498	570	570
	P-18	P-19	P-20	P-27	P-32	P-33	P-47	P-53	UMQS		24:00					#N/D	#N/D	
QUARTA	PC11	PC12	PGP1	PNA1	PNA2	PPG1	UMCA				12:00	17/10	MAERSK VENTURA	502648748		30043180	580	526
	FFBR	FSME	P-25	P-31	P-50	P-52	P-54	PRA-1	CIAC		24:00	17/10	FAR SUPPORTER	502649284		30028707	455	455
QUINTA	FFNT	P-08	P-09	P-43	P-48	P-51	P-56				12:00	18/10	MAERSK VENTURA	502650276		30059724	484	441
	FFRJ	FFRO	P-07	P-12	P-15	P-45	PCF1	PFM1			24:00	18/10	MALAVIYA 29	502650368		30041049	490	480
SEXTA	FFMS	P-26	P-35	P-37	P-38	P-40	UMQS				12:00	19/10				#N/D	#N/D	
	PC11	PC12	PGP1	PNA1	PNA2	PPG1	UMCA				24:00	19/10				#N/D	#N/D	
SABADO	P-18	P-19	P-20	P-27	P-32	P-33	P-47	P-53	UMQS		12:00	20/10				#N/D	#N/D	
	FFNT	P-08	P-09	P-43	P-48	P-51	P-56				24:00	20/10				#N/D	#N/D	
DOMINGO	FFBR	P-25	P-31	P-50	P-52	P-54	CIAC				12:00	21/10				#N/D	#N/D	
	FSME	PCF1	PCP2	PCP3	PRA-1	PVM1	PVM2	PVM3			24:00	21/10				#N/D	#N/D	
TABELA DE CARGA E ÁGUA - EXPRESSO CRONOGRAMADO																		
DIA PROG	UNIDADES MARÍTIMAS										SAÍDA	DATA SAÍDA	EMBARCAÇÃO	ATENDIMENTO	P C	EQTO	CAP	M²
NORTE	CIAC	FFBR	FSME	P-25	P-31	P-50	P-52	P-54	PPG1		11:00	18/10	BRAM BRASIL	502650275		30034683	404	600
	PRA1	PCF1	PCP2	PCP3	PVM1	PVM2	PVM3	SS43	SS51							#N/D	#N/D	
	SS42	SS-45	SS70	SS81	SS55	SS20										#N/D	#N/D	
SUL	P-07	P-08	P-09	P-12	P-15	P-17	P-45	PCE1	PC11		23:00	17/10	MAERSK VEGA	502649288		30008422	484	437
	PC12	PNA1	PNA2	PFM1	NS07	NS09	NS18	SS48	SS71							#N/D	#N/D	
	SS82	UMCA														#N/D	#N/D	
NORDESTE	P-18	P-19	P-20	P-27	P-32	P-33	P-35	P-37	P-47		11:00	17/10	BRAM RAHIA	502648888		30037424	404	533
	P-53	PGP1	NS11	NS17	SS39	SS47	SS50	SS54	DYNA							#N/D	#N/D	
	SS43	SS44	UMQS													#N/D	#N/D	
SUDESTE	FFMS	FFNT	FFRJ	FFRO	P-23	P-26	P-38	P-40	P-43		23:00	18/10	HOS BLUEWATER	502650592		30029354	442	452
	P-48	P-51	P-56	SS85	SS56	P-48	SS57	SS47	SS80							#N/D	#N/D	
	PAPA TERRA															#N/D	#N/D	
TABELA DE CRONOGRAMA DE RANCHO: UNID DE PERFURAÇÃO																		
DIA PROG	UNIDADES MARÍTIMAS										SAÍDA	DATA SAÍDA	EMBARCAÇÃO	ATENDIMENTO	P C	EQTO	CAP	M²
SEGUNDA	NORTE / NORDESTE	P-17	P-23	NS18	SS37	SS43	SS-47	SS50			11:00 (2ª FEIRA)	22/10				#N/D	#N/D	
		SS51	SS54	SS42	SS43	SS45	SS44	SS70								#N/D	#N/D	
		SS81	DYNA													#N/D	#N/D	
	SUL / SUDESTE	NS11	NS17	NS23	NS41	NS42	SS20	SS39			23:00 (2ª FEIRA)	22/10				#N/D	#N/D	
		SS48	SS55	SS56	SS57	SS44	SS47	SS80								#N/D	#N/D	
		SS85	NS07	NS09	SS71	SS82										#N/D	#N/D	
PROGRAMAÇÃO HÍBRIDA																		
DIA PROG	UNIDADES MARÍTIMAS										SAÍDA	DATA SAÍDA	EMBARCAÇÃO	ATENDIMENTO	P C	EQTO	M²	M²
SEGUNDA	NAVIOS ESPECIAIS / REPASSE	ACCO	ACHA	ACPE	MARLIN	DECO	DSGA	DYNA			12:00 (2ª-FEIRA)	22/10				#N/D	#N/D	
		IOCH	NORM	NPRO	RASH	RCBI	ROHI	SCHI								#N/D	#N/D	
		SEMA	SEOC	SKCO	SKMT	SKST	SKVI	SPIRIT								#N/D	#N/D	
		ICON	TOPE	TSEN	TOVO	JOEG	XMD3	SEAM								#N/D	#N/D	
		SUNE	AGIL													#N/D	#N/D	
TODO DIA	EXPRESSINHO NORTE/NORDESTE										01:00	18/10	FAST SPIRIT	502850465		30030977	40	84
	EXPRESSINHO SUL / SUDESTE										03:00	18/10	FAST DUTRA	502650467		30008533	40	63
	EXPRESSINHO TODA ÁREA BC										03:00					#N/D	#N/D	
EMBARCAÇÕES																		
EMBARCAÇÕES		ETA		OBSERVAÇÕES		EMBARCAÇÕES		Trabalho de Turno		Capitães		OBSERVAÇÕES						
MARIDIVE 602				AGUARDANDO CONTRATO		SIEM SUPPLIER						AGAP						
HOS GEMSTONE				AGAP		ED KYLE						AGAP						
NORMAND VIBRAN				AGAP														
SIEM CAETES				AGAP														
INOPERANTES																		
ANNE CANDIES		DOCADO		INOPERANTE		DOCADO		INOPERANTE		DOCADO		INOPERANTE						
H.NAVEGANTE		DOCADO		INOPERANTE		DOCADO		INOPERANTE		DOCADO		INOPERANTE						
ED KYLE		INOPERANTE		INOPERANTE		INOPERANTE		INOPERANTE		INOPERANTE		INOPERANTE						
AVISOS IMPORTANTES																		
01- CIAC = NÃO OPERA COM EXPRESSINHO.																		
02- NS07 - NS41 - UMCA - EM PAPA TERRA - (P-23 - MARLIN - NS23 E NS17 NO ES.																		
03- Prog de BAG = NÃO PROGRAMAR NO N. VESTER, N. TRYM E N. VIBRAN																		
04- PARADA PRODUÇÃO (P-65) - (P-67) - (P-15) - (P-68)																		
05- Registros = Login - TMAPREPROG / Senha - 321																		
06- NS23 - NO ES - NS41, SS58 E NS42-NA UN-88 //																		
07-																		
08-																		
09-																		
Atendimento 7834-1579 / Spinele 9824-2344 / Paulo 981-1518 e 2772-3940 / Unipl 14218 e 19808 / Antonio Marcos 9810-2015 / Mesa DELTA 31744 / Mesa da Unificação 31297 e 31343 / Gilson (22) 9754-0303 / Claudio (22) 9985-6843 / Marcos Luis (22) 9906-5187 / Rafael (22) 9754-9272 / Felipe (22) 88159095 (CHAVE GIOP ESIL) / Nubia 12153 / Cristiane - 14991 / Marcelo Resi 27428990 / Paulo 97071544 / Ricardo 9862-4643 / Eberton - 9802-0145 // Corro 201 98688974 // Corro 200 98676025 // Rodrigo SIM 14594 // PDOCA3 PROG. 7040342/Recebimento (PDOCA3) 7043142 - 9773-3430/DELTA 2 (PDOCA3) 7044803 // HANNAH 14449 // Raphael Barros (22) 81554759 // CHAFFIN 88114353.																		

Figura 9: Planilha de pré-programação Petrobrás com áreas e navios designados (Fonte: Petrobrás).

É importante salientar que para definição do navio a ser utilizado é levado em conta apenas a fila de embarcações presente no porto, e utilizado aquele que está por mais tempo na fila, dessa forma adapta-se a seleção de cargas ao espaço fornecido pela embarcação.

5. Seleção e Alocação de Cargas no convés

5.1. Características do problema

O problema da seleção e alocação de cargas no convés consiste no fato de que existem muitas restrições que precisam ser respeitadas para alocação das cargas e ainda é preciso levar em conta a dimensão da carga visto que os contêineres não são padronizados (Item 2 acima).

Por meio de um convênio formado entre o CENPES e a USP, está em desenvolvimento um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) capaz de propor uma alocação otimizada do convés dos navios, respeitando as diferentes restrições operacionais, de modo a maximizar a ocupação do convés⁴. As restrições impostas no SAD são detalhadas a seguir e o funcionamento do software é explicado no Item 5.2 abaixo.

Empacotamento

Uma posição no convés não pode ser ocupada simultaneamente por duas ou mais cargas em qualquer instante ao longo do roteiro.

Alocação Obrigatória de carga emergencial e Prioridade das demais

No planejamento devem ser obrigatoriamente selecionadas e alocadas uma posição do convés as cargas identificadas como emergenciais (urgentes) pela Unidade Operacional (demandadas ou ofertadas).

As demais cargas são priorizadas de acordo com a “data mais tarde” presente na Requisição de Transporte (Anexo A). As cargas com “data mais tarde” mais próximas serão alocadas com maior prioridade.

Alcance dos guindastes

A alocação das cargas no convés deve respeitar o alcance dos guindastes das unidades, que decorre da forma de aproximação do navio e da distância mínima de segurança exigida entre o navio e a plataforma para a operação. O mesmo é válido para a carga de *backload* (retorno) que deve ser posicionada dentro do alcance do guindaste da plataforma de onde foi coletada.

Proibição de adjacência / Normas IMDG Code

Em relação às cargas perigosas, devem também ser observadas as regras impostas pela *International Maritime Organization* (IMO) no que diz respeito à adjacência/separação prevista entre estas cargas. Para isto, é necessário que o sistema tenha a identificação da classe de cada carga: explosivo, químico, alimento, radioativo, inflamável, etc.

Corredor de acesso/fuga

Devem ser criados corredores de acesso no convés para que o operador consiga fazer o engate do guincho na eslinga. Além disso, estes corredores são utilizados como rotas de fuga e como para movimentação de equipamentos de combate a incêndio, equipamentos de contenção de derramamento de óleo, entre outros.

⁴ Mendes, A. B. Visão Geral do Problema e Solução. Em elaboração.

- Corredor central da proa a popa: Deve haver um corredor central e contínuo ao longo do convés, da proa a popa, com largura de aproximadamente 2m. Este corredor deve ter uma posição aproximadamente central e pode fazer leves curvas. Além disso, em todo o nível intermediário da faixa central deve haver obrigatoriamente pelo menos uma posição de corredor e é permitida a existência de outras posições de corredor fora da faixa central (Figura 10).

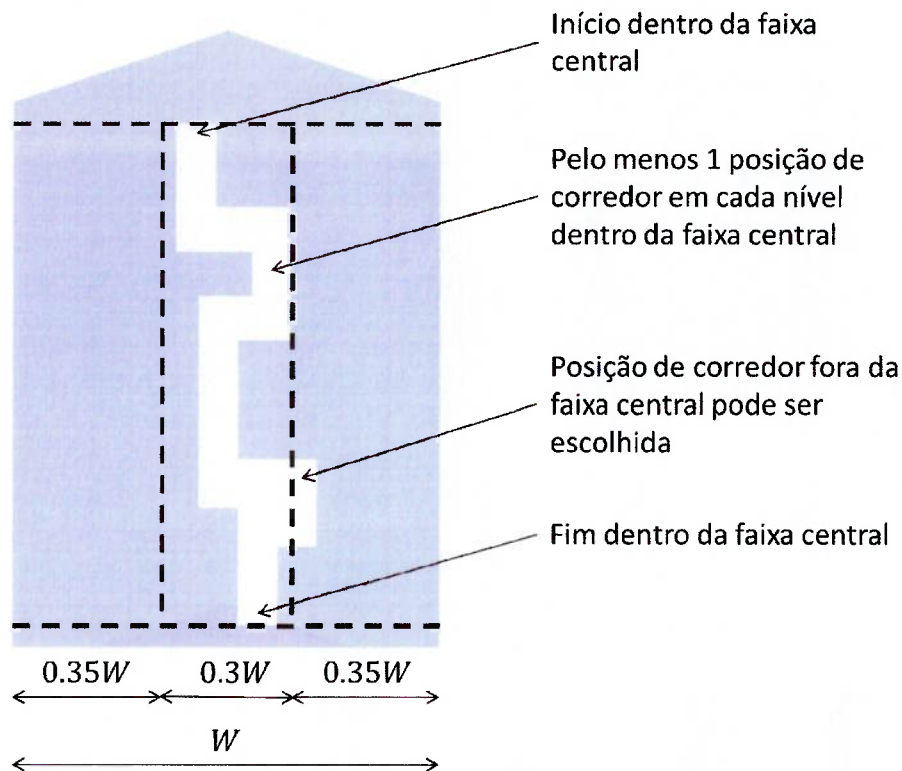


Figura 10: Corredor central de proa a popa

- Corredor transversal para risers e grandes tubos: Risers e grandes tubos podem ser alocados de modo a cobrir todo o convés em uma faixa de bombordo a boreste como nas figuras que seguem:

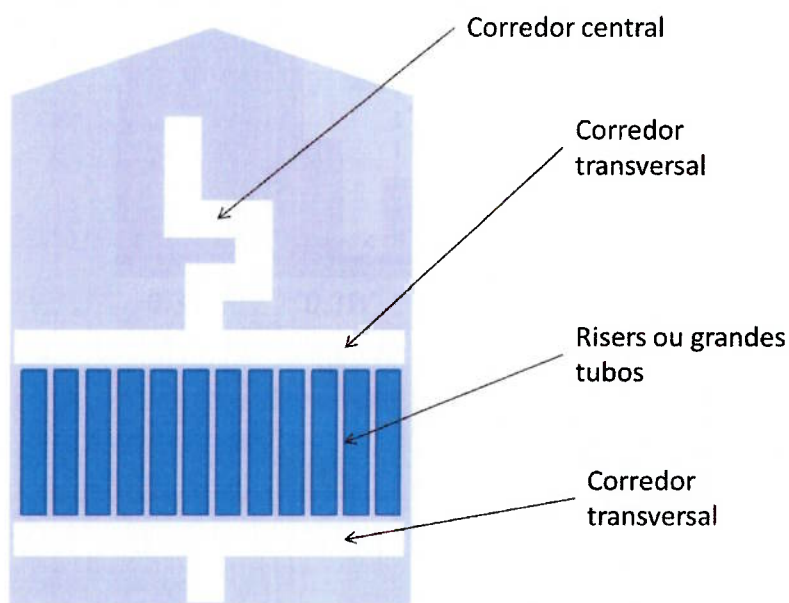


Figura 11: Corredor transversal para risers e tubos - um avante e outro a ré da camada de risers ou grande tubos, para garantir o acesso aos risers e a existência de rotas de fuga.

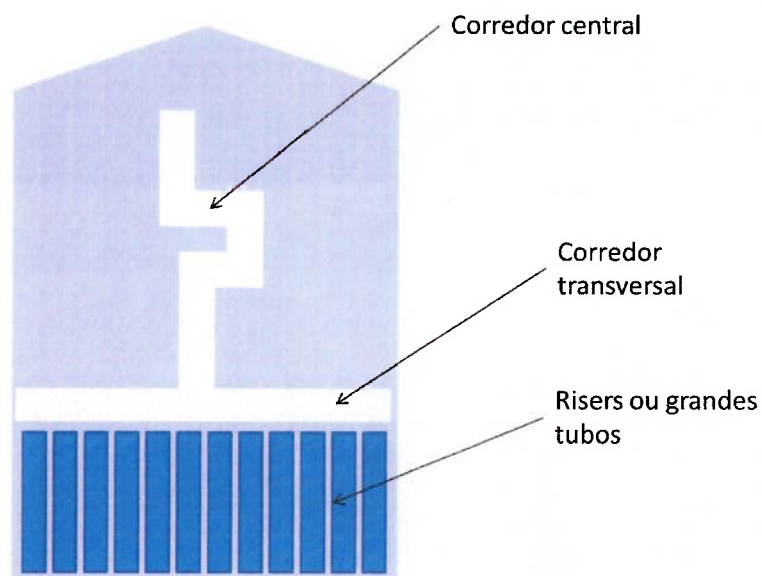


Figura 12: Corredor transversal para risers e tubos - cama de riser alocada na popa adjacente à área de segurança eliminando a necessidade do corredor a ré da camada

Na Figura 13 vemos o layout do Maersk Vega, um dos PSVs utilizados pela Petrobrás, onde é possível ver as áreas de segurança que podem ser usadas como corredores transversais.

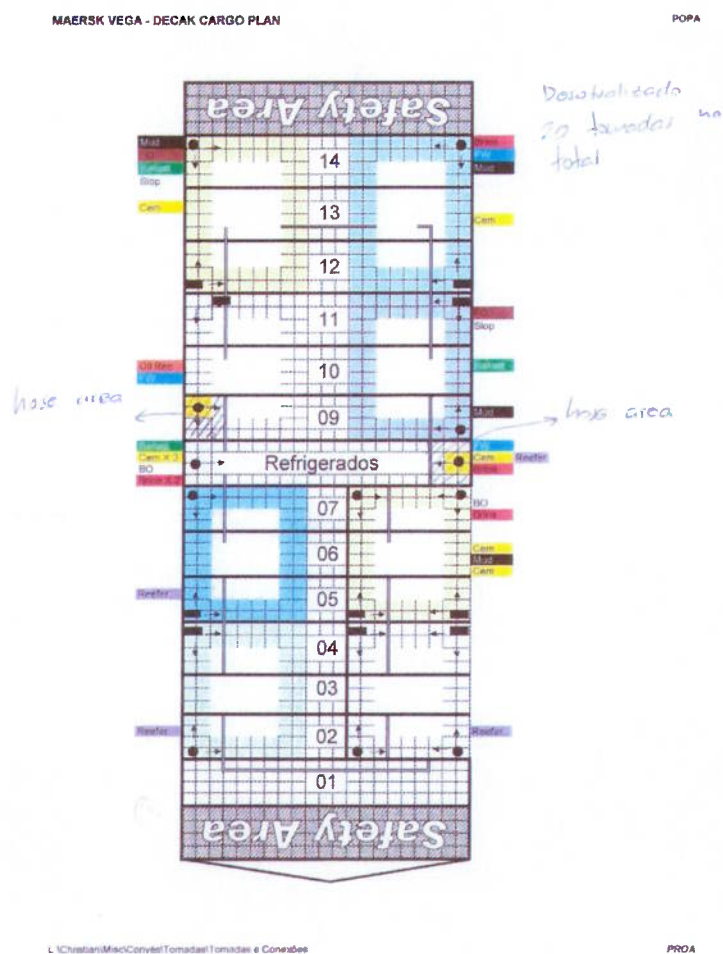


Figura 13: Layout do Maersk Vega

Posicionamento de carga perigosa

Em alguns navios, uma carga perigosa pode ser posicionada em qualquer posição do convés, porém há navios que somente podem receber cargas perigosas em determinadas regiões do convés, geralmente, nas duas baias mais próximas da popa.

Capacidade máxima de carga (ton)

Em cada instante de partida, do porto ou de uma plataforma, a soma dos pesos das cargas a bordo deve ser menor ou igual à capacidade máxima de carga da embarcação. Essa restrição é relevante apenas aos navios de pequeno porte, podendo ser desprezadas nos navios de grande porte.

Capacidade máxima de carga por área (ton/m²)

Em cada instante de partida, do porto ou de uma plataforma, a pressão que cada carga exerce sobre o convés deve ser calculada e comparada com a capacidade máxima de carga por área da posição da carga. Em geral, a capacidade máxima de carga por área próximo a popa é maior do que a capacidade máxima de carga por área na região próxima a proa. Para o navio Maersk Ventura, por exemplo, os limites são de 10ton/m² da popa até a meia-nau e 5ton/m² da meia-nau até a proa, como ilustra a Figura 14.

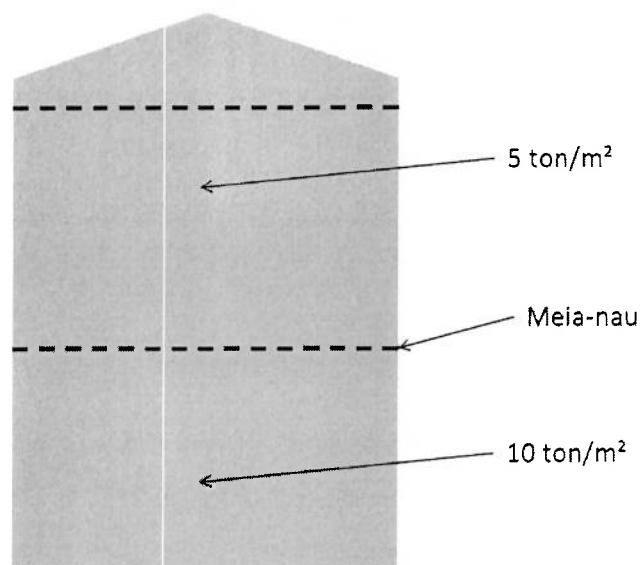


Figura 14: Capacidade máxima de carga por área no Maersk Ventura

Cargas Refrigeradas

Algumas cargas coteinerizadas são refrigeradas e exigem que algumas restrições específicas sejam satisfeitas, são elas:

- Número de tomadas disponíveis: o número de cargas refrigeradas alocadas no convés em cada instante de partida, do porto ou de uma plataforma, deve ser menor ou igual ao número de tomadas disponíveis.

- Alcance das extensões em relação à tomada mais próxima: Cada carga refrigerada deve ser designada a uma tomada e a distância entre a carga refrigerada e a sua tomada não deve ser superior a 10m apesar de o tamanho do cabo de energia ser de aproximadamente 15m, pois se considera que no trajeto pode haver curvas.

A disposição das tomadas no convés depende do navio. Em alguns navios, as tomadas estão distribuídas uniformemente ao longo do bordo e em outros, as tomadas estão todas juntas, como demonstra as figuras a seguir.

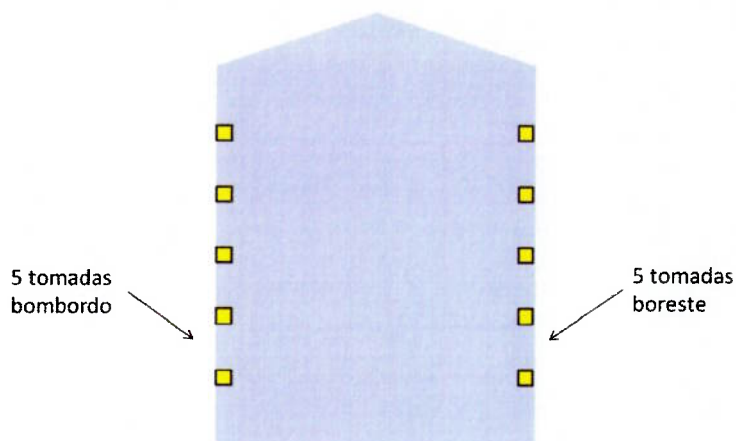


Figura 15: Tomadas no convés distribuídas uniforme

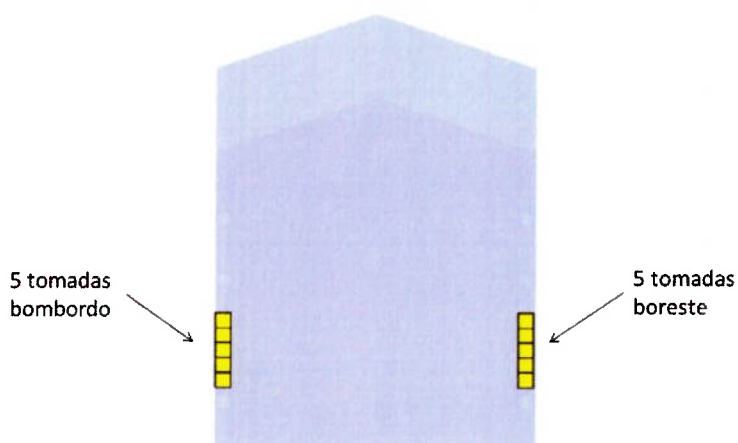


Figura 16: Tomadas juntas no convés

- Corredor de acesso à face do container com o motor: O contêiner refrigerado possui em uma de suas faces o motor do sistema de refrigeração junto com o display da temperatura interna. Esta face deve ser adjacente ao corredor central ou a um corredor transversal para que seja feita a leitura periódica (a cada 3h) da temperatura (Figura 17).

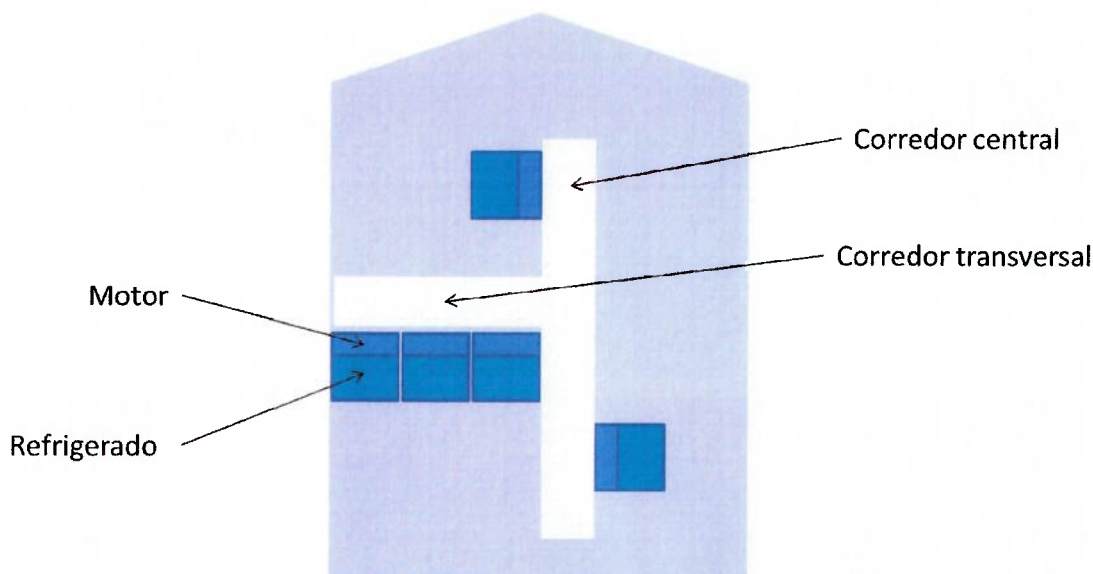


Figura 17: Disposição dos contêineres refrigerados em relação aos corredores

Acesso do Operador à carga

Não será definida pelo módulo otimizador a sequência na qual as cargas serão entregues ou coletadas. As cargas serão dispostas de modo que o operador tenha sempre acesso a, pelo menos, uma delas que quando removida abre acesso à(s) outra(s).

- **Concentração de cargas de mesmo destino/origem:** As cargas a serem entregues ou coletadas em um mesmo destino devem, preferencialmente, estar concentradas para garantir o acesso do operador sem a necessidade de definir a sequência de remoção/inserção; permitir a correta peçação das cargas; evitar erro de entrega ao buscar cargas dispersas pelo convés; facilitar a coleta de backload ao abrir uma grande área, entre outros.
- **Acesso prioritário para cargas demandadas emergenciais:** As cargas demandadas emergenciais devem ser as primeiras a serem removidas. Para isto, elas devem estar adjacentes ao corredor central, ou a um corredor transversal ou deve haver um caminho livre de um destes corredores a carga emergencial.
- **Uma das cargas demandadas deve estar acessível:** Pelo menos uma das cargas do cluster de cargas demandadas por uma plataforma deve ter acesso imediato a partir de um corredor ou de um caminho livre vindo de um corredor no momento da entrega (quando parte da plataforma anterior). Esta carga será a primeira a ser removida.
- **Acesso a face que está com a eslinga:** Toda a face da carga que será removida deve estar com acesso livre (Figura 18). Deve-se garantir que para carga alongadas (comprimento muito maior do que a largura) o acesso será feito por uma das duas faces maiores, pois, neste caso, a eslinga não pode ser posicionada em uma das faces menores. Uma exceção a esta regra ocorre com cesta que fica com a eslinga por cima, no interior da cesta.

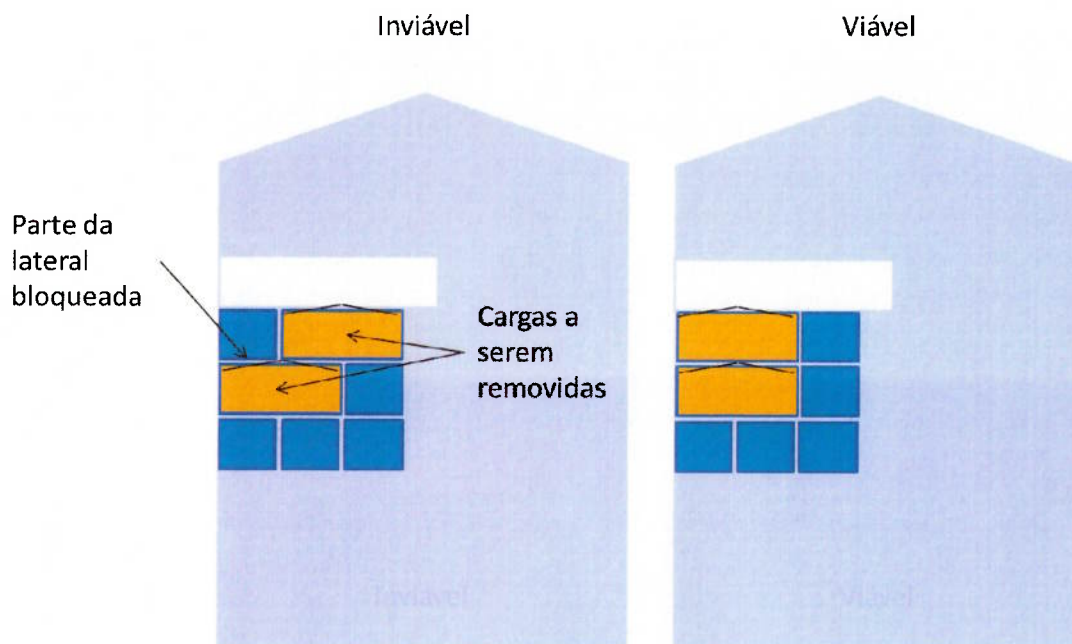


Figura 18: Posição da carga para acesso à eslinga

Proibição do reposicionamento de carga

Uma vez posicionada, uma carga não deve ser movida para outra posição do convés ao longo do roteiro. Ou seja, não é permitido, do ponto de vista de planejamento, utilizar o guindaste de plataformas para reposicionar cargas no convés.

Proibição de ocupação de áreas Especiais

Em alguns navios, há áreas que não podem ser ocupadas por qualquer carga.

- **Proibição de ocupação de *Hose Area*:** Alguns navios possuem áreas que devem estar livres (desocupadas) para que o operador faça a conexão de mangotes. Estas áreas são denominadas *Hose Area* e estão marcadas no convés do navio.

5.2. Modelo adotado atualmente pela BR

A Petrobrás utiliza um software de Sistemas, Aplicações e Produtos no Processamento de Dados (SAP) para auxiliar na programação das cargas. No SAP ficam armazenadas as RTs em aberto e o programador as separa conforme a área e o subgrupo pré-determinados (Anexo A). Este trabalho de agrupamento é chamado de pré-programação e ao iniciá-lo o programador já sabe a data da próxima viagem que atenderá a determinada região, para a qual as RTs em aberto poderão ser programadas, pois possuem um cronograma regular de atendimento (Item 2 acima). Este agrupamento é feito com o suporte de uma planilha eletrônica conforme indicado no Anexo A.

Feito esse filtro, o programador, efetivamente inicia o processo de programação dentro do SAP. Esse processo é iniciado entre 32 e 24 horas antes da embarcação partir e segue os seguintes passos:

a) O programador abre a tela referente à transação YSCSCPRO (Anexo C – Figura 1) e, em seguida, copia o número das RTs identificadas na fase de pré-programação para o SAP (Anexo C – Figuras 2 e 3). O SAP irá trazer as informações completas de cada RT.

b) O processo de programação requer que sejam selecionadas as RTs em aberto. Antes, contudo, dois filtros são aplicados:

- Serão desconsideradas as cargas líquidas (água e óleo diesel), tendo em vista que estão sendo programadas apenas as cargas de convés;
- É checado, para cada RT, se a mesma já se encontra disponível para carregamento. Este procedimento é necessário para as cargas de terceiros que serão disponibilizadas diretamente no porto; as demais cargas encontram-se disponíveis no Parque de Tubos (já que são RTs liberadas).

c) Após ordenar as RTs em ordem crescente de “data mais tarde” de fechamento da janela de atendimento, o programador seleciona as RTs de forma que a área acumulada das cargas selecionadas não ultrapasse 80% da metragem do convés (Anexo C – Figura 4). Para isso, é comum o programador usar uma planilha eletrônica para auxiliá-lo na soma das áreas. Muito embora o programador ainda não tenha designado no SAP o navio que irá realizar a viagem, já é conhecido qual será o navio em função da programação anteriormente feita (Item 2 acima).

d) Após a escolha das RTs, o programador irá fazer a designação do navio (“equipamento”) no SAP (Anexo C – Figura 5).

e) O SAP irá automaticamente roteirizar o navio, estabelecendo a sequência de atendimento das unidades que gere o caminho de menor distância (Anexo C – Figura 6).

f) Após a escolha do navio, um “número de atendimento de carga” é gerado, e este manifesto é enviado eletronicamente ao correspondente navio, para ciência do comandante.

O prazo máximo para inclusões de novas cargas (“enxertos”) é até 18 horas antes de o navio iniciar a viagem. Para isso, o programador recorre à transação YSCSMPRO, que permite realizar a manutenção da programação de uma viagem. Desta vez, o programador realizará uma *query* (pesquisa) para saber quais RTs pertencentes ao conjunto de unidades já cobertas pelo roteiro estão pendentes, para serem programadas.

Por último, cerca de 18h antes da partida do navio, inicia-se a programação de *backloads* (cargas de retorno) visando fazer o encaixe final das cargas de retorno que resultarão da transferência de cargas originadas em terra. As atividades podem ser resumidas por meio da Figura 19.

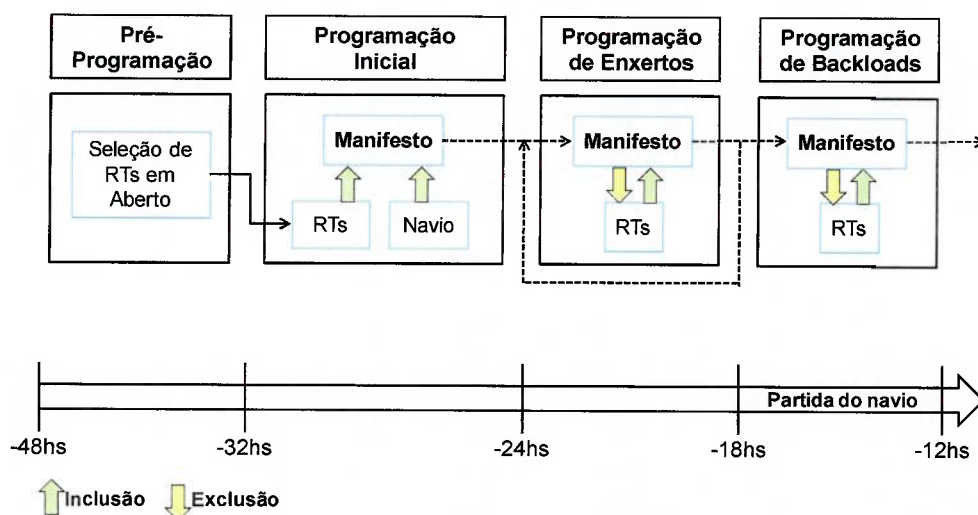


Figura 19: Processo Atual de programação.

O Sistema de Apoio a Decisão (SAD) em desenvolvimento (Item 5.1 acima), tem a função de auxiliar os programadores, de forma que as RTs incluídas no manifesto possam ser avaliadas criticamente quanto ao atendimento das diversas restrições físicas, geométricas e operacionais. A Figura 20 mostra o processo de programação de RTs considerando o uso do sistema de alocação de cargas em convés.

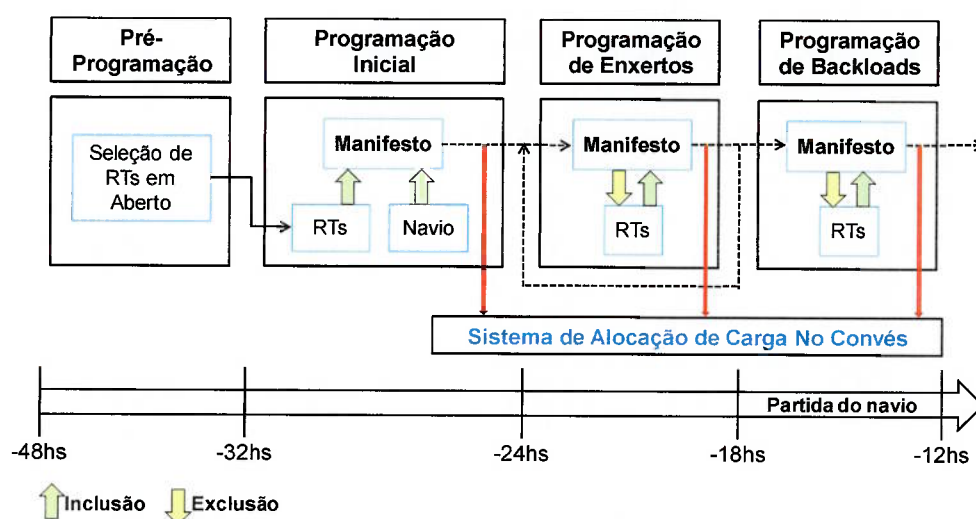


Figura 20: Processo Atual de Programação com o Suporte do Sistema de alocação de Cargas em Convés.

Para execução do SAD, são necessários:

- Lista de plataformas que fazem parte do roteiro do navio.
- Sequência de visita das plataformas do roteiro.
- Formas de atracação (aproximação) na plataforma com o navio escolhido.
- Alcance dos guindastes de cada plataforma do roteiro em função do peso da carga a ser içada e distância mínima de segurança entre o navio e a plataforma.
- Lista com as cargas demandadas e as cargas ofertadas por plataforma do roteiro.

⁵ Seixas, M. P. **Especificação do Módulo de Otimização.** Em Elaboração.

- Descrição de cada carga: comprimento, largura, altura, peso, prioridade (carga normal ou emergencial), se é refrigerada ou não, data mais cedo, data mais tarde, etc.
- Descrição do convés do navio escolhido para percorrer o roteiro: comprimento, boca, posição de tomadas, áreas bloqueadas (*Hose Area*), quantidade e localização dos *extensions*, áreas para recebimento de carga perigosa, entre outras.
- Dados do navio: torque longitudinal máximo aceitável, capacidade do DP de manter o navio com corrente de popa, etc.

A Figura 21 mostra, de forma sucinta, o processo de otimização de alocação de cargas em convés.

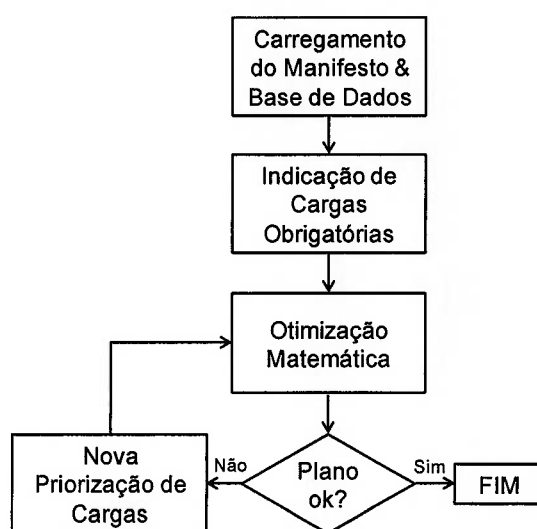


Figura 21: Processo de Otimização da Alocação de Cargas

É importante destacar que esse sistema de otimização da alocação de cargas em convés tem como ponto de partida um manifesto pré-existente. A partir dele, o sistema de apoio à decisão irá extrair do SAP as informações pertinentes como o número das RTs deste manifesto e as características das respectivas cargas, as unidades que serão atendidas, o navio e o instante de partida do roteiro, entre outras informações.

O usuário poderá, em seguida, indicar as RTs que são consideradas obrigatórias para este manifesto, tais como cargas de rancho e cargas emergenciais. A partir desta pré-seleção, um algoritmo de otimização irá resolver o problema de seleção das RTs que maximiza a ocupação do convés considerando todo o conjunto de restrições e a imposição de alocação das cargas obrigatórias. Em relação às cargas que não foram consideradas obrigatórias, a priorização na escolha destas cargas se dará em função do prazo para o fechamento da janela de atendimento (quanto menor a “data mais tarde”, maior a prioridade da carga ou RT).

Após o processo de otimização, caso alguma carga tenha ficado de fora da programação e o programador considere necessário incluí-la, o usuário terá a possibilidade de redefinir as RTs que considere obrigatória e, então, reprocessar o algoritmo visando gerar uma nova solução.

Ao se dar por satisfeito, o programador deverá abrir o manifesto no SAP para efetuar as inclusões e exclusões propostas pela rotina de otimização. O programador também poderá

enviar por e-mail o plano de carga gerado, incluindo uma representação gráfica, para o comandante do navio, caso deseje.

A saída do módulo de otimização conterá a relação de cargas previstas para serem carregadas no porto de origem e que serão devolvidas a partir de cada unidade visitada. Além disso, a saída conterá uma descrição completa de cada posição da grade (grid) que representa o convés, em cada partida ao longo do roteiro. Uma posição da grade é identificada pelo código da carga que a ocupa ou como posição livre (desocupada).

6. A Logística dos Suprimentos na Exploração de óleo e gás do Pré-Sal

A produção brasileira no pré-sal já chega a 200mil barris por dia e a estimativa da Petrobrás é que até 2015 estejam em funcionamento 11 plataformas no pré-sal chegando a uma produção cinco vezes maior até 2017⁶.

Além de todas as dificuldades encontradas na perfuração de poços e produção de óleo e gás nas reservas do pré-sal, a logística de passageiros e cargas para a plataforma fica comprometida pela longa distância do continente. As reservas no pré-sal estão distantes do continente cerca de 300m, três vezes mais afastado que as reservas convencionais.

O aumento da distância inviabiliza as operações conforme conhecemos hoje, o planejamento deve ser feito com maior antecedência e os navios precisam ter maior capacidade e velocidade.

Para resolver o problema a Petrobrás está investindo em tecnologias alternativas, como a contratação de helicópteros de grande porte adaptados a distância para o transporte de passageiros, o desenvolvimento de embarcações de maior velocidade (as embarcações de apoio atuais circulam com velocidade de 1,6km/h) e considera implementar um novo sistema logístico com a utilização de *hubs* marítimos.

A intenção da Petrobrás é que os *hubs* (termo em inglês que significa conexão), uma espécie de ilha artificial, sirvam como um ponto de apoio em alto mar auxiliando no transporte de cargas e passageiros. Os passageiros seriam levados até o *hub* por uma lancha ultrarrápida e depois de helicóptero até a plataforma, havendo a possibilidade de transporte direto de passageiro por helicópteros de grande porte quando necessário.

O transporte de cargas líquidas e leves seria realizado por navios tanque até o *hub* e até a plataforma por navios de apoio (Figura 22). A carga seca e os equipamentos, como tubo e ferramentas especiais, ficariam armazenados no *hub*, também para evitar o extenso trajeto até o continente.

Um modelo que será replicado da Bacia de Campos é o suprimento de diesel às plataformas e embarcações de apoio - já que a ideia é que elas não voltem ao continente com frequência. Nesse caso, a empresa usa petroleiros como grandes postos de combustíveis flutuantes. Em Santos, existe a possibilidade de usar o mesmo sistema para o suprimento de fluidos e produtos químicos usados durante as atividades de perfuração de poços e produção de petróleo.

⁶ Fonte: Petrobrás. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/petroleo/presal>> Acesso em: 18.nov.2012



Figura 22: A logística do Pré-Sal (Fonte: Infográficos IG)

É preciso ainda aperfeiçoar a logística para reduzir os efeitos das longas distâncias do pré-sal, por isso o arranjo do convés nas embarcações de apoio e a seleção de cargas a ser transportadas em cada viagem passa a ser mais importante, pois as perdas podem ser bem maiores.

7. Conclusão

O Transporte de Suprimentos para plataformas *Offshore* é um problema com características únicas e de difícil solução. Pode ser dividido em duas frentes: o planejamento da frota, e a seleção e alocação de cargas no convés. O objetivo desse trabalho era caracterizar o transporte de suprimentos e apresentar soluções presentes na literatura e/ou usadas pela Petrobrás e outras empresas do setor.

O problema de planejamento da frota abrange a sua composição, determinação de quais embarcações serão utilizadas para atender a demanda num tempo específico e o roteiro das embarcações. É caracterizado como Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo, pois aspectos espaciais e temporais são importantes e devem ser respeitadas janelas de tempo impostas pela unidade marítima e pelo ponto de apoio na costa. Por se tratar de um problema com difícil solução direta são empregados métodos heurísticos para sua solução. A Petrobrás, por sua vez, adota um sistema mais simples de solução que é a pré-programação de áreas e rotas sendo os navios utilizados na ordem de chegada ao porto.

A seleção e alocação de cargas no convés são caracterizadas pelas restrições impostas pelo próprio navio de transporte, agências reguladoras e pelas atividades que precisam ser realizadas para retirada das cargas. O convênio entre CENPES e a USP está desenvolvendo um programa para aperfeiçoar a alocação das cargas respeitando todas as restrições impostas pelo sistema. O Módulo de Otimização conterá uma relação das cargas previstas para serem

carregadas no porto de origem e que serão devolvidas a partir de cada unidade visitada, além de uma descrição completa de cada posição do convés, em cada partida ao longo do roteiro.

Todo esse sistema logístico se torna ainda mais complicado com o afastamento das reservas da costa, fazendo-se necessário o desenvolvimento tecnológico para exploração de reservas como as do pré-sal com custos logísticos inferiores. Por isso, esse tema pode ser aprofundado em trabalhos futuros visando alternativas de logística de suprimentos para as novas reservas em águas ultra-profundas.

8. Referências Bibliográficas

AGARWAL, R.; ERGUN, Ö. **Ship Scheduling and Network Design for Cargo Routing in Liner Shipping**. *Transport Science*, v. 42, n. 2, 175 - 196, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE APOIO MARÍTIMO - ABEAM. **Panorama das Embarcações de Apoio no Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.abeam.org.br/upload/navalshore.pdf>> Acesso em: 08. nov. 2012.

BITTENCOURT, C.; TEODORO, A.; VEIGA, M. **A Logística do Pré-Sal**. Infográficos IG. 21.01.2011. Disponível em: <<http://extras.ig.com.br/infograficos/presal/>> Acesso em: 18.nov.2012.

BORGES, M. J. **Modelagem de um Sistema de Transporte Marítimo de Suprimentos: Aplicação à Baía de Campos**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

BREJON, S. R. **Algoritmo para Resolução do Problema de Programação do transporte de Suprimentos para Unidades Marítimas de Exploração de Petróleo**. In: Congresso Panamericano de Engenharia Naval, 19º, 2005, Guayaquil. Disponível em: <http://www.ipen.org.br/downloads/XIX/CT4_TRANSPORTE_MAR%C3%8DTIMOS_Y_F_LUVIALES/Sergio%20R.C.%20Brejon.pdf> Acesso em: 04. set. 2012.

CIMC – China International Maritime Container. **Offshore Containers**. Disponível em: <<http://www.palletcenter.com/Offshore.asp?anclclassid=1>> Acesso: 08.nov.2012.

FAGERHOLT, K.; HALVORSEN-WEARE, E.E., **Robust Supply Vessel Planning**. In: International Conference - INOC, 5º, 2011, Hamburg. Network Optimization. Springer Berlin Heidelberg, 2011. v. 4, 559-573.

FAGERHOLT, K.; LINDSTAD, H., **Optimal policies for maintaining a supply service in Norwegian Sea**. *Omega*, v.28, issue 3, 269-275, 2000.

KEMPIN, T. **Embarcações de apoio Offshore no Brasil**. Blogmercante. 22.jan.2012. Disponível em: <<http://www.blogmercante.com/2012/01/embarcacoesoffshore-no-brasil/>> Acesso em: 08.nov.2012.

MATHEDI, J. O. **Embarcações de Apoio à Exploração de Petróleo e Gás**. Santos: AGBook, 2010. 204 p. Disponível em: <http://www.agbook.com.br/book/31258--Embarcacoes_de_Apoio> Acesso em: 04.set.2012

MENDES, A. B. **Programação de Frota de Apoio a Operações "OFFSHORE" sujeita à requisição de Múltiplas Embarcações para uma mesma tarefa.** 2008. Tese (Doutorado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

PAMPLONA, N. **Petrobrás planeja ilha artificial para apoiar exploração do pré-sal.** O Estado de São Paulo: Economia. p. B10. 28.jun.2009. Disponível em: <http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/id/159447/1/noticia.htm> Acesso em: 18.nov.2012.

PIMENTEL, L.F. **Plataform Supply Vessel – Relatório I.** Disponível em: http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2008/LuizFelipePimentel/relat1/index.htm Acesso em: 08.nov.2012.

ROSE, R. S. K. **Future Characteristics of Offshore Support Vessels.** 2010. Dissertação Parcial (Mestrado) – Massachusetts Institute of Tehchnology. Massachusetts, 2011.

ANEXO A – Requisições de Transporte de 19/10/2012

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Tipo de nota	Nota	Item	Grupo planejamento do item	Status do item	Modal Sugerido	Prioridade	Origem	Destino	Data Mais Cedo	Data Mais Tarde	Descrição carga	Quantidade solicitada	Valor Unit	Local Retirada
1	R1	308290004	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	COMPACTADOR DE LIXO CAP. 0,25M ³	1	91.831,33	ROD-EGPT-5608
2	R2	308290005	1	T60	12	M	N	PMAC	S557	29/09/2012	29/09/2012	MICRO POSITIVO CODIGO M86302	1	1500,00	ROD-ALT GAL 206 EXP
3	R2	308290006	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	TUBO(TUBO) A263 TP 29 0,562X(0,100") X4	30	769,07	ROD-COLE G608 EXT
4	R2	308294300	2	T61	12	M	E	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	CAXA DE PAPELÃO	1	9.030,00	OFES
5	R2	308294300	1	T60	12	M	E	PMAC	S580	29/09/2012	29/09/2012	CAXA DE PAPELÃO	1	87,02	TURNQ PT
6	R2	308294440	1	T60	12	M	N	PQTUBOS	D1NA	29/09/2012	29/09/2012	MONDETENSOLOGICOL 03000000001	1	52,21	PQTUBOS
7	R2	308294440	2	T60	12	M	N	PQTUBOS	D1NA	29/09/2012	29/09/2012	MONDETENSOLOGICOL 03000000000	1	53,21	PQTUBOS
8	R2	308294450	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	CONECTOR MAC AIDENAPTY ANLHA	15	93,86	AL-03
9	R2	308294450	1	T60	12	M	N	PMAC	S580	29/09/2012	29/09/2012	CAXA METALICA V401ESL 804-3	1	65.038,00	PMAC
10	R2	308297600	1	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BIG BAG HIDROXOPROFIL AMDO SAP 2	10	4.052,50	PMAC
11	R2	308297600	2	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BIG BAG PERÓXIDO DE MÁGNECIO SAF	2	2.674,59	PMAC
12	R2	308297600	3	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BAG CLORETO POTÁSSIO T2 SAP 10208	1	1.417,50	PMAC
13	R2	308297600	4	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BAG CARBONATO FINO SAP 212472	5	330	PMAC
14	R2	308297600	5	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BAG CARBONATO MÉDIA SAP 212555	8	322,5	PMAC
15	R2	308297600	6	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	BAG CARBONATO GROSSO SAP 49699	7	282,5	PMAC
16	R2	308298101	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	DISCÊNIO 93,5X CL 3,5M ³	2	2,14	G412
17	R2	308298102	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	CADERA COM BRACOS	3	180	BA-SERV (P. TUBOS)
18	R2	308298102	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	AFIMÁRIO	1	280	BA-SERV (P. TUBOS)
19	R2	308298900	1	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	MICRO POSITIVO CODIGO M86423	1	1500,00	GAL 206 EXPEDICAO
20	R2	308298900	2	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CONTAINER PLTS 3025	1	10.000,00	PMAC
21	R2	308298900	3	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CAXA JF 238 C70 EX035	1	10.000,00	PMAC
22	R2	308298900	4	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CONTAINER PLTS 30250 C4 MOTORE 3	1	10.000,00	PMAC
23	R1	308300001	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	PROTECTOR PICALADO DE SEGURAN	562	6,89	G608
24	R1	308300005	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	VALVULA 90 VL J4 N1 2,75"	1	3.200,00	OFICINA SCA OMARANE
25	R1	308300005	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	TRAVA PITAMPÃO MEC 00-PB 1,5"	1	1500,00	OFICINA SCA OMARANE
26	R2	308300002	65	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CESTA MET. 105X V C/ESL TRS-SLG-02	1	52.000,00	PMAC
27	R2	308300049	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	LUBRIFICADOR PIAR COMP R DN 1"	2	906,02	AL-03
28	R1	308300200	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	PUBL. MDOU CODE EDICAO CONSOLI	2	99	G608
29	R1	308300200	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	PUBL. GRADUS (GRADUS HANDBOOK)	2	300,01	G608
30	R1	308300204	1	T60	12	M	N	PMAC	S587	29/09/2012	29/09/2012	CESTA METALICA NR.37 (08X37)	1	12.921,70	PMAC
31	R1	308300247	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	KIT PIPROP NAVAL KAMEVA	1	26.505,82	G412
32	R1	308300247	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ROLAMENTO PIPROP NAVAL KAMEVA	1	278,21	G412
33	R1	308300247	3	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANILCO PIPROP NAVAL KAMEVA	8	638,22	G412
34	R1	308300247	4	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANILCO PIPROP NAVAL KAMEVA	2	224,44	G412
35	R1	308300247	5	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANEL DE VEDAÇÃO PIPROP NAVAL K	2	3.842,88	G412
36	R1	308300247	6	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANEL PIPROP NAVAL KAMEVA	4	26,04	G412
37	R1	308300247	7	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANEL PIPROP NAVAL KAMEVA	1	26,04	G412
38	R1	308300247	8	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	SELO PIPROP NAVAL KAMEVA	2	90,62	G412
39	R1	308300247	9	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ANELCO PIPROP NAVAL KAMEVA	4	232,24	G412
40	R1	308300247	10	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ROLAMENTO PIPROP NAVAL KAMEVA	2	5.347,54	G412
41	R2	308320001	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S588	29/09/2012	29/09/2012	20 3 5/8" C/ BT C/ PIN VAM TOP	1	4.425,00	PQTUBOS
42	R2	308320001	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	S588	29/09/2012	29/09/2012	20 3 5/8" C/ BT C/ PIN VAM TOP	1	4.425,00	PQTUBOS
43	R2	308320001	3	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	LUBRIFICADOR 1P/PIRIA 5 METROS C/CAI	1	1.200,00	PQTUBOS
44	R2	308324000	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S520	29/09/2012	29/09/2012	GRAXA LUBRIFICANTE BD C20W-0	2	440,00	ERM MORRO
45	R2	308324000	1	T60	12	M	N	PMAC	S580	29/09/2012	29/09/2012	BAG C/00SCS D GOMA XANTANA COM	4	6.180,00	PMAC
46	R2	308324000	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S520	29/09/2012	29/09/2012	CHAVETA 20" E-40 (2 PARES)	2	200	PQTUBOS
47	R2	308324000	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	S520	29/09/2012	29/09/2012	ORING 30" LC	3	100	PQTUBOS
48	R2	308324000	3	T61	12	M	N	PQTUBOS	S520	29/09/2012	29/09/2012	CABEÇA DE CIRCULAÇÃO 20" TLR	1	1000,00	PQTUBOS
49	R2	308326004	1	T60	12	M	N	PMAC	S585	29/09/2012	29/09/2012	CAXA METALICA JF 001ESL 242-2	1	12.935,00	PMAC
50	R2	308326005	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	JOGO FERRAM P/PLUGUE ARAME CAN	1	5.000,00	OFICINA SCA OMARANE
51	R2	308326005	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	C/ GAJETAS PITAMPÃO MEC 59 4,7	2	1000,00	OFICINA SCA OMARANE
52	R2	308326005	3	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	VALVULA RET VL RINGH 4 5/8" SI	1	5.000,00	OFICINA SCA OMARANE
53	R2	308326005	4	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	REPARO P/VALV RET VL RINGH 4 5/8"	2	1000,00	OFICINA SCA OMARANE
54	R2	308326005	5	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	TAMPÃO MEC VL 4 7/8" ELMAR N07	1	5.000,00	OFICINA SCA OMARANE
55	R2	308326005	6	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	APLICADOR GS DN 3 1/2 1780LS	1	2.000,00	OFICINA SCA OMARANE
56	R2	308326005	7	T61	12	M	N	PQTUBOS	S580	29/09/2012	29/09/2012	APLICADOR GS DN 4 1780LS DE	1	2.500,00	OFICINA SCA OMARANE
57	R2	308326005	8	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CESTA CBQ-233 CIESUNGA UK 9800033	1	710,00	PMAC
58	R2	308326005	9	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CESTA CBQ-183 CIESUNGA UK 9800033	1	70.000,00	PMAC
59	R2	308326005	10	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CESTA CBQ-208 CIESUNGA UK 9800036	1	95.000,00	PMAC
60	R2	308326005	11	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	SPOOLER-601ER CIESUNGA BK-001ER	1	35.000,00	PMAC
61	R2	308326005	12	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	SPIC-005 CIESUNGA 220-II	1	35.000,00	PMAC
62	R2	308326005	13	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CONTAINER V-A-823 CIESUNGA UK 9800036	1	34.000,00	PMAC
63	R2	308326005	14	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CONTAINER V-E-878 CIESUNGA UK 9800036	1	68.400,00	PMAC
64	R2	308326005	15	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	UNIDADE DE SLICK LINE VLS-3021-028	1	600.000,00	ESPRO
65	R2	308326005	16	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	CONTAINER VLS-301-041	1	502.608,02	ESPRO
66	R2	308326005	17	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	SUJO DE SLICK LINE VLS-6301-065	1	200.000,00	ESPRO
67	R2	308326005	18	T60	12	M	N	PMAC	S586	29/09/2012	29/09/2012	RACK DE SLICK LINE VLS-306-103	1	90.000,00	ESPRO
68	R1	308329101	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S585	29/09/2012	29/09/2012	CENTRALIZADOR P/ TUBO REVEST DN	15	812,36	ALTA FUNDOS
69	R1	308329101	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S520	29/09/2012	29/09/2012	CLORETO DE CÁLCIO SC C299-G	3.000,00	178	ERM MORRO
70	R1	308329104	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	AVENTAL PROTETOR RASPA COURO 1	3	23,96	G-608
71	R1	308329105	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ESPIRAL PIENCADEIRNAÇÃO	10	5,3	G-608
72	R1	308329105	2	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ESPIRAL PIENCADEIRNAÇÃO	10	5,25	G-608
73	R1	308329105	3	T61	12	M	N	PQTUBOS	P-23	29/09/2012	29/09/2012	ESPIRAL PIENCADEIRNAÇÃO	10	6,25	G-608
74	R2	308329201	1	T61	12	M	N	PQTUBOS	S586	29/09/2012	29/09/2012	FEJAT 8 3/4	1	15.000,00	TURNQ PT

Fonte: Petrobrás

ANEXO B – Informações de Navios utilizados no transporte de Suprimentos

EMBARCAÇÃO	MAERSK VEGA	SEABULK BRASIL
TIPO	PSV 4.500	PSV 3.000
Comprimento Total (m)	89,1	71,9
Boca (m)	18,8	16
Pontal (m)	7,6	7
Calado Máximo (m)	6,2	5,8
Calado Mínimo (m)	2,99	2,4
TPB (t)	4344	3250
Peso Leve (t)	2940	1680
Deslocamento (t)	7284	4930
Comprimento do Convés (m)	58	51
Largura do Convés (m)	16,2	13,5
Área do Convés (m²)	939,6	688,5
Comprimento do Convés (m) - Valores Reais	57	43,65
Largura do Convés (m) - Valores Reais	16	12,45
Área do Convés (m²) - Valores Reais	912	543,4425
Área do Convés (m²) a ser Programada	684	407,581875
Carga de Convés (t)	2600	1600
Resistência do Convés (t/m²)	5	5
Capacidade de Água (m³)	1600	1723
Vazão de Descarga de Água (m³/h)	90	250
Capacidade de Diesel (m³)	1600	603
Vazão de Descarga de Diesel (m³/h)	90	200
Lama Líquida (m³)	0	0
Vazão de Descarga de Lama Líquida (m³/h)	0	0
Granel (m³)	240	320
Vazão de Descarga de Granel (t/h)	45	40
Nº Motores	2	2
Potência Máxima Contínua (BHP)	10400	5460
Passo Variável	Sim	Não
Nº de Bow Thrusters	2	2
Nº de Stern Thrusters	2	1
Velocidade de Serviço (Kn)	10	10
Velocidade Máxima (Kn)	14	14,2
Consumo na Velocidade Máxima (t)	38	15
Consumo na Velocidade de Serviço (t)	20	12
Consumo em Stand-By (t)	7	3,2
Consumo no Porto (t)	1	2
DP	Sim	Sim
Bandeira	Brasileira	Brasileira
Porto de Registro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
Sociedade Classificadora	LR	ABS
Ano de Fabricação	2006	2004
IMO	9294082	9292072
TOMADAS FRIGORIFICADOS - (BE)	6	5
TOMADAS FRIGORIFICADOS - (BB)	6	5
TOTAL DE TOMADAS FRIGORIFICADOS	12	10

Fonte: Petrobrás

ANEXO C – Atividades no SAP

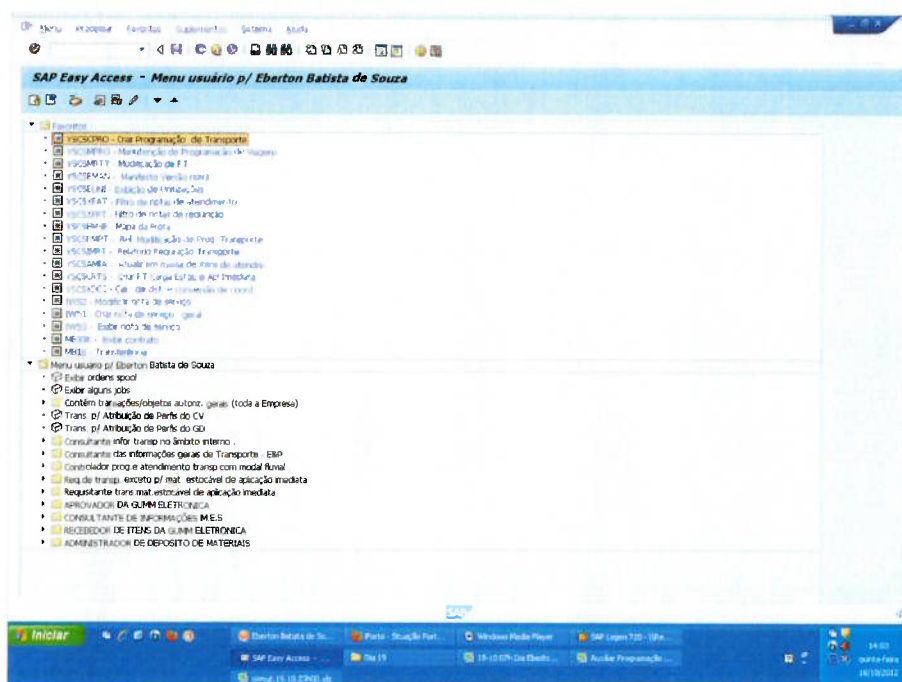


Figura 1 – Transações SAP para a programação de Navios (Fonte: Petrobrás)

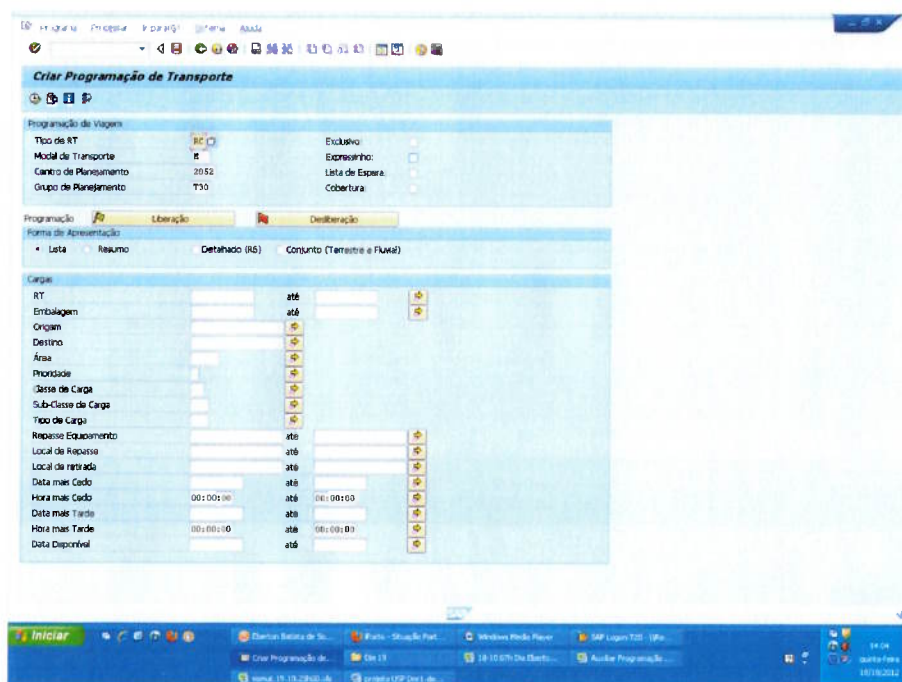


Figura 2 – Criando nova programação no SAP (Fonte: Petrobrás)

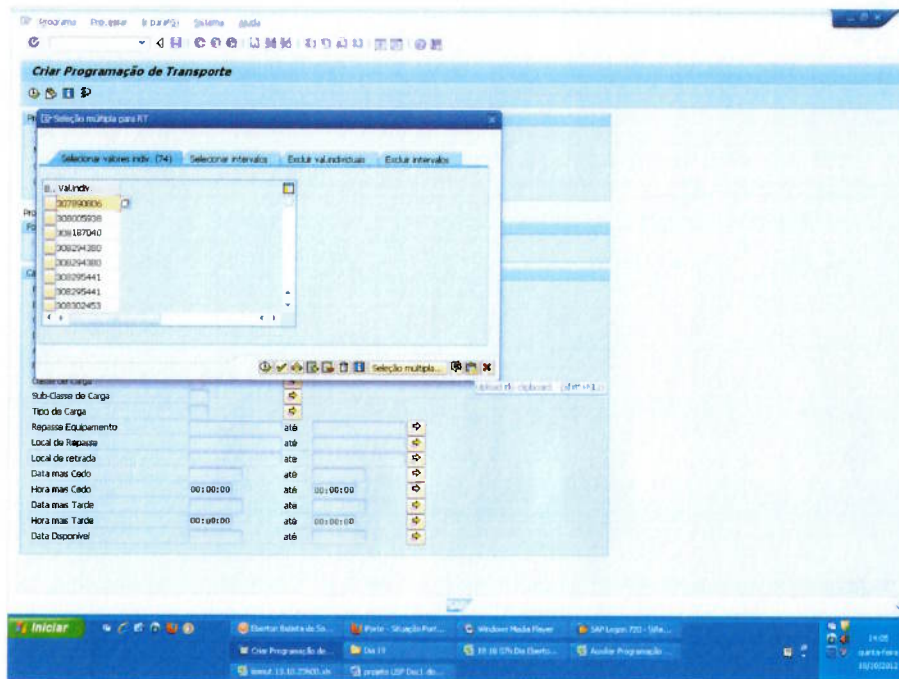


Figura 3 – Inserção das RTs no SAP (Fonte: Petrobrás)

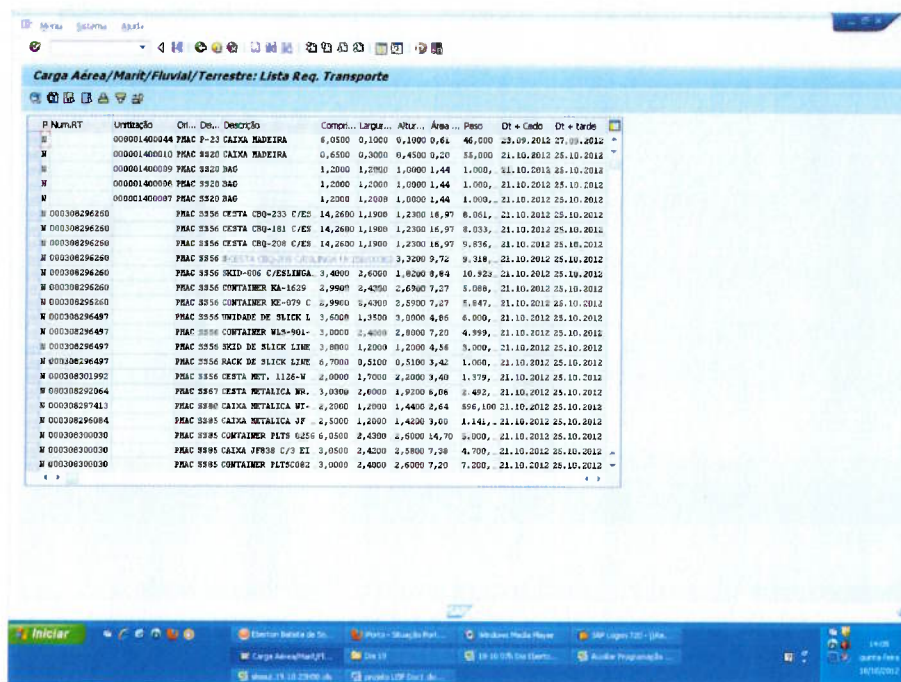


Figura 4 – RTs em aberto para programação (Fonte: Petrobrás)

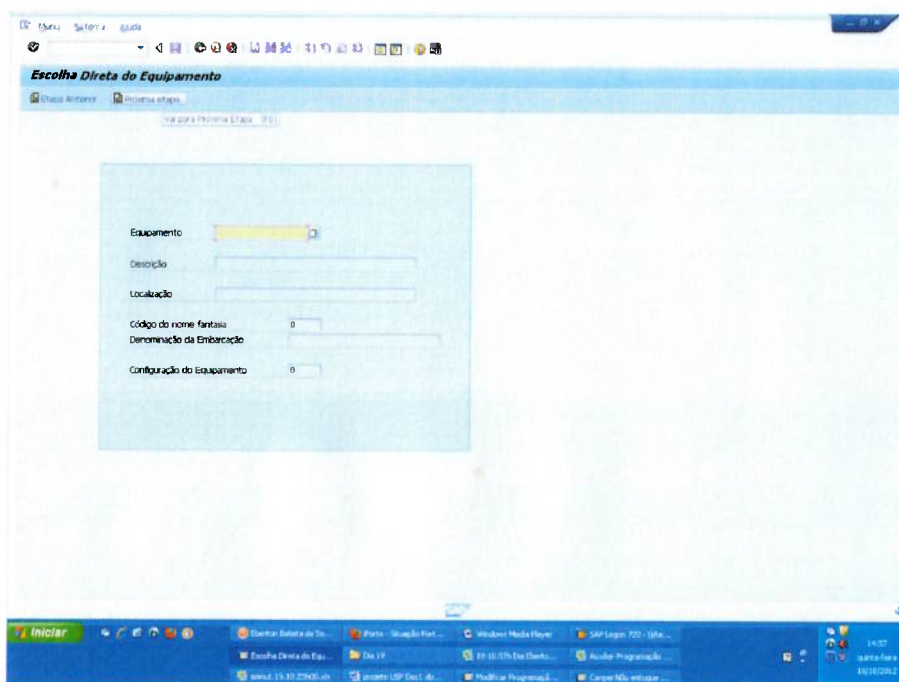


Figura 5 – Seleção do Navio (Fonte: Petrobrás)

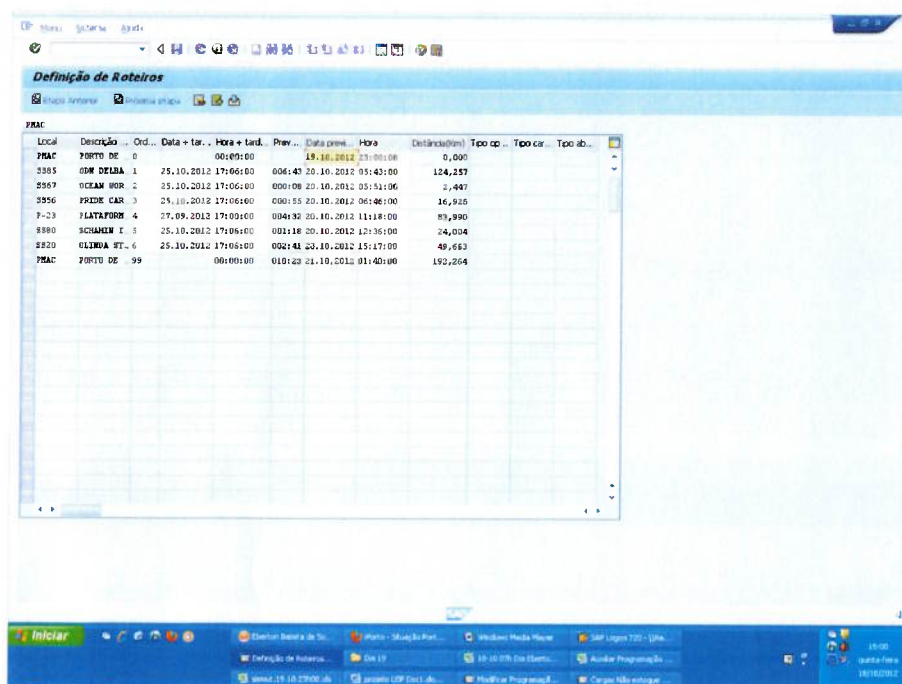


Figura 6 – Roteiro gerado (Fonte: Petrobrás)