

SÉRGIO RENATO CARMO BREJON
Engenheiro Naval, Escola Politécnica da USP, 1990

**ALGORITMO PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO
DO TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS PARA UNIDADES MARÍTIMAS DE
EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO**

**Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Engenharia**

**Área de Concentração:
Engenharia Naval**

**Orientador:
Prof. Dr. Marco Antonio Brinati
Professor Titular do Departamento de Engenharia
Naval da EPUSP**

São Paulo, 1998

SÉRGIO RENATO CARMO BREJON
Engenheiro Naval, Escola Politécnica da USP, 1990

**ALGORITMO PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO
DO TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS PARA UNIDADES MARÍTIMAS DE
EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO**

**Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Engenharia**

São Paulo, 1998

**À minha esposa e aos meus filhos, pela inspiração para
a realização deste trabalho**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Marco Brinati, pelo incentivo à pesquisa; pelo incentivo para produzir o melhor trabalho possível; pelo compartilhamento de sua visão teórica do problema, fundamental para a realização deste trabalho; e principalmente pelo apoio nos momentos decisivos.

Ao Prof. Cláudio Barbieri, que forneceu o conjunto de problemas resolvidos por Solomon. Sua dissertação de mestrado foi de fundamental importância ao despertar o interesse pelo tema roteirização e pela área de logística.

Ao Sandro, pelo esforço na programação do algoritmo APTSP.

E principalmente aos meus pais, que sempre incentivaram o estudo e o gosto pela leitura.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas

Resumo

“Abstract”

CAP.1 – Introdução	1
1.1 Apresentação do problema motivação e objetivos da pesquisa	1
1.2 Delineamento do texto	2
CAP.2 - O problema de programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de exploração de petróleo (PTS-P) e os problemas de roteirização de veículos	4
2.1 Descrição do Problema de Transporte de Suprimentos	5
2.2 Problemas de roteirização: descrição e classificação	9
2.2.1 Parâmetros que caracterizam um problema de roteirização	9
2.2.2 Classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de veículos	12
2.2.3 Classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de embarcações	16
2.2.4 Procedimentos de solução de problemas de roteirização: a necessidade de se gerar um procedimento informatizado	18
2.3 Caracterização do Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte como Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo (PRPVRJT)	22
2.4 O algoritmo proposto por Brinati, Mesquita e Becker (1993)	25
CAP. 3 - Revisão bibliográfica	27
3.1 Algoritmos para problemas de roteirização com restrição de janela de tempo	27
3.1.1 Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints (Solomon, 1987)	29
3.1.2 Vehicle routing and scheduling problems with time window constraints: efficient implementation of solution improvement algorithms (Solomon, Baker, Schaffer, 1988)	37
3.1.3 A new optimization algorithm for the vehicle routing problem with time windows (Desrochers, Desrosiers, Solomon, 1992)	41
3.1.4 A optimization-based heuristic for vehicle routing and scheduling with soft time window constraints (Koskosidis, Powell, Solomon, 1992)	43
3.1.5 Simple heuristics for the vehicle routing problem with soft time windows (Balakrishnan, 1993)	48
3.1.6 A parallel route building algorithm for the vehicle routing and scheduling problem with time windows (Potvin, Rousseau, 1993)	52
3.1.7 Variable-depth search for the single-vehicle pickup and delivery problems with time windows (Van Der Bruggen, Lenstra, Schuur, 1993)	55

3.1.8 Cyclic transfer algorithms for multivehicle routing and scheduling problems (Thompson, Psaraftis, 1993)	56
3.2 Conclusão da revisão bibliográfica	61
CAP.4 - Algoritmo proposto para a resolução do PTS-P	63
4.1 Descrição do algoritmo da heurística de inserção I1 de Solomon	63
4.2 Descrição do algoritmo adaptado para resolução do PTS-P	66
CAP. 5 - Implementação computacional e testes	71
5.1 Implementação computacional do algoritmo APTSP	71
5.2 Descrição do cenário em escala reduzida utilizado para testes	71
5.3 Análise dos resultados obtidos no cenário em escala reduzida	73
5.4 Testes do algoritmo APTSP num cenário em escala semi-real	85
CAP. 6 - Considerações finais	86
Referências Bibliográficas	88
Bibliografia Adicional	93
Apêndice I - Listagem da implementação computacional do algoritmo APTSP e exemplos de telas de entrada e saída de dados	95
Apêndice II - Dados do cenário em escala reduzida utilizado para testes	124
Apêndice III - Soluções para análise do efeito dos parâmetros α_1 e α_2	132
Apêndice IV - Detalhamento da melhor solução obtida com o algoritmo APTSP para o cenário em escala reduzida	149
Apêndice V - Detalhamento da solução obtida com o algoritmo APTSP para o cenário em escala reduzida, com a proibição das embarcações Astro Agulha e Maersk Detector transportarem carga tipo rancho, e com a eliminação da restrição de visitas nas unidades marítimas	158
Apêndice VI - Dados do cenário em escala semi-real e detalhamento da solução obtida com o algoritmo APTSP	169

LISTA DE ABREVIATURAS

ADPOFS - algoritmo para dimensionamento e programação da frota de fornecedores

APTSP - algoritmo para o problema de transporte de suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte

GAP - problema generalizado de alocação

NGAP - problema não linear generalizado de alocação

PRPVRTJ - problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo

PCERJT - problema de coleta e entrega com restrição de janela de tempo

PTS-P - problema de transporte de suprimentos no seu aspecto operacional de programação de transporte

SVPDPTW - “single vehicle pickup and delivery problem with time windows” (problema de coleta e entrega com um único veículo com restrição de janela de tempo)

TSP - “traveling salesman problem” (problema do caixeiro viajante)

VRP - “vehicle routing and scheduling problem” (problema de roteirização de veículos)

VRSPWTW - “vehicle routing and scheduling problem with time windows” (problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo)

VRSPSTW - “vehicle routing and scheduling problem with soft time windows” (problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo flexível)

RESUMO

Nas atividades de prospeção e produção de petróleo em campos marítimos são desenvolvidas uma série de tarefas. Um grupo de tarefas se refere ao transporte de suprimentos para as unidades de prospeção e produção, de modo a garantir que os suprimentos solicitados cheguem à unidade marítima solicitante na quantidade correta, dentro dos horários solicitados.

A definição da composição de uma frota a ser empregada para atender a demanda das unidades marítimas e a determinação de quais embarcações da frota serão utilizadas para atender essa demanda de transporte num período específico de tempo, bem como a determinação dos roteiros dessas embarcações, delineiam um problema de transporte com características bem particulares. Esse problema é chamado de problema de dimensionamento e programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de exploração de petróleo (Problema de Transporte de Suprimentos).

Esse trabalho tem como objetivo propor um procedimento para a resolução do Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte (PTS-P). Esse problema é descrito, analisado e classificado, sendo caracterizado como um Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo (PRPVRJT).

Por ser o PTS-P um problema restrito e pouco estudado, para o qual quase não existem procedimentos específicos de solução, a estratégia adotada foi o estudo de procedimentos de solução para problemas de roteirização com restrições de janela de tempo, com objetivo de identificar um procedimento que pudesse ser adaptado.

Escolheu-se a heurística de inserção I1 de Solomon (1987), que foi adaptada para a resolução do PTS-P. O algoritmo adaptado, chamado de APTSP, foi implementado em linguagem computacional. Seu desempenho foi comparado com o algoritmo ADPOFS anteriormente proposto por Brinati, Mesquita e Becker (1993), tendo sido possível melhorar a solução para o cenário em escala reduzida testado. O algoritmo também foi testado para resolução de um cenário em escala semi-real.

ABSTRACT

In open sea oil fields there are various tasks developed in offshore units used for drilling and production activities. Some tasks relate to supply transportation from land to the offshore units, making sure that all the requested supplies arrive at the right destination in the right time windows.

Determining the maritime fleet size and composition necessary to attend the demand of supplies, and determining the schedules of each boat in the fleet in a certain period of time defines a very particular transportation problem. This problem is named fleet sizing and transportation scheduling of supplies to offshore units (Supply Transportation Problem).

This work presents a heuristic computerized procedure to solve the scheduling component of the Supply Transportation Problem (PTS-P). The problem is defined, analyzed and classified as a Vehicle Routing and Scheduling Problem with Time Windows (VRSPTW).

The TSP-P is a very particular problem and has not been wide studied in the literature. To overcome this, it was adopted the strategy of researching procedures to solve the VRSPTW, looking for a procedure that could be adapted.

The insertion heuristic I1 from Solomon (1987) was chosen, and adapted to resolve the schedule component of the Supply Transportation Problem. The adapted algorithm named APTSP was implemented in computational language. It's performance was compared to the ADPOFS algorithm early developed by Brinati, Mesquita et Becker (1993), with some improvements being reported in a small size scenario. The APTSP algorithm was also tested in a scenario's size near the size found in the real problem.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o problema que é tema da presente dissertação, a motivação para o estudo deste problema e os objetivos da pesquisa a ser desenvolvida.

É apresentada também uma visão geral de como está estruturado este trabalho, citando os assuntos abordados em cada capítulo.

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA, MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA

Nas atividades de prospeção e produção de petróleo em campos marítimos utilizam-se unidades marítimas diversas, como plataformas fixas, plataformas flutuantes e navios-sonda. Utilizam-se também embarcações de apoio, como navios de transporte de suprimentos, navios de combate a incêndio, rebocadores etc.

Plataformas e navios-sonda são unidades envolvidas diretamente nas atividades de prospeção e produção e necessitam de uma série de suprimentos: água, óleo diesel, alimentos, cimento, lama, tubos de perfuração, tubos de produção, além de materiais e equipamentos variados. O transporte desses produtos é realizado por embarcações de transporte de suprimentos com características operacionais diversas (tipo, tamanho, velocidade e capacidade de carga variados).

As embarcações de transporte de suprimentos podem ser especializadas, como por exemplo um Supridor de Óleo, que só faz o transporte desse tipo de carga, ou podem transportar cargas múltiplas, como por exemplo os PSV (Pipe Supply Vessel). Existem ainda outras embarcações de apoio com atividades especiais, como por exemplo os RAS (Reboque e Manuseio de Âncoras) e embarcações de combate à incêndio, que também podem ser utilizadas no transporte de suprimentos.

Esse panorama delinea um problema de transporte com características bem particulares. A nível tático-estratégico o problema consiste em definir, entre as embarcações disponíveis, uma composição para a frota a ser empregada para atender a demanda das unidades marítimas. A nível operacional o problema consiste em determinar quais embarcações da frota serão utilizadas para atender a demanda de transporte num período específico de tempo, e os roteiros dessas embarcações. Chamamos esse problema de problema de dimensionamento e programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de exploração de petróleo, ou Problema de Transporte de Suprimentos.

Trata-se de um problema bastante específico e de ocorrência restrita, já que poucos países além do Brasil exploram o petróleo na plataforma continental, necessitando para isso utilizar embarcações para transportar suprimentos do continente para as unidades marítimas de exploração e vice-versa. Apesar de existir uma vasta bibliografia estudando problemas de roteirização de veículos, muito pouco se publicou a respeito da roteirização de embarcações, menos ainda no que se refere a esse problema específico.

Como os problemas de roteirização exigem soluções específicas em função do tipo de problema a ser resolvido, torna-se bastante relevante o estudo do Problema de Transporte de Suprimentos.

O objetivo do presente trabalho é estudar e propor um método para resolução do Problema de Transporte de Suprimentos, no seu aspecto operacional de programação do transporte. É também objetivo deste trabalho servir como referência no estudo do Problema de Transporte de Suprimentos, incentivando e facilitando trabalhos posteriores.

1.2 DELINEAMENTO DO TEXTO

O presente trabalho está estruturado conforme descrito adiante.

O Capítulo 1 apresenta o problema que é tema da presente dissertação, a motivação para o estudo deste problema e os objetivos da pesquisa a ser desenvolvida.

O Capítulo 2 trata da descrição e classificação do problema que motiva este trabalho. Inicialmente descreve-se em detalhes o problema de dimensionamento e programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de exploração de petróleo, definindo-se também as entidades envolvidas.

Relacionam-se os principais parâmetros que caracterizam os problemas de roteirização. Em função desses parâmetros, são descritos e classificados os principais problemas de roteirização de veículos. São também descritos e classificados os principais problemas de roteirização de embarcações.

Comenta-se também sobre a dificuldade de se resolver problemas práticos de roteirização, ou seja, aqueles que realmente ocorrem na prática, e a necessidade de se gerar procedimentos informatizados para a solução desses problemas.

O Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte (PTS-P) é então caracterizado como um problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo (PRPVRJT). Para se visualizar as principais características presente no problema, segue-se um esquema proposto por Desrochers, Lenstra e Savelsbergh (1990). Com o decorrer do trabalho se

verificará a importância e cuidado na classificação de um problema de roteirização, já que o tipo de problema e seus parâmetros direcionam a estratégia de solução a ser adotada.

O Capítulo 2 é finalizado com a revisão do trabalho de Brinati, Mesquita e Becker (1993), e do algoritmo proposto originalmente pelos autores para solução do Problema de Transporte de Suprimentos.

No Capítulo 3 é feita a revisão bibliográfica, onde foram examinados trabalhos que tratam de problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. Os trabalhos são apresentados de maneira resumida, porém com detalhes suficientes para servir de referência ao leitor na consulta de procedimentos de solução para problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. Mantém-se a notação original de cada trabalho, de maneira a facilitar a consulta à referência original. É dada ênfase à modelagem adotada, à estratégia de solução proposta, e à análise dos resultados obtidos. No fim desse capítulo é feito um resumo de cada trabalho estudado, apresentando-se a heurística de inserção I1 de Solomon (1987) como o procedimento a ser adaptado para resolução do PTS-P.

O Capítulo 4 apresenta o algoritmo proposto para a resolução do PTS-P. Inicialmente é apresentada a heurística de inserção I1 de Solomon (1987), base da estratégia adotada para a resolução do PTS-P. A heurística I1 é descrita em função dos conceitos apresentados no trabalho original. A partir do algoritmo básico, altera-se a heurística original, propondo-se um algoritmo adaptado para incorporar as restrições e características específicas do PTS-P. Os dois algoritmos são descritos para se compreender sua estrutura e seu funcionamento.

No Capítulo 5 é apresentada a implementação computacional do algoritmo adaptado e os testes realizados, finalizando-se com a análise dos resultados obtidos.

Finalmente, o Capítulo 6 aborda as principais contribuições deste trabalho, e as recomendações para trabalhos subsequentes.

CAPÍTULO 2

O PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO DO TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS PARA UNIDADES MARÍTIMAS DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO (PTS-P) E OS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Neste capítulo, o Problema de Transporte de Suprimentos será descrito, e serão relacionadas as entidades envolvidas no mesmo.

Logo a seguir serão revistos os conceitos básicos sobre roteirização e programação de veículos, que serão utilizados para o estudo e classificação do Problema de Transporte de Suprimentos. Esses conceitos básicos se referem à:

- descrição dos parâmetros que caracterizam um problema de roteirização
- classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de veículos
- classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de embarcações
- necessidade de se gerar procedimentos informatizados para solução de problemas de roteirização

A seguir será feita a caracterização do Problema de Transporte de Suprimentos, no seu aspecto operacional de programação do transporte (PTS-P), como um problema de roteirização um problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo (PRPVRJT).

Finalizando esse capítulo, será revisto o trabalho de Brinati, Mesquita e Becker (1993), e o algoritmo proposto originalmente pelos autores para resolução do PTS-P.

Esses conceitos serão utilizados no capítulo 3, onde será feita a revisão bibliográfica de trabalhos que propõem soluções para problemas da mesma classe que o PTS-P. Esses trabalhos serão analisados, e a partir deles será adaptado um algoritmo específico para ser aplicado na resolução do PTS-P.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DE TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS

No Brasil, as atividades de prospecção e produção de petróleo são controladas pelo Estado, em regime de monopólio. A Petrobrás (Petróleo Brasileiro S.A.) é a empresa estatal responsável por essas atividades. Esse é um cenário que pode mudar em breve, já que o setor público tem passado por uma série de privatizações (telecomunicações, geração e transmissão de energia, concessão para operação de rodovias etc.), e o setor de prospecção, produção e distribuição de petróleo e derivados também passará por mudanças.

Na sua busca por auto-suficiência de petróleo, o Brasil tem feito prospecções no seu subsolo terrestre e no subsolo de sua plataforma continental. Atualmente, a maior parte do petróleo produzido no Brasil vem de campos marítimos, e a tendência é que essa participação aumente nos próximos anos.

Nas atividades de prospecção e produção de petróleo em campos marítimos utilizam-se unidades marítimas diversas, como plataformas fixas, plataformas flutuantes e navios-sonda. Utilizam-se também embarcações de apoio, como navios de transporte de suprimentos, navios de combate a incêndio, rebocadores etc. As embarcações de apoio podem ser especializadas (por exemplo, uma embarcação que só faz transporte de suprimentos) ou de uso misto (por exemplo, uma embarcação de combate à incêndio que também é utilizada no transporte de suprimentos).

Plataformas e navios-sonda (referidas a partir de agora como unidades marítimas) são unidades envolvidas diretamente nas atividades de prospecção e produção, e necessitam de uma série de suprimentos: água, óleo diesel, alimentos, cimento, lama, tubos de perfuração, tubos de produção, além de materiais e equipamentos variados. O transporte desses produtos é realizado por embarcações de transporte de suprimentos com características operacionais diversas (tipo, tamanho, velocidade e capacidade de carga variados). A frota utilizada é totalmente afretada (contratada de terceiros), havendo um mercado mundial específico para esse tipo de embarcação.

As embarcações de transporte de suprimentos podem ser especializadas, como por exemplo um Supridor de Óleo, que só faz o transporte desse tipo de carga, ou podem transportar cargas múltiplas, como por exemplo os PSV (Pipe Supply Vessel). Existem ainda outras embarcações de apoio com atividades especiais, como por exemplo os RAS (Reboque e Manuseio de Âncoras) e embarcações de combate à incêndio, que também podem ser utilizadas no transporte de suprimentos.

Uma das características principais dessa demanda de transporte decorre da necessidade de se garantir o provimento de alguns suprimentos em datas específicas. As atividades de produção e prospecção necessitam de um fluxo de suprimentos específico para cada fase das mesmas. Por exemplo, durante a perfuração de um poço necessita-se de uma grande quantidade de lama e produtos químicos. Esses produtos são utilizados dentro do poço, formando uma coluna que equilibra a pressão do gás dentro das rochas perfuradas, evitando o escape desse gás.

Por restrições 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, ou base. O não atendimento da demanda de uma unidade marítima envolvida na prospeção ou produção de petróleo pode causar a interrupção do trabalho executado a bordo, podendo gerar uma grande perda econômica.

Esse panorama delineia um problema de transporte com características bem particulares. A nível tático-estratégico o problema consiste em definir, entre as embarcações disponíveis, uma composição para a frota a ser empregada para atender a demanda das unidades marítimas. A nível operacional o problema consiste em determinar quais embarcações da frota serão utilizadas para atender a demanda de transporte num período específico de tempo, e os roteiros dessas embarcações (Brinati, Mesquita e Becker, 1993)

Trata-se de um problema bastante específico e de ocorrência restrita, já que poucos países além do Brasil exploram o petróleo na plataforma continental, necessitando para isso utilizar embarcações para transportar suprimentos do continente para as unidades marítimas de exploração. Os trabalhos de Brinati et al (1991), Brinati, Mesquita e Becker (1993) e Botter, Souza e Borges (1996) descrevem esse problema em detalhes. A ordem de grandeza do problema real na Bacia de Campos é de cerca de 50 embarcações para o atendimento de cerca de 60 unidades marítimas (Botter, Souza e Borges, 1996).

O problema pode ser resumido pelas seguintes características:

- a base tem uma localização geográfica determinada
- cada unidade marítima tem uma localização geográfica determinada
- a frota é composta de múltiplas embarcações
- cada embarcação tem características operacionais próprias, refletindo em custos fixos e variáveis também próprios
- cada embarcação pode levar um ou mais tipos de carga, em tanques e silos (em compartimentos dedicados) ou no convés
- cada embarcação tem uma capacidade específica de cada tipo de carga e de carga total
- cada embarcação tem uma velocidade de serviço própria
- cada embarcação tem um consumo de combustível e água potável próprio, que depende 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
- a velocidade de transferência de cargas de convés das embarcações para as unidades marítimas está restrita 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 pedido de transporte (requisição) é caracterizado por um destino (unidade marítima requisitante), pelos tipos e quantidades de carga, pela data de entrega de cada carga e pela data em que cada carga fica disponível na base
- 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

Em função dessas características, um procedimento de solução do Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte (PTS-P) deve gerar os roteiros e a programação das embarcações considerando que:

- todas as requisições devem ser atendidas
- as janelas de tempo dos clientes devem ser respeitadas, ou seja, as cargas não devem ser entregues antes ou depois do prazo estabelecido pelas unidades marítimas
- a duração das viagens deve considerar a autonomia das embarcações (os tanques de óleo diesel e água para consumo próprio são os mesmos para atender a demanda)
- a duração das viagens também deve considerar as janelas de tempo das próprias embarcações (início e fim de afretamento, e períodos de indisponibilidade para manutenção)
- a alocação de cargas às embarcações deve respeitar as características das mesmas, em termos de limite de capacidade global de carga e de limite de capacidade de cada tipo específico de carga. Por exemplo, uma embarcação que só pode levar carga de convés não pode ser alocada para o transporte de cargas de tanques e silos
- as unidades marítimas só podem ser visitadas por uma única embarcação por dia

Entidades envolvidas

Considerando as características do PTS-P explicadas anteriormente, as seguintes entidades envolvidas podem ser identificadas, bem como seus parâmetros relevantes:

CARGAS

- tipo
- descrição
 - categoria (convés/tanques e silos)
 - fator de estiva/densidade métrica
- tempo máximo de transporte

REQUISIÇÕES

- unidade marítima de destino
- carga
 - tipo
 - quantidade
 - data de entrega
 - janela de tempo
 - data de disponibilização na base

BASE

- identificação
- localização
 - coordenada X
 - coordenada Y

UNIDADES MARÍTIMAS

- identificação
- localização
 - coordenada X
 - coordenada Y
- taxa de transferência dos guindastes

EMBARCAÇÕES

- identificação
 - nome
 - status (própria/afretada)
- capacidade de carga
 - capacidade global em toneladas (convés e porões)
 - convés
 - capacidade métrica (área)
 - capacidade em toneladas
 - porões
 - tipo de tanque (diesel/lama/água/cimento)
 - capacidade volumétrica
 - capacidade em toneladas
- velocidade de serviço
- consumo
 - tipo de consumível (diesel/água)
 - tipo de operação (navegando/manobras/transferência de carga na base/transferência de carga nas unidades marítimas)
 - taxa de consumo
- taxas de bombeamento
 - tipo de tanque
 - taxa de bombeamento
- janelas de tempo das embarcações
 - início de afretamento
 - final de afretamento
 - períodos de indisponibilidade

No próximo item serão descritos os principais problemas de roteirização, para em seguida classificar e caracterizar o PTS-P como um tipo específico de problema de roteirização.

2.2 PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO: DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Neste item serão revistos os conceitos básicos sobre roteirização e programação de veículos, que serão utilizados para o estudo e classificação do PTS-P. Esses conceitos básicos se referem à:

- descrição dos parâmetros que caracterizam um problema de roteirização
- classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de veículos
- classificação e descrição dos principais problemas de roteirização de embarcações
- necessidade de se gerar procedimentos informatizados para solução de problemas de roteirização

2.2.1 PARÂMETROS QUE CARACTERIZAM UM PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO

Os problemas de roteirização de veículos podem ser classificados em diversas categorias e tipos. Os vários problemas diferem entre si em aspectos relacionados ao tipo de operação, ao tipo de carga, ao tipo de frota utilizada, à localização dos clientes, ao tipo de restrições, ao tipo de função objetivo e vários outros fatores relacionados adiante.

A operação (ou serviço) executada no cliente pode ser de coleta ou entrega. Na primeira, a visita ao cliente é marcada pela coleta de mercadorias ou pessoas (é o que ocorre respectivamente na coleta de lixo e no transporte de passageiros por ônibus fretados que levam os passageiros ao trabalho). Na segunda, a visita ao cliente é marcada pela entrega de mercadorias ou pessoas.

A carga a ser transportada pode ser de um único tipo, ou de vários tipos. A frota utilizada no transporte pode ser composta por um único veículo ou por vários veículos. Os veículos empregados podem ser todos iguais, ou podem ter capacidades, desempenhos, custos fixos e custos operacionais diferentes. Os veículos podem carregar um único tipo de carga ou podem levar vários tipos. Os veículos podem ser guardados (ou consertados, abastecidos, etc) em um único depósito, ou então podem escolher entre vários depósitos existentes.

Os clientes podem estar localizados de maneira dispersa ou ao longo das vias de transporte (por exemplo, é o que ocorre respectivamente na entrega urbana de encomendas e na entrega urbana de cartas). Além disso, os clientes podem exigir condições de serviço diversa, por exemplo que sejam visitados num determinado horário, ou que sejam visitados por um único veículo por dia.

Diversas restrições podem ser relevantes. Por exemplo, restrições da via ao veículo, como limite de peso permitido e altura máxima; ou proibições de conversões à esquerda em entregas urbanas, por razões de segurança de trânsito.

O objetivo a ser atingido na resolução do problema também pode variar. Por exemplo, pode-se desejar diminuir os custos fixos, operacionais ou totais. Ou pode-se tentar otimizar uma função de custo que incorpore também a satisfação do cliente.

Explicações mais detalhadas quanto a outros parâmetros podem ser encontradas nos trabalhos de Bodin e Golden (1981), Bodin et al. (1983), Assad (1988) e Ronen (1988); a seguir serão apenas citados os parâmetros mais relevantes e comuns, baseado nesses trabalhos.

- tipo de operação
 - coleta
 - entrega
 - coleta e entrega simultaneamente
 - coleta (ou entrega) com carga de retorno
- tipo de carga
 - única
 - múltiplas cargas
 - necessidade de veículo especial para efetuar o transporte
- tipo de demanda
 - determinística
 - estocástica
- localização da demanda
 - demanda localizada somente em arcos
 - demanda localizada somente em nós
 - demanda localizada em arcos e nós
- restrições junto aos clientes
 - necessidade ou não de atender toda a demanda
 - existência de clientes com prioridade
 - existência de janelas de tempo
 - tempo máximo permitido para carga/descarga
 - necessidade ou restrição de serviço em algum dia específico da semana
- tamanho da frota
 - um único veículo
 - vários veículos
- tipo de frota
 - homogênea
 - heterogênea
 - veículos especiais (dedicados a um ou mais tipos específicos de carga)
- localização dos veículos
 - em um único depósito
 - em vários depósitos
- restrições dos veículos
 - com relação à autonomia de cada veículo
 - com relação à quantidade de carga
 - com relação ao tipo de carga
 - com relação à operação de carga e descarga

- jornada de trabalho
 - duração
 - horário de almoço e outras interrupções
 - permissão para viagens com mais de um dia de duração
- número de tripulantes por veículo
- pagamento dos tripulantes
 - por jornada de trabalho
 - por produtividade
 - jornada e horas extras
- estrutura da rede
 - direcionada
 - não direcionada
 - mista
 - euclidiana
- duração de rotas
 - imposta, igual para todas as rotas
 - imposta, diferente para cada rota
 - não imposta
- restrições aos veículos
 - limite de peso do veículo
 - limite de altura, largura e comprimento do veículo
 - restrições de carga e descarga
 - número de rotas permitido por veículo
- outras restrições
 - necessidade de balanceamento da rota
 - existência de pontos de parada (descanso)
 - proibição de contornos a esquerda por questões de segurança
 - obrigatoriedade de se utilizar rotas pré-determinadas
- estrutura de custos
 - custos variáveis
 - custos fixos
- objetivos
 - minimizar custos variáveis
 - minimizar soma de custos fixos e variáveis
 - minimizar duração das rotas
 - minimizar o número de veículos necessários
 - maximizar função de utilidade baseada no nível de serviço e/ou satisfação e/ou prioridades dos clientes
 - balanceamento de rotas
 - minimizar o uso de frota afretada

A seguir será visto como os problemas de roteirização são classificados em função dos diversos parâmetros aqui relacionados.

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Problemas de roteirização de veículos pertencem a uma categoria ampla de problemas de pesquisa operacional conhecida como Problemas de Otimização de Rede. Nessa categoria encontram-se problemas clássicos, como Problema de Fluxo Máximo, Problema do Caminho Mais Curto, Problema de Transporte, Problema de Designação (Golden, Ball e Bodin, 1981).

Uma das dificuldades de se modelar e resolver um problema de roteirização advém da grande quantidade de parâmetros que podem influenciar esse tipo de problema, conforme já foi descrito anteriormente. A classificação dos problemas de roteirização permite uma melhor compreensão dos aspectos mais relevantes, que devem ser considerados com maior atenção quando da proposição de algum procedimento de solução.

Normalmente os problemas são classificados em três categorias principais (Bodin e Golden, 1981 ; Bodin et al, 1983):

- Problemas de Roteirização de Veículos, onde não há restrições temporais por parte dos cliente (ou seja, não há nenhum horário pré-estabelecido), nem relações de precedência entre os clientes (ou seja, nenhum cliente precisa ser atendido especificamente antes ou depois de algum determinado cliente). Num problema desse tipo apenas os aspectos espaciais são levados em consideração, e o objetivo é construir um conjunto de rotas viáveis e de menor custo.
- Problemas de Programação de Veículos, quando a definição das rotas deve levar em consideração horários pré-estabelecidos para cada atividade a ser executada (horário limite para chegada e nos pontos de demanda, horário limite para saída dos pontos de demanda, ou também o instante programado para outras tarefas como por exemplo horário de saída do depósito, parada para reabastecimento, etc). Nesse tipo de problema, a elaboração das rotas leva em consideração, além dos aspectos espaciais do problemas, também os aspectos temporais.
- Problemas Combinados de Roteirização e Programação de Veículos, quando existe algum tipo de restrição de precedência e/ou janela de tempo. Relações de precedência ocorrem por exemplo quando a entrega de uma mercadoria deve ser precedida pela sua coleta. Janelas de tempo são restrições horárias normalmente associadas ao intervalo desejado para que um dado serviço seja executado num cliente. Podem existir outros tipos de janela de tempo, como por exemplo o intervalo de tempo que um veículo fica disponível, ou o intervalo de tempo em que o depósito (ou depósitos) fica disponível aos veículos. Em problemas combinados tanto os aspectos espaciais quanto temporais são levados em consideração. Segundo Bodin e Golden (1981) os problemas que ocorrem na prática normalmente estão nessa categoria.

A classificação de um problema específico leva em consideração os parâmetros citados anteriormente. Em cada uma dessas três categorias encontramos alguns problemas

típicos, com formulações propostas, e eventualmente com algoritmos de solução já desenvolvidos.

Como se pode perceber pela grande quantidade de parâmetros, nem todas as combinações possíveis levam a algum problema já abordado na literatura, para o qual já exista uma modelagem proposta, e para o qual já tenha sido desenvolvido algum algoritmo de solução.

A seguir serão descritos alguns problemas típicos de cada uma das três categorias principais de problemas de roteirização de veículos de acordo com Bodin et al (1983). Na categoria de problemas combinados foram acrescentados alguns problemas descritos por Solomon e Desrosiers (1988), que descrevem uma série de problemas de roteirização com restrições temporais.

PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO

- Problema do Caixeiro Viajante

Problema clássico, onde procura-se determinar um conjunto de rotas de mínimo custo que permitam ao caixeiro viajante (veículo) visitar os nós (clientes) de uma rede. Todos os nós devem ser visitados uma e somente uma vez. Nesse problema não há nenhuma outra restrição. O problema pode ser simétrico, se o custo de deslocamento for invariável com a direção; ou não simétrico, caso contrário.

- Problema de Múltiplos Caixeiros Viajantes

Extensão do problema do caixeiro viajante, onde vários caixeiros devem visitar todos os nós da rede, saindo de uma base e retornando à mesma. Cada caixeiro deve visitar pelo menos um nó, e cada nó deve ser visitado uma e somente uma vez.

- Problema Clássico de Roteirização de Veículos

Dado uma rede onde a cada nó está associada uma demanda conhecida, e a cada arco está associado um custo; e dado um conjunto de veículos com restrição de capacidade, deve-se determinar um conjunto de rotas de menor custo, atendendo à demanda de todos os nós. Os veículos devem partir e retornar ao depósito. Esse problema é uma generalização do problema de múltiplos caixeiros viajantes, onde se acrescenta a restrição de capacidade dos veículos.

- Problema de Roteirização de Veículos com Múltiplos Depósitos

Extensão do problema clássico de roteirização, onde os veículos devem sair e retornar a um entre os depósitos existentes.

- Problema do Carteiro Chinês

Nesse problema, dada uma rede, deve-se determinar um ciclo de custo mínimo que permita ao carteiro (veículo) passar pelo menos uma vez por todos os arcos da rede, onde se localizam os clientes. O problema pode ser direcionado, caso os arcos sejam direcionados; não direcionado, caso contrário; ou misto, caso alguns arcos sejam direcionados e outros não.

- **Problema de Roteirização com Demanda em Arcos**

Extensão do problema do carteiro chinês, acrescentando-se restrição de capacidade para os veículos. É semelhante ao problema clássico de roteirização, mas com demanda localizada nos arcos ao invés dos nós.

PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO

- **Problema de Programação de Veículos com Um Depósito**

Nesse problema define-se uma rede onde a cada nó está associada uma tarefa com início e duração pré-determinada, e a cada arco pode ser associado um peso que corresponde ao intervalo mínimo entre uma tarefa e outra. Os veículos devem partir e retornar de um único depósito. Deve-se dividir a rede em caminhos, cada um correspondendo à programação de um veículo, de acordo com uma função objetivo. Uma função objetivo que procure minimizar o número de caminhos equivale à minimização do número de veículos empregados, e portanto equivale à minimização do custo de capital. Uma função objetivo que procure minimizar a soma total dos pesos associados a cada arco equivale à minimização do tempo de trânsito dos veículos, e portanto equivale à minimização dos custos operacionais. Uma função objetivo que combine as duas anteriores tenta minimizar os custos totais.

- **Problema de Programação de Veículos com Múltiplos Depósitos**

Extensão do problema de programação, onde cada veículo deve partir de um dos depósitos existentes, e retornar a esse mesmo depósito.

- **Problema de Programação de Veículos com Restrição de Duração de Viagem**

Extensão do problema de programação acrescentando-se restrições que tentam incorporar os limites de autonomia dos veículos. Essas restrições podem se referir ao tempo máximo que o veículo pode ficar fora do depósito ou se referir à distância máxima que o veículo pode percorrer antes de retornar ao depósito.

- **Problema de Programação de Veículos com Múltiplos Tipos de Veículos**

Extensão do problema de programação, considerando-se a existência de veículos com diferentes características operacionais.

PROBLEMAS COMBINADOS DE ROTEIRIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO

- **Problema do Caixeiro Viajante com Restrição de Janela de Tempo**

Extensão do problema do caixeiro viajante, onde cada nó deve ser visitado numa janela de tempo específica.

- **Problema de Múltiplos Caixeiros Viajantes com Restrição de Janela de Tempo**

Extensão do problema de múltiplos caixeiros viajantes, onde cada nó deve ser visitado numa janela de tempo específica.

- Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo

Extensão do problema clássico de roteirização, onde cada cliente deve ser visitado numa janela de tempo específica.

- Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo Flexível

Extensão do problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo, porém permitindo a violação das janelas de tempo mediante pagamento de penalidades.

- Problema de Coleta e Entrega com Restrição de Janela de Tempo (“dial-a-ride”)

Extensão do problema anterior, onde acrescenta-se relações de precedência entre os clientes, conforme a tarefa que o veículo executa no cliente (coleta ou entrega). Num problema desse tipo, as cargas não são transportadas somente entre o depósito e os clientes, mas também entre os clientes, daí surgindo a relação de precedência. A expressão “dial-a-ride” vem de uma aplicação típica, onde os clientes telefonam requisitando a visita de um veículo, e determinando os pontos de origem e destino, bem como os horários correspondentes.

- Problema de Roteirização Multi-Periódica

Extensão do problema de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo, onde os clientes devem ser visitados um determinado número de vezes dentro de múltiplas janelas de tempo (por exemplo, entrega urbana de leite onde cada cliente deve ser visitado três vezes por semana, sempre pela manhã).

- Problema de Roteirização e Programação com Demanda em Arcos

Extensão do problema de roteirização com demanda localizada em arcos, acrescentando-se janelas de tempo para que os arcos sejam visitados.

- Problema de Roteirização Costeira (“shoreline”)

Semelhante ao problema de coleta e entrega com restrição de janela de tempo. A diferença consiste em que no problema “shoreline” a distribuição espacial dos clientes tem características específicas, tipicamente encontradas na roteirização de navios visitando vários portos ao longo da costa.

A seguir serão analisados alguns problemas de roteirização específicos, onde os veículos, assim como ocorre no PTS-P, são embarcações.

2.2.3 CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE EMBARCAÇÕES

Ronen (1993) faz uma revisão bibliográfica de trabalhos que tratam dos problemas de roteirização e programação aplicados especificamente a embarcações. Segundo o autor, nessa área há uma relativa escassez de trabalhos publicados.

Ronen classifica os problemas de roteirização de embarcações em cinco grupos, descritos a seguir.

- Dimensionamento/composição e alocação de frota

Nessa grupo, o primeiro problema consiste em determinar o tamanho da frota e sua composição, tendo em vista a demanda por transporte de várias cargas entre portos de origem e destino. O segundo problema é o de alocar cada embarcação da frota a uma rota comercial específica. Esse é um problema típico das companhias de transporte marítimo Liner, que necessitam publicar com antecedência os roteiros das embarcações nas rotas oferecidas pela conferência de frete da qual a companhia Liner faça parte.

- Problema combinado de roteirização e armazenagem

Se refere ao problema combinado de roteirização e armazenagem, típico do transporte a granel em grandes quantidades (por exemplo, no transporte de derivados de petróleo, minérios). O problema se subdivide num componente de armazenagem, que pode surgir tanto na origem como no destino da carga, e num componente de roteirização. A solução do problema combinado deve considerar a interação dos seus componentes. Assim, a determinação do tamanho de cada carregamento (quantidade de carga em uma viagem) e a programação das viagens deve levar em conta a disponibilidade do produto na origem, o estoque mínimo no destino (estoque de segurança) e os estoques máximos na origem e no destino.

- Velocidade ótima de cruzeiro

Nesse tipo de problema se procura determinar a velocidade que permite maximizar a receita proporcionada pela embarcação. Segundo Ronen, até a crise do petróleo as embarcações navegavam com uma velocidade (velocidade de cruzeiro) igual a de projeto (velocidade máxima), e portanto a velocidade de cruzeiro não era considerada como variável de decisão. O aumento dos preços do petróleo e seus derivados mudou esse panorama. Com o custo de combustível correspondendo de 20 a 60 por cento do custo diário de uma embarcação (Ronen, 1993), a diminuição da velocidade de cruzeiro pode gerar uma grande economia (já que o consumo é proporcional à velocidade elevada à terceira potência, aproximadamente).

- Programação de embarcações

Se refere à determinação da frota e sua utilização (programação) para atender à demanda de transporte. Isso inclui determinar qual embarcação vai transportar quais carregamentos e quando esse transporte vai ser efetuado.

- Problemas especiais

Inclui uma série de problemas específicos que não se enquadram em nenhuma das classes vistas acima.

O PTS-P não se assemelha aos problemas revisados por Ronen nessas cinco classes. A mais próxima é a classe de programação de embarcações, mas a mesma se refere à programação de embarcações em rotas já determinadas (rotas comerciais), e não abrange o aspecto temporal referente à existência de janelas de tempo nos clientes.

2.2.4 PROCEDIMENTOS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO: A NECESSIDADE DE SE GERAR UM PROCEDIMENTO INFORMATIZADO

A proposição de um procedimento informatizado para um problema qualquer pode gerar a seguinte pergunta: O que se ganha nesse processo de informatização? O aumento de velocidade do processo de resolução de um problema por si só pode não ser uma boa justificativa, principalmente se o computador apenas permitir obter o resultado errado de maneira mais rápida!

Para responder a essa pergunta no contexto particular de problemas de roteirização, pode-se consultar o trabalho de Sutcliffe e Board (1991). Nesse trabalho os autores analisam os benefícios gerados pela utilização de procedimentos informatizados para roteirização de veículos.

Utilizando análise de regressão, Sutcliffe e Board tentam correlacionar o benefício atingido com as características dos problemas resolvidos. Os autores concluem que quanto mais complexo o problema (por exemplo maior número de clientes, veículos e rotas, e a presença de janelas de tempo), maior o benefício alcançado.

Como benefícios principais, os autores apontam:

- a obtenção de rotas mais curtas e mais rápidas
- menor número de veículos empregados
- menores custos

Outros benefícios apontados são:

- a empresa torna-se menos dependente da pessoa responsável pela roteirização (roteirista)
- aumento da produtividade do roteirizador em relação ao processo manual
- melhoria do processo de registro das operações efetuadas
- promoção de uma melhor compreensão do processo de roteirização
- melhor controle da função de transporte na empresa
- capacidade de se efetuar análises de sensibilidade
- capacidade de se testar hipóteses ("what-if")
- capacidade de decidir entre operar uma frota própria ou contratar frota de terceiros
- benefícios para os motoristas (programação de horários adequados)
- benefícios para os clientes (melhor nível de serviço)

Sutcliffe e Board analisaram somente trabalhos teóricos publicados, dos quais apenas alguns se referiam a casos reais, com resultados efetivamente alcançados na prática.

Se a informatização do procedimento de roteirização parece justificável¹, então se poderia simplesmente utilizar um pacote comercial de roteirização, ou apenas alterar

¹ Pagano e Verdin (1987) abordam os benefícios e possíveis problemas enfrentados na implementação de procedimentos informatizados na área de transportes, bem como estratégias para garantir implementações bem sucedidas.

algum algoritmo existente para contemplar a estrutura de dados particular do problema a ser resolvido.

Golden, Bodin e Goodwin (1986) por outro lado analisam pacotes comerciais disponíveis para utilização em microcomputadores. Os autores concluem que os *softwares* de roteirização podem gerar grandes economias, mas que há um grande campo a ser pesquisado, pois muitas necessidades e problemas específicos não são bem tratados pelos pacotes existentes, demandando soluções específicas (grifo nosso). Rosseau (1988), e Assad (1988) também comentam a necessidade de soluções específicas para cada tipo de problema. Assad ainda acrescenta que as empresas que desenvolvem pacotes comerciais não se interessam em oferecer procedimentos específicos para cada aplicação, por não ser comercialmente vantajoso, ou simplesmente por não dispor de recursos ou conhecimento para tanto².

Essa necessidade de soluções específicas surge da grande variedade de problemas, como foi visto na classificação dos problemas de roteirização, e das características específicas de cada problema. Bodin et al. (1983) comentam a esse respeito que a maioria dos problemas de roteirização compartilham objetivos comuns (como redução de custos, redução de frota, etc) mas que as diferentes características e hipóteses de cada problema levam a diferentes modelagens, com diferentes métodos de resolução.

Dificuldade de se resolver problemas práticos de roteirização

Segundo Bodin (1990), muitos dos problemas descritos na literatura modelam de maneira simplificada os problemas reais. Schrage (1981) cita uma série de características que ocorrem na prática, tais como janela de tempo, múltiplos tipos de carga e múltiplos tipos de veículos, que podem ser incorporadas ao se tentar uma modelagem mais realista dos problemas práticos. Bott e Ballou (1986) citam uma lista ainda mais abrangente de restrições que ocorrem na prática.

Mas problemas de roteirização de veículos são problemas combinatórios complexos e de difícil resolução (Magnanti, 1981). Segundo Lenstra e Rinnooy Kan (1981), "... quase todos os problemas de roteirização e programação de veículos são NP-hard e portanto improváveis de serem resolvidos em tempo polinomial".

Para que isso fique claro, é necessário definir o que é um problema de classe NP-hard e um problema de classe P. Um problema é dito de classe P quando se conhece um algoritmo para sua solução cuja complexidade computacional é uma função polinomial do tamanho do problema (tal algoritmo é dito polinomial). Um problema é dito de classe NP-hard quando todos os algoritmos conhecidos para sua solução são não polinomiais (Bodin et al., 1983).

² É bastante ilustrativo consultar o trabalho de Hooban (1988), que trata da utilização e comercialização de pacotes informatizados de roteirização, porém do ponto de vista de quem fornece esse tipo de serviço na prática.

Como o VRP por si só é NP-hard (Lenstra e Rinnoy Kan, 1981), a incorporação de restrições para tornar o problema modelado mais próximo do problema real só vem aumentar a complexidade do modelo e de um algoritmo de solução.

Por um lado é óbvio que a modelagem matemática³ de um problema deve incorporar os aspectos relevantes do mesmo, tornando o modelo o mais próximo possível da realidade. Por outro lado, isso pode se tornar inútil, já que um modelo mais próximo da realidade não garantirá a existência de um procedimento que gere soluções melhores.

Isso é particularmente verdadeiro para problemas de roteirização. Os problemas de roteirização encontrados na prática são em geral NP-hard (Bodin et al., 1983). Segundo Solomon e Desrosiers (1988), o VRSPWT também é NP-hard, por ser uma extensão do VRP. Em função disso, muitas vezes 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 (Christofides, Mingozzi e Toth, 1979; Magnanti, 1981; Bodin et al., 1983; Golden e Assad, 1986; Solomon e Desrosiers, 1988; Haimovich, Rinnoy Kan e Stougie, 1988; Ballou, 1989; Powers, 1989; Bodin, 1990; Cunha, 1996). Desrochers, Desrosiers e Solomon (1992) colocam ainda que enquanto os algoritmos heurísticos tem sido efetivos na resolução de uma ampla variedade de problemas de tamanho e restrições próximos da realidade, os métodos exatos tem ficado bastante atrás.

Silver, Vidal e de Werra (1980) citam uma definição de heurística proposta por Nicholson⁴, que define uma heurística como um procedimento "... para resolver problemas de maneira intuitiva, no qual a estrutura do problema pode ser interpretada e explorada inteligentemente para obter soluções razoáveis". Ballou (1989) cita uma definição proposta por Hinkle e Keuhn⁵, que propõe que "uma heurística ... é um processo de racionalização... que procura uma solução satisfatória ao invés de uma solução ótima. A heurística, que reduz o tempo gasto na procura da solução de um problema, compreende uma regra ou procedimento computacional que restringe o número de alternativas de solução para um problema, de maneira análoga ao processo humano de tentativa e erro utilizado para obter soluções para problemas para os quais não existem métodos exatos de solução".

O fato de heurísticas quase nunca oferecerem soluções exatas não é suficiente para descartar sua utilização, particularmente para os problemas de roteirização, onde muitos dos algoritmos de solução são de natureza heurística. Segundo Ballou (1989), existem heurísticas que conseguem obter resultados muito próximos dos obtidos por métodos exatos. Na verdade, existem uma série de fatores que, se presentes no problema a ser resolvido, podem tornar recomendável a utilização de heurísticas como procedimento de solução (Zanakis e Evans, 1981; Silver, Vidal e de Werra, 1980; Ballou, 1989) :

³ O trabalho de Cunha (1996) apresenta a formulação matemática do Problema de Roteirização de Veículos com Restrição de Janela de Tempo. É uma referência obrigatória, com uma extensa e abrangente revisão bibliográfica sobre os problemas de roteirização e os métodos de solução propostos.

⁴ Nicholson, T. "Optimization in Industry, Vol. 1 Optimization Techniques", Longman Press, Londres, 1971.

⁵ Hinkle, C. L. ; Keuhn, A. A. "Heuristic models: mapping the maze for management", California Management Review, v.10, 1967.

- não se conhecem métodos exatos de solução
- algum método exato é conhecido, mas é proibitivo do ponto de vista computacional
- o método heurístico é mais simples e fácil de compreender em comparação com outros procedimentos, facilitando sua implementação e utilização, bem como permitindo uma melhor compreensão das variáveis e parâmetros mais importantes do problema; nesse sentido a heurística passa a ser inclusive um instrumento de aprendizado
- os dados disponíveis são inexatos ou limitados, de modo que os erros cometidos na obtenção desses dados supera o erro causado pela não-otimalidade da heurística
- o modelo a ser resolvido é apenas uma simplificação do problema real, não se justificando um grande esforço para se resolver de maneira exata o problema simplificado
- necessidade de se resolver o problema continuamente, o que pode tornar vantajosa a utilização de um procedimento que tenha menor custo computacional

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE TRANSPORTE DE SUPRIMENTOS NO SEU ASPECTO OPERACIONAL DE PROGRAMAÇÃO DO TRANSPORTE COMO UM PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS COM RESTRIÇÃO DE JANELA DE TEMPO (PRPVRJT)

A classificação de um problema de roteirização nem sempre é clara e precisa, pelo grande número de parâmetros existentes e pela falta de padronização. O Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto operacional de programação do transporte pode ser classificado como pertencente à categoria de Problemas Combinados de Roteirização e Programação de Veículos.

Essa classificação pode ser justificada pelo fato de que tanto os aspectos espaciais como temporais são relevantes, e a solução do problema deve elaborar os roteiros das embarcações respeitando as janelas de tempo dos clientes e dos próprios veículos.

Dentro da categoria de Problemas Combinados de Roteirização e Programação de Veículos, o problema que mais se assemelha ao PTS-P é o Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo (PRPVRJT), ou “vehicle routing and scheduling problem with time windows” (VRSPTW) na nomenclatura original em inglês.

O PTS-P pode ser considerado uma extensão do PRPVRJT, pois é caracterizado por uma série de restrições adicionais que não estão presentes no PRPVRJT. Dada a inexistência de algoritmos para problemas com restrições específicas⁶, a busca de um procedimento de solução será feita a partir do estudo de algoritmos de solução propostos para o PRPVRJT. No capítulo seguinte será feita uma revisão bibliográfica de uma série de algoritmos propostos para a solução do PRPVRJT.

Também serão estudados os trabalhos referentes ao Problema de Coleta e Entrega com Restrição de Janela de Tempo (PCERJT), que é uma extensão do PRPVRJT. Se no Problema de Transporte de Suprimentos também ocorresse o transporte de suprimentos entre as unidades marítimas, então o mesmo poderia efetivamente ser classificado como um PCERJT, porém o transporte só ocorre entre a base e as unidades marítimas, não configurando relação de precedência do tipo coleta/entrega entre as unidades marítimas.

As restrições adicionais que estão presentes no Problema de Transporte de Suprimentos podem ser visualizadas seguindo-se o esquema de classificação para problemas de roteirização e programação de veículos proposto por Desrochers, Lenstra e Savelsbergh (1990).

A idéia básica dos autores é que o esquema sirva de orientação na fase inicial de desenvolvimento de um sistema de roteirização, ou seja, durante a compreensão dos aspectos relevantes do problema em estudo e sua modelagem. O esquema proposto,

⁶ Segundo Cunha (1996), a combinação de restrições de janela de tempo e frota heterogênea praticamente inexiste na literatura.

segundo os autores, permite classificar a maioria dos modelos já considerados na literatura, servindo como ferramenta para esclarecer a grande variedade de parâmetros existentes nos problemas de roteirização e programação de veículos.

Os principais parâmetros abordados nesse esquema estão agrupados em quatro categorias:

- ENDEREÇOS, referente aos parâmetros relacionados aos clientes e aos depósitos
- VEÍCULOS, referente aos parâmetros relacionados à frota
- CARACTERÍSTICAS DO PROBLEMA, referente aos parâmetros relacionados à rede, ao tipo de serviço, às restrições entre endereços, às restrições entre endereços e veículos, e às restrições entre veículos
- OBJETIVO, referente ao tipo de otimização que se procura obter

Segundo esse esquema, o Problema de Transporte de Suprimentos pode receber a seguinte classificação⁷:

CLASSIFICAÇÃO

ENDEREÇOS

- | | |
|---|---|
| • número de depósitos | - um (1) |
| • tipo de demanda | - localizada nos nós |
| | - só entregas |
| | - demanda determinística |
| • restrições de programação nos endereços | - múltiplas janelas de tempo |
| • restrições na seleção dos endereços | - todos endereços com demanda devem ser visitados |

VEÍCULOS

- | | |
|---------------------------------|--|
| • número de veículos | - variável (especificado de acordo com as condições do problema em cada momento) |
| • restrições de capacidade | - veículos com diferentes capacidades |
| • restrições de carga | - veículos com compartimentos dedicados |
| • restrições na programação | - diferentes janelas de tempo para os veículos |
| • restrições de duração de rota | - diferentes autonomias para cada veículo |

⁷ No trabalho original, os autores propõe uma simbologia para cada tipo de parâmetro. Essa simbologia não será adotada aqui, pois preferiu-se explicar cada parâmetro por extenso. O objetivo aqui não é detalhar a metodologia original, apenas utilizá-la.

CARACTERÍSTICAS DO PROBLEMA

- tipo de rede
 - euclidiana
 - rede não direcionada
- tipo de estratégia de serviço
 - é permitido divisão de demanda (a demanda do cliente pode ser satisfeita com mais de uma visita, desde que em dias diferentes)
 - não há cargas de retorno
 - veículo pode fazer várias rotas consecutivas
 - rotas começam e terminam no depósito
- restrições entre endereços
 - não há restrições de precedência
 - não há restrições entre depósito e clientes
 - não há restrições entre clientes
- restrições entre endereços e veículos
 - existem restrições entre depósito e veículos (tempos de carregamento)
 - existem restrições entre clientes e veículos (tempos de descarga e tipo de carga que o veículo pode levar, restrição de uma unidade marítima só permitir a visita de 1 embarcação por dia)
- restrições entre veículos
 - não existem restrições entre veículos

OBJETIVO

- minimizar soma de : custos variáveis (dependentes da duração das rotas)
custos fixos (relacionados ao afretamento das embarcações)

2.4 O ALGORITMO PROPOSTO POR BRINATI, MESQUITA E BECKER (1993)

O Problema de Transporte de Suprimentos foi estudado originalmente por Brinati, Mesquita e Becker (1993). Em seu trabalho intitulado de “Dimensionamento e programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de exploração de petróleo”, os autores apresentam e detalham o Problema de Transporte de Suprimentos. Os autores propõe também um procedimento de resolução, denominado algoritmo para dimensionamento e programação da frota de supridores (ADPOFS).

Segundo Marco, Mesquita e Becker, o algoritmo ADPOFS foi desenvolvido aproveitando-se algumas idéias básicas do algoritmo ADARTW proposto por Jaw et al (1986) para o Problema de Coleta e Entrega com Restrição de Janela de Tempo (“dial-a-ride”).

Os autores destacam as principais preocupações consideradas na elaboração do algoritmo ADPOFS:

- gerar um procedimento sistematizado para dimensionamento da frota de supridores e para programação da operação dessa frota
- considerar os aspectos mais significativos do problema (compromisso entre qualidade da solução e dificuldade computacional)
- considerar a possível falta de dados para implementação computacional

Os principais passos do algoritmo ADPOFS são os seguintes:

- ordenação das requisições por data de entrega, por unidade marítima, por tipo de carga e por margem de atraso aceitável na entrega
- percorre-se a lista seqüencialmente, tentando alocar as requisições de cada unidade marítima em um dado dia à uma das embarcações disponíveis
- alocação das requisições considerando os seguinte passos
 - tenta-se alocar inicialmente todas as requisições de uma mesma unidade marítima solicitadas para o dia que está sendo programado
 - caso não haja nenhuma embarcação capaz de atender essas requisições, e se parte das requisições possuem janela de tempo superior a um dia, tenta-se atender essas requisições no dia seguinte
 - caso ainda assim não se consiga atender todas as requisições da mesma unidade e mesmo dia, procura-se afretar outra embarcação, escolhendo a de menor custo total unitário
 - caso ainda assim não se consiga atender alguma requisição, a mesma é rejeitada

O algoritmo ADPOFS ainda apresenta os seguintes passos auxiliares:

- simulação de cada embarcação como única disponível para atender as requisições, como procedimento preliminar para estimar custos variáveis unitários
- na passagem de um dia para outro na programação, executa os seguintes passos
 - envio das embarcações à base por encerramento do contrato de afretamento, por existência de interrupção programada (por exemplo docagem), ou por incapacidade de inclusão de novas requisições na viagem

- reordenação das requisições do dia considerando a resolução de um problema de caixeiro viajante (ou seja, as requisições são ordenadas considerando a ordem do menor roteiro para seu atendimento, caso isso pudesse ser feito por uma única embarcação)

Segundo os autores, o algoritmo foi implementado e testado em cenários grandes, envolvendo 40 unidades marítimas, 60 embarcações e 2400 requisições para um período de 4 meses. A título de ilustração, o trabalho apresenta um exemplo numérico de pequena escala, envolvendo 5 unidades marítimas, 3 embarcações e 200 requisições para um período de 30 dias.

No capítulo seguinte serão analisados uma série de algoritmos propostos para a solução de problemas de roteirização e programação de veículos com restrição de janela de tempo, buscando-se identificar algum outro algoritmo que possa ser adaptado para a resolução do PTS-P.

CAPÍTULO 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feita a revisão bibliográfica, onde foram examinados trabalhos que tratam de problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. Os trabalhos são apresentados de maneira resumida, porém com detalhes suficientes para servir de referência ao leitor na consulta de procedimentos de solução para problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. Mantém-se a notação original de cada trabalho, de maneira a facilitar a consulta à referência original. É dada ênfase à modelagem adotada, à estratégia de solução proposta, e à análise dos resultados obtidos.

3.1 ALGORITMOS PARA PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO COM RESTRIÇÃO DE JANELA DE TEMPO

Na revisão bibliográfica foram examinados trabalhos que tratam de problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. A tabela 3.1 a seguir destaca os trabalhos examinados, o tipo de problema resolvido e a abordagem adotada.

Tabela 3.1 - Trabalhos examinados na revisão bibliográfica

Referência	Problema	Abordagem
1. Solomon (1987)	VRSPSTW	Heurísticas de construção
2. Solomon, Baker e Schaffer (1988)	VRSPSTW	Heurística de melhoria (troca de arcos)
3. Desrochers, Desrosiers e Solomon (1992)	VRSPSTW	Método exato (geração de colunas)
4. Koskosidis, Powell e Solomon (1992)	VRSPSTW	Heurística (baseada em programação matemática)
5. Balakrishnan (1993)	VRSPSTW	Heurísticas de construção
6. Potvin e Rousseau (1993)	VRSPSTW	Heurística de construção paralela de rotas
7. Van Der Bruggen, Lenstra e Schuur (1993)	SVPDPTW	Heurística de construção e melhoria (troca de arcos)
8. Thompson e Psaraftis (1993)	VRSPSTW	Heurística de melhoria (transferência cíclica)

Com exceção do trabalho de Van Der Bruggen et al. (1993), todos os outros trabalhos aplicam seus respectivos procedimentos no conjunto de problemas proposto por Solomon (1987)⁸. Esse fato será utilizado quando da comparação da eficiência de cada algoritmo e da proposição de um algoritmo para o Problema de Transporte de Suprimentos.

A seguir, será feito um resumo de cada um dos trabalhos acima relacionados. Em alguns momentos optou-se por uma descrição detalhada, utilizando-se a notação original de cada trabalho. O objetivo disto é, primeiro, que o presente trabalho sirva como guia de referência, fornecendo ao leitor um resumo dos diversos procedimentos propostos para problemas de roteirização com restrição de janela de tempo; em segundo lugar que ao se utilizar a notação original facilita-se a consulta dos trabalhos originais para um eventual aprofundamento nos mesmos.

⁸ A revisão do trabalho de Solomon (1987) feita adiante aborda as características desse conjunto de problemas.

3.1.1 ALGORITHMS FOR THE VEHICLE ROUTING AND SCHEDULING PROBLEMS WITH TIME WINDOW CONSTRAINTS (SOLOMON, 1987)

Solomon (1987) desenvolve uma série de heurísticas de construção de rotas:

- heurística de economia
- heurística de economia com limite de tempo de espera
- heurística de vizinho mais próxima com orientação temporal
- heurística de inserção, com critério que minimiza o acréscimo de tempo e distância causados pela inserção de um cliente
- heurística de inserção, com critério que minimiza a duração e a distância total da rota
- heurística de inserção, acrescentando a urgência de servir o cliente
- heurística de varredura com orientação temporal

Antes de se descrever cada uma dessas heurísticas vamos definir a notação adotada e a maneira como é incorporada a restrição de janela de tempo:

- e_i - início da janela de tempo do cliente i
 - l_i - fim da janela de tempo do cliente i
 - b_i - instante de início efetivo do serviço no cliente i
 - s_i - tempo de duração do serviço no cliente i
 - t_{ij} - tempo de viagem do cliente i ao cliente j
 - d_{ij} - distância do cliente i ao cliente j
 - w_i - tempo de espera no cliente i
 - c_{ij} - custo de deslocamento do cliente i ao cliente j
- $$c_{ij} = \rho_1 d_{ij} + \rho_2 (b_j - b_i), \quad \rho_1 \geq 0, \rho_2 \geq 0$$

O instante de chegada num cliente não coincide necessariamente com o instante de início do atendimento, e se o veículo chegar antes do início da janela de tempo (e_i) será necessário esperar. Suponha um veículo se deslocando do cliente i para o cliente j , o instante de início do atendimento no cliente j pode ser definido da seguinte maneira:

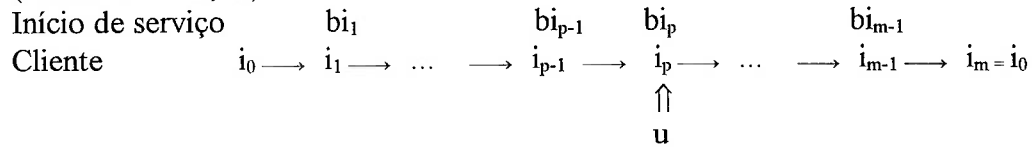
$$b_j = \max \{ e_j, b_i + s_i + t_{ij} \}$$

Segundo Solomon, para uma heurística ser efetiva e eficiente na solução de um problema de roteirização com restrição temporal, é de vital importância a maneira como as restrições de janela de tempo são incorporadas no processo de solução. Como as heurísticas apresentadas são todas do tipo de construção de rotas, o autor analisa as condições necessárias e suficientes para inserção de um cliente numa rota sem que haja quebra das janelas de tempo dos clientes dessa rota.

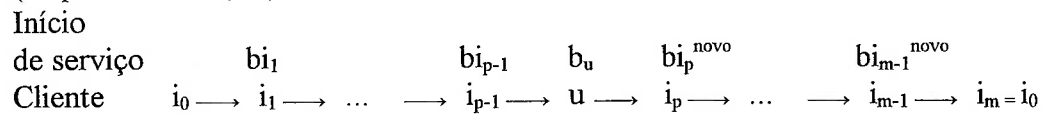
Seja um cliente u a ser inserido entre dois clientes, i_{p-1} e i_p , com $1 \leq p \leq m$, numa rota viável parcialmente construída (i_0, i_1, \dots, i_m) , onde $i_0 = i_m = 0$ (base). São conhecidos os instantes de início efetivo de serviço b_{i_r} , para $0 \leq r \leq m$. Considere a hipótese que cada

veículo deixa o depósito em e_0 (o mais cedo possível). Vejamos graficamente como ficaria essa inserção:

(Antes da inserção)



(Depois da inserção)



Para os clientes r , $p < r < m$, o serviço começa no novo instante $bi_p^{novo} \geq bi_p$, por causa da inserção do cliente u . Assumindo distâncias Euclidianas e o mesmo conceito estendido aos tempos de viagem, a inserção define um “push forward” PFi_p na programação de i_p :

$$PFi_p = bi_p^{novo} - bi_p \geq 0$$

Genericamente, a inserção define um “push forward” PFi_{r+1} na programação de i_r , para os clientes r ($p \leq r \leq m-1$) servidos a seguir:

$$PFi_{r+1} = \max \{ 0, PFi_r - w_{r+1} \}, \quad p \leq r \leq m-1$$

Para o cliente i_p , seu PFi_p é a diferença entre o novo tempo de início de serviço (depois da inserção) e o antigo (antes da inserção). Para os clientes $r+1$ servidos depois do cliente p , PFi_{r+1} é a diferença entre PF do cliente anterior e o tempo de espera do cliente $r+1$ antes da inserção, ou zero, caso essa diferença seja negativa.

Solomon coloca o seguinte lema, utilizado para testar a viabilidade temporal da inserção de um cliente numa rota:

As condições necessárias e suficientes para viabilidade temporal da inserção de um cliente u entre i_p e i_{p-1} , $1 \leq p \leq m$, numa rota parcial viável sendo construída ($i_0, i_1, i_2, \dots, i_m$), $i_0 = i_m = 0$, são:

$$b_u \leq l_u, \text{ para o cliente } u$$

$$bi_r + PFi_r \leq li_r, \text{ para o cliente } r, \quad p \leq r \leq m$$

Segundo Solomon, a utilização dessas condições para testes de viabilidade temporal é muito mais eficiente do que o teste explícito das restrições temporais de cada cliente.

A seguir serão descritas cada uma das heurísticas estudadas por Solomon.

Heurística de economia

É uma extensão da heurística originalmente proposta por Clark e Wright (Clark e Wright, 1964). Para respeitar as janelas de tempo, duas modificações são feitas.

Primeiro, passa-se a considerar a orientação da rota. Na heurística original de Clark e Wright a orientação de uma rota não é considerada, já que a rota pode ser percorrida nos dois sentidos indistintamente, devido a inexistência do aspecto temporal na formulação do problema resolvido pela mesma. Com a incorporação da restrição de janela de tempo, a orientação de uma rota passa a ter importância, e na união de duas rotas é necessário verificar se as mesmas tem orientações compatíveis, que possibilitem essa união.

Segundo, é necessário verificar a viabilidade temporal da união de duas rotas, utilizando as condições necessárias e suficientes vistas acima, para verificar se a união das rotas não causa a quebra de alguma janela de tempo.

O critério de economia utilizado é o mesmo da heurística original, buscando maximizar a função de economia:

$$SAV_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - \mu d_{ij}, \quad \mu \geq 0$$

Por exemplo, quando $\mu = 1$, SAV_{ij} corresponde à economia de se atender o cliente i e o cliente j numa mesma rota, ao invés de atendê-los individualmente, diretamente do depósito.

Heurística de economia com limite de tempo de espera

Semelhante à heurística anterior, apenas acrescentando um critério de limite de tempo de espera. Se a união de duas rotas gerar um tempo de espera maior que um valor limite então não se permite que essa união seja efetivada. Esse critério evita a união de dois clientes próximos geograficamente mas distantes temporalmente. Note que a heurística de economia anterior não considera o aspecto temporal para obter rotas melhores, de menor custo, considera o aspecto temporal apenas para testar as condições de viabilidade.

Heurística de vizinho mais próximo com orientação temporal

Inicia uma rota com o cliente mais próximo ao depósito, e que não pertence a nenhuma rota. Acrescenta à rota sendo construída o cliente mais próximo, até não ser viável mais nenhuma inserção.

Para definir o cliente mais próximo utiliza-se a medida de proximidade C_{ij} :

$$C_{ij} = \text{medida de proximidade entre os clientes } i, j$$

$$C_{ij} = \delta_1 d_{ij} + \delta_2 T_{ij} + \delta_3 v_{ij}, \quad \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1$$

$$\delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0, \delta_3 \geq 0$$

onde d_{ij} = distância entre os clientes i, j
 T_{ij} = intervalo de tempo entre final do serviço em i e o início do serviço em j
 $T_{ij} = b_j - (b_i + s_i)$
 v_{ij} = urgência do cliente j , corresponde ao tempo disponível entre o final da janela de tempo do cliente j e a chegada do veículo em j
 $v_{ij} = l_j - (b_i + s_i + t_{ij})$

Ao se tentar inserir na rota em formação o cliente j com o menor valor de C_{ij} estará se buscando o cliente mais próximo espacialmente, temporalmente, e com a maior urgência de atendimento.

Heurística de inserção I1, com critério que minimiza o acréscimo de tempo e distância causados pela inserção de um cliente

Inicializa uma rota com um dos seguintes critérios:

- cliente mais distante ainda não alocado
- cliente com menor valor de l_i (fim da janela de tempo).

Os critérios de inicialização são exclusivos, ou seja, utiliza-se um ou outro. Para escolher o próximo cliente da rota utiliza-se um critério inserção. Na análise do desempenho dessa e das outras heurísticas de inserção descritas adiante (I2 e I3), o autor aplica cada uma variando o critério de inicialização e os parâmetros do critério de inserção.

O critério de inserção é o seguinte. Para uma rota parcial (i_0, i_1, \dots, i_m) calcula-se, para cada cliente u ainda não alocado a nenhuma rota, a melhor posição viável de inserção, definida por $c_1(i(u), u, j(u))$:

$$c_1(i(u), u, j(u)) = \text{melhor posição de inserção do cliente } u$$

$$c_1(i(u), u, j(u)) = \min [c_1(i_{p-1}, u, i_p)], \quad p = 1, 2, \dots, m$$

$$\text{onde } c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j), \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1$$

$$\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$$

$$c_{11}(i, u, j) = d_{iu} + d_{uj} - \mu d_{ij}, \quad \mu \geq 0$$

$$c_{12}(i, u, j) = b_{j/u} - b_j$$

A função c_{11} corresponde ao acréscimo de distância após a inserção do cliente u . A função c_{12} é a diferença entre o novo instante de início de serviço do cliente j dado que u está na rota ($b_{j/u}$) e o anterior (b_j), causada pela inserção do cliente u . A função c_1 portanto corresponde ao acréscimo de distância e de tempo causado pela inserção do cliente. A melhor posição de inserção de um cliente é aquela que minimiza esse acréscimo.

O cliente u^* que maximizar a função $c_2(i(u), u, j(u))$ é inserido na rota entre os clientes $i(u^*)$ e $j(u^*)$:

$$c_2(i(u^*), u^*, j(u^*)) = \max [c_2(i(u), u, j(u))]]$$

$$\text{onde } c_2(i, u, j) = \lambda d_{0u} - c_1(i, u, j), \quad \lambda \geq 0$$

A função c_2 é a diferença (utilizando um coeficiente de ponderação λ) entre a distância direta da base ao cliente u e o acréscimo em tempo e distância causados pela inserção (c_1). Por exemplo, para dois clientes com mesmo valor para a função c_1 , o mais distante da base (maior d_{0u}) seria inserido. Portanto a heurística I1 tenta maximizar o benefício de se servir o cliente na rota sendo construída ao invés de servi-lo diretamente, sendo a melhor posição de inserção aquela que minimiza os acréscimos de tempo e distância necessários para servir esse cliente.

Note que o critério de inserção é parecido com o critério de economia da heurística de economia, mas aqui se leva em consideração os aspectos temporais, e não só os espaciais.

É interessante também verificar que a heurística do vizinho mais próximo com orientação temporal é um caso particular desse tipo de heurística de inserção. Naquela, restringia-se a posição de inserção, determinada pelo último cliente alocado à rota. Já na heurística de inserção (inclusive as heurísticas I2 e I3 descritas a seguir) todas as posições viáveis de inserção são consideradas.

Heurística de inserção I2, com critério que minimiza a duração e a distância total da rota

Semelhante à heurística de inserção I1, com as seguintes diferenças

- acrescenta o seguinte critério de inicialização : cliente não alocado com a menor soma de tempo e distância ao depósito
- insere-se o cliente u^* que minimizar a função $c_2(i(u), u, j(u))$:

$$c_2(i(u^*), u^*, j(u^*)) = \min [c_2(i(u), u, j(u))]]$$

$$\text{onde } c_2(i, u, j) = \beta_1 R_d(u) + \beta_2 R_t(u), \quad \beta_1 + \beta_2 = 1$$

$$\beta_1 \geq 0, \beta_2 \geq 0$$

R_d e R_t são respectivamente a distância e a duração total da rota sendo construída, considerando a inclusão do cliente u

Portanto essa heurística, ao construir uma rota, busca selecionar clientes cujos custos de inserção minimizam uma ponderação da distância e da duração total da rota sendo construída.

Heurística de inserção I3, acrescentando a urgência de servir o cliente

Semelhante à heurística de inserção I1, com as seguintes diferenças

- acrescenta o seguinte critério de inicialização : cliente não alocado com a menor soma de tempo e distância ao depósito
- calcula-se para cada cliente u a melhor posição de inserção $c_1(i, u, j)$

$$c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j) + \alpha_3 c_{13}(i, u, j),$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$$

$$\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$$

onde $c_{11}(i, u, j)$ e $c_{12}(i, u, j)$ não se alteram

$$c_{13}(i, u, j) = l_u - b_u$$

- insere-se o cliente u^* que maximizar a função $c_2(i(u), u, j(u))$:

$$c_2(i(u^*), u^*, j(u^*)) = \max [c_2(i(u), u, j(u))]$$

$$\text{onde } c_2(i, u, j) = c_1(i, u, j)$$

Portanto essa heurística acrescenta a urgência do cliente (dada pela função c_{13}) ao aspecto temporal do critério de inserção.

Heurística de varredura com orientação temporal

Pertence à classe de métodos aproximados, que decompõe o problema e utilizam métodos exatos para resolver algum desses componentes. No presente caso, a heurística decompõe o problema em dois sub-problemas: agrupamento, onde se aponta os clientes a serem servidos por cada veículo; e roteirização/programação, onde se resolve um problema de roteirização para cada agrupamento definido na fase anterior⁹.

⁹ Golden et al (1984) adotam estratégia semelhante, porém na ordem inversa: resolve-se primeiro um problema de roteirização com todos os clientes num único roteiro, que é então quebrado em roteiros menores (agrupamentos) viáveis. Esse algoritmo ficou conhecido como Partição de Roteiro Gigante.

O primeiro estágio (agrupamento) é resolvido aplicando-se a primeira fase da heurística original de varredura de Gillet e Miller (Gillet e Miller, 1974). Para o problema de roteirização de cada agrupamento aplica-se a heurística de inserção I1.

Análise de resultados

Solomon aplicou as heurísticas propostas em seis conjuntos de problemas: R1, R2, C1, C2, RC1 e RC2. A composição de problemas de cada conjunto está relacionada na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Conjuntos de problemas resolvidos por Solomon

Conjunto	Problemas
R1	R101 - R112
R2	R201 - R211
C1	C101 - C109
C2	C201 - C208
RC1	RC101 - RC108
RC2	RC201 - RC208

Cada problema é composto de 100 clientes. A porcentagem de clientes com janela de tempo é de 100, 75, 50 ou 25% conforme o problema.

A distribuição geográfica dos clientes segue as seguintes regras:

- nos conjuntos R1 e R2 a posição dos clientes é gerada randomicamente por uma distribuição uniforme
- nos conjuntos C1 e C2 os clientes estão em grupos (“clusters”)
- nos conjuntos RC1 e RC2, os clientes estão em semi-agrupamentos (“semi-clusters”), que significa que os problemas desses conjuntos contém parte dos clientes localizados em grupos e parte localizados randomicamente.

Os problemas dos conjuntos R1, C1, RC1 tem um horizonte de programação curto, e os problemas dos conjuntos R2, C2, RC2 tem um horizonte de programação longo. Segundo o autor, o horizonte de programação combinado com as restrições de capacidade dos veículos tem o efeito de permitir que poucos clientes sejam servidos pelo mesmo veículo nos problemas dos conjuntos R1, C1, RC1.

Em cada conjunto de problemas, a distribuição geográfica dos clientes, a demanda e o tempo de serviço não se alteram. Assim, por exemplo, no conjunto R1, os problemas R101 a R104 são idênticos, com exceção da porcentagem de clientes com janela de tempo, que é de 100% no problema R101, 75% no problema R102, 50% no problema R103 e 25% no problema R104. Os problemas R105 a R108 são idênticos respectivamente aos problemas R101 a R104, apenas aumentando a amplitude da janela de tempo. Estruturando os problemas dessa maneira, o autor procura identificar o efeito de alguma característica particular sobre o comportamento das diversas heurísticas.

Aplicando cada procedimento ao conjunto de problemas, Solomon conclui que a heurística de inserção I1 apresentou melhores resultados.

A análise paramétrica dessa heurística (ou seja, resolução dos problemas variando-se o valor dos parâmetros do critério de inserção utilizado), mostra que para problemas com muitas restrições temporais (“heavily time-constrained”) o critério de inserção deve priorizar esses aspectos temporais. Segundo Solomon, “enquanto que o VRP parece ser direcionado pelo aspecto de alocação dos clientes aos veículos, ... o aspecto de sequenciamento parece direcionar os problemas de roteirização dominados por janelas de tempo.”, e que “ ... é esse aspecto de sequenciamento que a heurística I1 parece capturar tão bem.”.

3.1.2 VEHICLE ROUTING AND SCHEDULING PROBLEMS WITH TIME WINDOW CONSTRAINTS: EFFICIENT IMPLEMENTATION OF SOLUTION IMPROVEMENT ALGORITHMS (SOLOMON, BAKER, SCHAFFER, 1988)

Solomon, Baker e Schaffer (1988) desenvolvem métodos para acelerar os procedimentos de melhoria por troca de arcos, justificando que “a maior deficiência das heurísticas de melhoria por troca de arcos do tipo k-opt é o grande tempo de processamento requerido”.

A partir de heurísticas de melhoria já existentes aplicadas ao VRP, incorporam às mesmas os testes de viabilidade temporal necessários para garantir a viabilidade das rotas no VRSPTW. Os métodos de aceleração consistem em explorar a estrutura própria do VRSPTW eliminando os testes de viabilidade desnecessários. Como resultado os procedimentos de melhoria desenvolvidos além de incorporar as restrições temporais apresentam melhores resultados computacionais, sem que isso cause degradação da qualidade da solução.

Aceleração de procedimentos de troca de dois arcos (2-opt)

Uma rota num VRP pode ser seguida num sentido ou no outro, sem distinção. Já num VRSPTW, em geral isso não é possível, pois as restrições temporais geralmente impõe um sentido para a rota. Mas para janelas de tempo maiores (“loose”), uma rota (ou pelo menos partes dela) pode se revertida sem causar inviabilidade.

A seguir será mostrado um exemplo de uma rota na qual se faz uma troca de 2 arcos, o que causa a reversão de orientação num dos segmentos da rotas. A figura 3.1 mostra uma rota antes da troca de arcos. A figura 3.2 mostra a reversão causada nessa rota pela troca de 2 arcos.

Figura 3.1 - Rota antes da troca de arcos

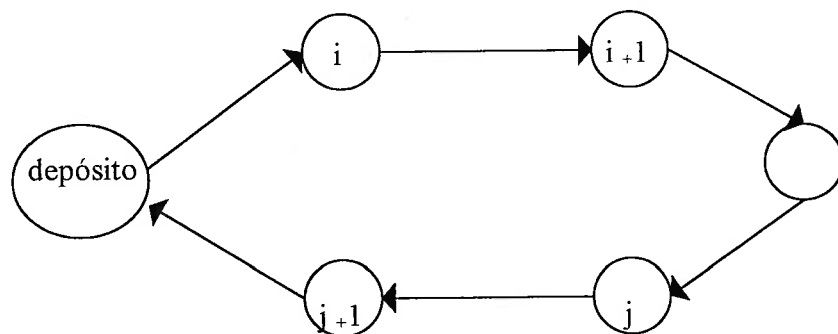
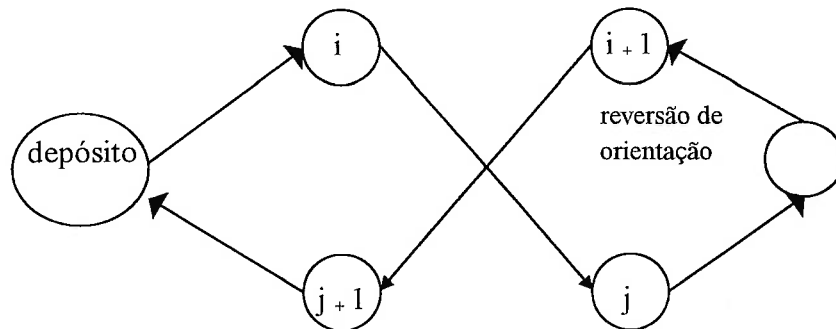


Figura 3.2 - Reversão da rota causada pela troca de dois arcos



Se a rota tiver um custo menor¹⁰ após a troca de arcos, é necessário testar se as janelas de tempo dos clientes afetados pela troca continuam sendo respeitadas. Os clientes afetados são todos os clientes entre $i + 1$ (inclusive) e o final da rota, em particular os clientes entre $i + 1$ (inclusive) e j (inclusive), já que nesse trecho ocorre a reversão de orientação.

Segundo os autores, “como o número de clientes contidos no segmento de rota entre os clientes j e $i + 1$ pode variar, o esforço computacional requerido para testar a janela de tempo de cada cliente é da ordem $O(N_k)$, onde N_k é o número de clientes na rota k . Esse nível de complexidade adicional no procedimento de troca de dois arcos (2-opt) pode resultar em um número de operações da ordem $O(N ** 3)$ para o VRSPTW, em comparação com $O(N**2)$ para o VRP”.

Por isso é importante diminuir o número de testes de viabilidade feitos, o que pode ser feito de duas maneiras :

- primeiro, utilizando o conceito de “Push Forward” e “Push Backward” visto em Solomon(1987), que permite diminuir o número de clientes nos quais é necessário testar as condições de viabilidade temporal
- segundo, estabelecendo uma condição necessária para a troca de arcos ; se essa condição for quebrada não é preciso testar a janela de tempo dos clientes afetados pela troca de arcos, pois já se considera a troca inviável

Para definir-se essa condição necessária no caso de troca de dois arcos, seja:

- e_i - início da janela de tempo do cliente i
- f_i - fim da janela de tempo do cliente i
- t_i - início efetivo do serviço no cliente i
- s_i - tempo de duração do serviço no cliente i

¹⁰ Obviamente, se a rota tiver custo maior após a troca de arcos então a troca não é interessante

a_{ij} - tempo de viagem do cliente i ao cliente j
 c_{ij} - custo de deslocamento do cliente i ao cliente j
 w_i - tempo de espera no cliente i

onde $e_i \leq t_i \leq f_i$

$t_i = \max \{e_i, (t_j + s_j + a_{ji})\}$, onde j é o predecessor imediato de i

$w_i = \max \{0, e_i - (t_j + s_j + a_{ji})\}$

Testando se $(t_i + s_i + a_{ij}) \geq f_j$ para cada par i, j pode-se determinar as relações de precedência entre os clientes da rota, obtendo-se a matriz de precedência $VP(i, j)$, definida por:

$$VP(i, j) = \begin{cases} +1, & \text{se o cliente } i \text{ deve preceder o cliente } j \\ 0, & \text{se não há relação de precedência} \\ -1, & \text{se o cliente } j \text{ deve preceder o cliente } i \end{cases}$$

Segundo os autores, a partir da matriz de precedência é possível definir um valor para cada cliente da rota que reflete a dependência de precedência naquele ponto com relação aos clientes a serem visitados a seguir na rota. Define-se o valor $NP(i)$ para cada cliente i da rota como igual ao número (posição atual na rota) do primeiro cliente além do cliente $i + 1$ que também tem um predecessor que ocorre após o cliente i . Formalmente:

$$NP(i) = \begin{cases} \text{menor valor de } k, k > i + j, \text{ tal que } VP(j, k) = +1, j \geq i + 1 \\ \text{se não existe } k \text{ nessas condições, então } NP(i) = N_k + 1 \end{cases}$$

Assim, os autores propõe a seguinte condição necessária para a troca de dois arcos:

“A condição necessária para troca de 2 arcos $(i, i + 1)$ e $(j, j + 1)$ é que $j < NP(i)$ ”

De maneira similar, os autores desenvolvem a condição necessária para troca de três arcos num procedimento 3-opt.

Análise de resultados

A análise dos autores se concentrou em mostrar o desempenho computacional do procedimento. Para isso, resolveram-se :

- o conjunto de problemas de Solomon (1987) com janela de tempo, empregando o procedimento proposto
- o conjunto de problemas de Solomon (1987) sem as janelas de tempo, empregando procedimentos de melhoria já conhecidos (como 2-opt e 3-opt por exemplo)

Os autores concluem que a inclusão de janelas de tempo não gerou maior complexidade computacional, pois as alterações introduzidas para eliminar testes de viabilidade desnecessários permitiram uma boa performance computacional.

Do ponto de vista da qualidade das soluções obtidas, cabe ressaltar que o trabalho posterior de Thompson e Psaraftis (1993), também descrito na presente dissertação, apresenta um procedimento de melhoria que obteve resultados superiores aos obtidos por Solomon, Baker e Schaffer.

$$\sum_j x_{ijk} = y_{ik} \quad i = 0, \dots, I ; k = 1, \dots, K \quad [5]$$

$$x_{ijk} = (0,1) \quad i = 0, \dots, I ; j = 0, \dots, I ; k = 1, \dots, K \quad [6]$$

$$t_j \geq t_i + s_i + \tau_{ij} - (1 - x_{ijk}) T \quad i = 1, \dots, I ; j = 1, \dots, I ; k = 1, \dots, K \quad [7]$$

$$a_i \leq t_i \leq b_i \quad i = 1, \dots, I \quad [8]$$

$$t_i \geq 0 \quad i = 0, \dots, I \quad [9]$$

As restrições [1]-[3] se referem ao agrupamento dos clientes a serem alocados a cada veículo, as restrições [4]-[6] se referem ao aspecto de roteirização de cada agrupamento, e por fim as restrições [7]-[9] se referem à programação de cada agrupamento.

Dois problemas conhecidos ficam englobados nessa formulação. O primeiro, dado pelas restrições [1]-[3] é o problema de alocação e agrupamento. O segundo, dado pelas restrições [4]-[9] corresponde ao TSP com restrição de janela de tempo.

O problema formulado dessa maneira se assemelha à formulação do VRP em Fisher e Jaikumar, acrescentando-se as restrições de janela de tempo. A estratégia de resolução adotada consiste numa extensão do algoritmo de Fisher e Jaikumar, ou seja, o algoritmo original concebido para resolução do VRP é adaptado para levar em consideração as novas restrições referentes à janela de tempo dos clientes.

Seguindo essa filosofia, relaxa-se a restrição [8], transformando-se a janela de tempo de "hard" para "soft" (as janelas de tempo passam a poder ser quebradas, mediante o pagamento de uma penalidade), e aproxima-se a função objetivo por meio de uma aproximação na função de custo c_{ij} , o que corresponde à formulação do VRSPSTW :

VRSPSTW

$$\text{minimizar } F'(x,y,t) = \sum_i \sum_j \sum_k c_{ij}' x_{ijk} \quad [10]$$

sujeito a [1]-[7], [9] onde

$$c_{ij}' = w_D d_{ij} + w_T u_{ij} \quad [11]$$

$$u_{ij} = 1/2 [(a_i - t_i)^+ p_e + (t_i - b_i)^+ p_l] + 1/2 [(a_j - t_j)^+ p_e + (t_j - b_j)^+ p_l] \quad [12]$$

$$\text{onde } (a_i - t_i)^+ = \max \{0, (a_i - t_i)\}$$

$$(t_i - b_i)^+ = \max \{0, (t_i - b_i)\}$$

d_{ij} - distância do cliente i ao cliente j

w_D - fator de peso espacial

u_{ij} - penalidade por quebra de janela de tempo

w_T - fator de peso temporal

p_e - penalidade por adiantamento em relação à janela de tempo

p_l - penalidade por atraso em relação à janela de tempo

3.1.3 A NEW OPTIMIZATION ALGORITHM FOR THE VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (DESROCHERS, DESROSIERS, SOLOMON, 1992)

Desrochers, Desrosiers e Solomon (1992) desenvolvem um método exato para resolução do VRPTW, baseado em geração de colunas¹¹. O problema é modelado com uma formulação “set partitioning”, descrita a seguir.

Seja

$G = (N, A)$ uma rede, onde N é um conjunto de nós (clientes)

A é um conjunto de arcos (segmentos de rota)

c_{ij} - custo associado ao arco $(i, j) \in A$

t_{ij} - duração do arco (i, j) , inclui deslocamento de i para j e tempo de serviço em i

d - depósito

q_i - demanda do cliente i

a_i - início da janela de tempo do cliente i

b_i - fim da janela de tempo do cliente i

T_i - instante de início de serviço no cliente i

Q - capacidade dos veículos

R - conjunto de rotas viáveis

δ_{ir} - constante

$\delta_{ir} = 1$, se a rota $r \in R$ passa pelo cliente $i \in N \setminus \{d\}$

$\delta_{ir} = 0$, caso contrário

c_r - custo da rota r

$c_r = \sum c_{ij}$, com $(i, j) \in r$

x_r - variável binária

$x_r = 1$, se a rota r é usada

$x_r = 0$, caso contrário

O VRPTW na rede G fica formulado da seguinte maneira:

VRPTW

minimizar $\sum_{r \in R} c_r x_r$

sujeito a

$\sum_{r \in R} \delta_{ir} x_r = 1, \quad i \in N \setminus \{d\}$

$x_r \in \{0, 1\}, \quad r \in R$

Por essa formulação, o problema de partição consiste em escolher um conjunto de rotas com menor custo que passe por todos os clientes uma e somente uma vez. De modo

¹¹ Para uma revisão sobre geração de colunas consulte Cunha (1991) e Cunha (1996).

mais claro, se representarmos os clientes pelas linhas de uma matriz, e as rotas viáveis pelas colunas dessa matriz, verifica-se que uma solução viável do problema corresponde a escolher um conjunto de rotas, com uma rota para cada veículo, que passe uma vez em cada cliente. Dentre todos os conjuntos de rota que correspondem a uma solução viável do problema, procura-se determinar aquele de menor custo¹².

Como as colunas representam todas as rotas viáveis, seu número é extremamente grande, o que segundo os autores inviabiliza a resolução do problema diretamente por métodos exaustivos. O método de resolução consiste em relaxar o problema “set partitioning”, resolvendo o problema relaxado por geração de colunas. A geração de colunas é feita pela resolução de um sub-problema de caminho mais curto com restrição de capacidade e janela de tempo, utilizando-se programação dinâmica.

Análise de resultados

Desrochers, Desrosiers e Solomon aplicam o método de solução ao conjunto de problemas de Solomon (1987), resolvendo os problemas dos conjuntos R1, C1 e RC1.

Na maior parte dos problemas originais, com 100 clientes, não se conseguiu obter solução ótima. No conjunto RC1, por exemplo, não se obteve solução ótima em nenhum problema original. Por isso os autores modificaram os problemas originais, criando a partir de cada problema dois outros, com 50 e 25 clientes. Em todos os problemas com 25 clientes se obteve solução ótima. Os autores comentam que soluções parciais (próxima do ótimo) poderiam ser obtidas pela interrupção antecipada da execução do algoritmo, mas não fornecem nenhum tipo de resultado para sustentar essa afirmação.

De qualquer maneira, conseguiu-se resolver alguns problemas originais. O maior problema resolvido envolvia 100 clientes e 18 veículos. Comparando-se com o maior problema resolvido por métodos exatos desenvolvidos até então, envolvendo apenas 14 clientes e 4 veículos, verifica-se a significativa contribuição proporcionada por esse trabalho na pesquisa de métodos exatos de resolução de problemas de roteirização com janela de tempo.

¹² Essa explicação pode ser encontrada com mais detalhes em Cristhofides, Mingozzi e Toth (1979), p.318.

3.1.4 A OPTIMIZATION-BASED HEURISTIC FOR VEHICLE ROUTING AND SCHEDULING WITH SOFT TIME WINDOW CONSTRAINTS (KOSKOSIDIS, POWELL, SOLOMON, 1992)

Koskosidis, Powell e Solomon (1992) desenvolvem uma heurística baseada em programação matemática, estendendo para o VRSPSTW o algoritmo de Fisher e Jaikumar (Fisher e Jaikumar, 1981), e utilizando o mesmo conceito de primeiro se agrupar os clientes alocando-os a um veículo, roteirizando-se a seguir os clientes de cada agrupamento.

Inicialmente, adota-se a seguinte formulação:

Seja

$i = 1, \dots, I$ o conjunto de clientes

$k = 1, \dots, K$ o conjunto de veículos

N_k o conjunto de clientes servidos pelo veículo k

$$N_k = \{ i / y_{ik} = 1 \}$$

c_{ij} - custo de deslocamento do cliente i ao cliente j

q_i - demanda do cliente i

V_k - capacidade do veículo k

τ_{ij} - tempo de viagem do cliente i ao cliente j

s_i - tempo de duração do serviço no cliente i

a_i - início da janela de tempo do cliente i

b_i - fim da janela de tempo do cliente i

T - constante maior que a duração de qualquer rota viável

e sejam as variáveis

x_{ijk} - variável binária

$x_{ijk} = 1$,se o veículo k viaja diretamente do cliente i para o cliente j

$x_{ijk} = 0$,caso contrário

y_{ik} - variável binária

$y_{ik} = 1$,se o veículo serve o cliente i

$y_{ik} = 0$,caso contrário

t_i - instante de chegada no cliente i

O VRSPSTW fica formulado da seguinte maneira:

VRSPSTW

$$\text{minimizar } F(x,y,t) = \sum_i \sum_j \sum_k c_{ij} x_{ijk}$$

sujeito a

$$\sum_i q_i y_{ik} \leq V_k \quad k = 1, \dots, K \quad [1]$$

$$\sum_k y_{ik} = 1 \quad \text{para } i = 0 \quad [2]$$

$$y_{ik} = (0,1) \quad \text{para } i = 1, \dots, I \quad [3]$$

$$y_{ik} = (0,1) \quad i = 1, \dots, I ; k = 1, \dots, K \quad [3]$$

$$\sum_i x_{ijk} = y_{jk} \quad j = 0, \dots, I ; k = 1, \dots, K \quad [4]$$

Estendendo o algoritmo de Fisher e Jaikumar, escreve-se o VRSPSTW como um problema não-linear generalizado de alocação¹³ (NGAP) :

$$\begin{aligned} &\text{NGAP} \\ &\text{minimizar } F'(x(y), t(x(y))) = \sum_k f(y_k) \quad [13] \\ &\text{sujeito a [1]-[3]} \end{aligned}$$

onde a função $f(y_k)$ definida para cada veículo k corresponde ao

$$\begin{aligned} &\text{TSP} \\ &\text{minimizar } f(y_k) = \sum_i \sum_j c_{ij}' x_{ijk} \quad i \in N_k, j \in N_k \quad [14] \\ &\text{sujeito a} \end{aligned}$$

$$\sum_i x_{ijk} = 1 \quad i \in N_k, j \in N_k \quad [15]$$

$$\sum_j x_{ijk} = 1 \quad i \in N_k, j \in N_k \quad [16]$$

$$x_{ijk} \in (0,1) \quad i \in N_k, j \in N_k, k = 1, \dots, K \quad [17]$$

$$\begin{aligned} t_j &\geq t_i + s_i + \tau_{ij} - (1 - x_{ijk}) T & i \in N_k, j \in N_k & [18] \\ t_i &\geq 0 & i \in N_k & \end{aligned}$$

[19]

onde $N_k = \{i / y_{ik} = 1\}$ é o conjunto de clientes alocados ao veículo k pelas equações [13], [1]-[3]

Por fim, como na heurística original de Fisher e Jaikumar, simplifica-se a função $f(y_k)$ da equação [14], (ou seja, aproxima-se a função de custo dos roteiros de cada TSP¹⁴) o que leva à formulação do problema generalizado de alocação (GAP):

$$\begin{aligned} &\text{GAP} \\ &\text{minimizar } F''(y) = \sum_k \sum_i c_{ik}'' y_{ik} \quad [20] \\ &\text{sujeito a [1]-[3]} \end{aligned}$$

onde c_{ik}'' é o custo aproximado de alocar o cliente i ao veículo k

A solução do VRSPSTW é obtida resolvendo-se o GAP (o que irá gerar os k agrupamentos) e resolvendo-se os k TSP com janela de tempo gerados no GAP.

¹³ Para uma revisão do trabalho de Fisher e Jaikumar, em especial no que se refere à modelagem do problema não-linear generalizado de alocação, pode-se consultar Gouvêa (1992).

¹⁴ Para um melhor compreensão da heurística de Fisher e Jaikumar, recomenda-se a consulta ao trabalho original (Fisher e Jaikumar, 1981).

Análise de resultados

Koskosidis, Powell e Solomon aplicam o algoritmo ao conjunto de problemas de Solomon (1987), resolvendo os problemas dos conjuntos R1, C1 e RC1.

Comparativamente com os resultados relatados por Solomon (1987), obteve-se uma redução de custo média da ordem de 6 % . Esse resultado deve ser analisado com cuidado, pois a modelagem feita nos dois trabalhos difere no tipo de janela de tempo adotada. No trabalho de Solomon resolveu-se o VRSPTW, que não permite quebra de janela de tempo. Já no trabalho de Koskosidis, Powell e Solomon resolve-se o VRSPSTW, onde se permite quebra de janela de tempo. Sendo assim, a redução de custo relatada pelos autores pode não ter sido causada pela maior eficiência do algoritmo, e sim pela quebra de janela de tempo nas soluções geradas.

Para verificar se isso ocorre, é interessante analisar os resultados obtidos observando-se o percentual de janelas de tempo em cada conjunto de problemas e também a ocorrência de quebras de janela de tempo. Isso pode ser feito lembrando por exemplo que os problemas R101 a R104 são idênticos entre si, só variando a porcentagem de clientes com janela de tempo. O mesmo vale para os problemas C101 a C104 e RC101 a RC104. A tabela 3.3 mostra o desempenho do algoritmo para esse problemas.

Tabela 3.3 - Desempenho comparativo entre a heurística de Koskosidis, Powell e Solomon com os resultados de Solomon (1987)

Problema	Redução (-) ou aumento (+) percentual de custo	% de clientes com janela de tempo	% de janelas de tempo não violadas
R101	+ 1,36	100	100
R102	- 4,51	75	100
R103	- 3,77	50	100
R104	-11,8	25	100
C101	0,00	100	100
C102	- 14,1	75	100
C103	- 19,2	50	100
C104	- 12,9	25	100
RC101	- 2,73	100	95
RC102	- 14,6	75	94
RC103	-15,2	50	100
RC104	-7,7	25	100

Média: - 8,78

A redução média de custo obtida nesses problemas em particular é de 8,78%, superior aos 6% de redução global, considerando-se todos os problemas resolvidos. Mas nota-se claramente que nos problemas R101, C101 e RC101, com 100% de clientes com janela de tempo, não se obteve melhoras significativas, obtendo-se apenas uma redução média

de 0,45%. Apenas o problema RC101 obteve uma pequena redução de custo, mas às custas da quebra da janela de tempo de 5 clientes.

Ao analisar-se todos os problemas com 100% de clientes com janela de tempo que foram resolvidos, os resultados são inferiores, conforme mostrado na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Desempenho comparativo entre a heurística de Koskosidis, Powell e Solomon com os resultados de Solomon (1987) ,considerando somente os problemas com 100% de clientes com janela de tempo

Problema	Redução (-) ou aumento (+) percentual de custo	% de clientes com janela de tempo	% de janelas de tempo não violadas
R101	+ 1,36	100	100
R109	- 8,19	100	98
C101	0,00	100	100
C105	0,00	100	100
C106	0,00	100	100
C107	0,00	100	100
C108	0,00	100	100
C109	0,00	100	100
RC101	- 2,73	100	95
RC106	- 4,34	100	92
RC108	+ 4,95	100	99

Média: - 0,81

Observa-se uma redução de custo muito pequena nos problemas onde todos os clientes possuem janela de tempo. Novamente, essa redução de custo foi causada, total ou parcialmente, às custas da quebra da janela de tempo em alguns clientes. Não é possível calcular exatamente a influência da quebra das janelas de tempo na redução de custo, ou seja, não é possível concluir se o algoritmo obtém resultados melhores por suas características intrínsecas ou por modelar o problema com janelas de tempo "soft". Porém sempre que se observou redução de custos também se observou quebra de janelas de tempo.

De qualquer maneira, pelo que foi argumentado acima, e considerando-se a complexidade e dificuldade de implementação do algoritmo proposto pelos autores, conclui-se que a heurística I1 de Solomon parece ser mais adequada para problemas com 100% de clientes com janela de tempo.

3.1.5 SIMPLE HEURISTICS FOR THE VEHICLE ROUTEING PROBLEM WITH SOFT TIME WINDOWS (BALAKRISHNAN, 1993)

Balakrishnan (1993) propõe três heurísticas para o VRPSTW, problema que difere do VRPTW por permitir que as janelas de tempo possam ser violadas mediante o pagamento de uma penalidade adequada. A função penalidade calcula a penalidade paga se o serviço começar antes ou depois da janela de tempo de um cliente. Para modelar um cliente específico que não permita quebra de sua janela de tempo basta fazer a função penalidade assumir valor infinito para aquele cliente. Note que modelando um VRPSTW (que sempre tem solução viável) de maneira a não permitir violações de janela de tempo de nenhum cliente recaímos no VRPTW (que nem sempre tem solução viável).

D_{\max} - capacidade do veículo

E_i - início da janela de tempo do cliente i

L_i - fim da janela de tempo do cliente i

s_i - tempo de duração de serviço no cliente i

T_{\max} - tempo máximo de duração da rota

t_i - tempo de início de serviço no cliente i

$P_i(t_i)$ - função penalidade

$$P_i(t_i) = a_i (E_i - t_i), \quad \text{se } t_i < E_i$$

$$P_i(t_i) = 0, \quad \text{se } E_i \leq t_i \leq L_i$$

$$P_i(t_i) = b_i (t_i - L_i), \quad \text{se } t_i > L_i$$

onde a_i , b_i são os coeficientes de penalidade de cada cliente

P_{\max} - valor máximo de penalidade para cada quebra de janela de tempo num cliente

W_{\max} - tempo de espera máximo num cliente

t_{ij} - tempo de viagem entre os clientes i , j

c_{ij} - custo de viagem entre os clientes i , j

d_{ij} - distância entre i , j

TA_i - instante de chegada no cliente i

O autor mostra que permitindo-se a violação das janelas de tempo pode-se diminuir significativamente o número de veículos necessários e/ou a distância total e a duração total das rotas.

Descrição das heurísticas

As três heurísticas tem as seguintes características em comum:

- se o veículo chegar no cliente durante a janela de tempo do mesmo (ou seja, $E_j \leq TA_j \leq L_j$), deve servi-lo imediatamente, para poder atender outro cliente tão logo quanto possível

- se o veículo chegar no cliente após o fim da janela de tempo do mesmo ($TA_j > L_j$), o veículo também deve servi-lo imediatamente, pois qualquer atraso apenas aumentará a violação da janela de tempo e a penalização decorrente
- se o veículo chegar no cliente antes do início da janela de tempo ($TA_j < E_j$), então define-se todos os instantes viáveis de início de atendimento TP, com $TA_j \leq TP \leq E_j$, que não violam as restrições de penalidade máxima (P_{max}) e tempo máximo de espera (W_{max}). Para cada valor de TP calculado com incrementos de 1 unidade de tempo executa-se os passos 3 e 4 descritos a seguir, que buscam identificar o melhor instante TP para início do serviço no cliente j e o próximo cliente k a ser servido

A diferença entre as três heurísticas reside na função utilizada para inicializar uma rota, e na função utilizada para apontar o próximo cliente k, respectivamente $P0(j)$ e $P1(k)$. Vamos descrever os passos comuns às três heurísticas e a seguir detalhar as funções $P0(j)$ e $P1(k)$ de cada uma delas.

- Passo 0
Inicializa um novo veículo (zera as variáveis de tempo de viagem, quantidade de carga e penalidade paga referentes ao veículo)
- Passo 1
Identifica o primeiro cliente na rota, aquele com menor valor da função $P0(j)$
- Passo 2
Se o veículo chegar no cliente depois do início da janela de tempo ($TA_j > E_j$)
então $TP = TA$
Se o veículo chegar no cliente antes do início da janela de tempo ($TA_j < E_j$),
então considere todos os valores TP entre TA_j e $\min\{E_j, TA_j + W_{max}\}$ com incrementos de 1 unidade
- Passo 3
Para cada valor de TP identificar o cliente k viável que minimiza a função $P1(k)$
- Passo 4
4.1 - Identifica o par (TP,k) que minimiza o valor da função $P2(TP,k)$,
onde $P2(TP,k) = P_j(TP) + t_{jk}$ (corresponde à penalidade paga pelo cliente j mais tempo de viagem de j até k)
4.2 - Inicia o serviço no cliente j no instante TP (ou seja, $t_j = TP$)
4.3 - Coloca o cliente k como o próximo da rota, com $TA_k = t_j + s_j + t_{jk}$
- Passo 5
Se todos os clientes estão alocados, então traz o veículo ao depósito e finaliza Senão, se houver viabilidade de tempo e capacidade para incluir novos clientes então volta ao Passo 2
senão retorna veículo ao depósito e volta ao Passo 0

Balacrishnan denomina as três heurísticas de acordo com as funções P0(j) e P1(k) utilizadas, descritas a seguir.

Heurística de Vizinho Mais Próximo

$$P0(j) = [\alpha t_{jk}] + [\beta \max(E_j - t_{0j}, 0, t_{0j} - L_j)] + [\delta \max(0, L_j - t_{0j})],$$

$$\alpha \geq 0, \beta \geq 0, \delta \geq 0$$

$$\alpha + \beta + \delta = 1$$

Portanto P0(j) é uma ponderação entre

- tempo de viagem do depósito ao cliente
- violação da janela de tempo se o cliente é servido imediatamente após a chegada do veículo
- urgência de serviço do cliente

$$P1(k) = [\alpha t_{jk}] + [\beta \max(E_k - TA_k, 0, TA_k - L_k)] + [\delta \max(0, L_k - TA_k)]$$

$$\text{com } TA_k = TP + s_j + t_{jk}$$

Heurística de Economia

$$P0(j) = E_j$$

$$P1(k) = \alpha [t_{j0} + t_{0k}] - \beta t_{jk},$$

$$\alpha \geq 0, \beta \geq 0,$$

$$\alpha + \beta = 1$$

A função P1(k) corresponde ao critério de economia de Clark e Wright (Clark e Wright, 1964).

Heurística Tempo-Espaço¹⁵

$$P0(j) = (E_j + L_j)/2$$

$$P1(k) = \alpha t_{jk} + \beta [TP - (E_k + L_k)/2],$$

$$\alpha \geq 0, \beta \geq 0,$$

$$\alpha + \beta = 1$$

¹⁵ A função P1(k) dessa heurística pode ser encontrada no trabalho de Sexton, T. e Choi, Y., "Pickup and delivery of partial loads with soft time windows", American Journal of Math. Mgmt. Science, v.6, p.369-398, 1986.

Análise de resultados

Balakrishnan aplica os três algoritmos no conjunto de problemas proposto por Solomon (Solomon, 1987) comparando seus resultados com os trabalhos de Solomon(1987) e de Koskosids et al.(1992). Assim o autor compara suas heurísticas, elaboradas para o problema do VRPSTW (no qual se permite a quebra de janelas de tempo), com os procedimentos elaborados para o VRPTW (no qual não se permite a quebra de janelas de tempo) nos dois referidos trabalhos.

No conjunto de problemas R1 Balakrishnan conseguiu bons resultados, reduzindo em todos os problemas o número de veículos necessários. Na maior parte dos problemas dessa classe R1 que foram melhorados a heurística do vizinho mais próximo foi a que gerou a melhoria (26 dos 31 problemas resolvidos da classe R1).

A principal conclusão do autor é que mesmo com os procedimentos relativamente simples que foram propostos foi possível obter-se melhorias em relação aos procedimentos formulados para o VRPTW, o que sugere a adoção dessa modelagem para problemas onde as restrições de janela de tempo não forem rígidas.

Essa conclusão não é aplicável para o caso em que não se permite quebras de janela de tempo. Analisando-se com mais cuidado os resultados obtidos pelo autor, verifica-se que nos 8 (oito) problemas resolvidos, em todos se conseguiu obter melhorias em relação aos resultados de Solomon. Mas em 6 (seis) desse problemas isso se deu à custa da quebra de tempo; nos outros 2 (dois) problemas conseguiu-se, sem quebrar nenhuma janela de tempo, reduzir o número de veículos necessários, mas com aumento da distância total percorrida em conjunto pelos veículos.

Assim, para problemas onde as janelas de tempo são rígidas, os procedimentos propostos não parecem adequados.

3.1.6 A PARALLEL ROUTE BUILDING ALGORITHM FOR THE VEHICLE ROUTING AND SCHEDULING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (POTVIN, ROUSSEAU, 1993)

Potvin e Rossseau (1993) propõem uma adaptação da heurística de inserção I1 de Solomon, que é um procedimento de construção seqüencial de rotas, no qual constrói-se uma rota de cada vez. Segundo os autores, a heurística I1 faz com que "... os últimos clientes ainda não alocados a nenhuma rota tenham uma tendência a ficar geograficamente espalhados. Quando isso acontece, as últimas rotas construídas são geralmente de pior qualidade.", concluindo que isso se deve à miopia típica dos métodos seqüenciais.

A proposta dos autores é contornar esse problema utilizando uma abordagem de construção paralela (constroem-se várias rotas ao mesmo tempo) tanto para inicializar quanto para construir o conjunto de rotas. Dentro dessa abordagem, modifica-se a inicialização de rotas e o critério de inserção do heurística I1.

Heurística de construção paralela de rotas

Inicialização

Inicializa n_r rotas de uma vez, com n_r clientes, um em cada uma das n_r rotas iniciais. Aplica-se o algoritmo original de Solomon, o que permite estimar um valor inicial para n_r , em função do número de rotas geradas na solução original, além de permitir a escolha de clientes geograficamente adequados para inicialização das rotas, o que segundo os autores "... diminui a probabilidade de que no final do processo de inserção os últimos clientes ainda não alocados fiquem distanciados em excesso."

Critério de inserção

Calcula c_{1r}^* para cada cliente u ainda não alocado, sendo que c_{1r}^* corresponde à melhor posição viável de inserção de u em cada uma das n_r rotas iniciais.

$$c_{1r}^*(i_r(u), u, j_r(u)) = \min_{p=1, \dots, m} [c_{1r}(i_{r,p-1}, u, i_{r,p})], \quad r = 1, 2, \dots, n_r$$

$$\text{onde } c_{1r}(i_r, u, j_r) = \alpha_1 c_{11r}(i_r, u, j_r) + \alpha_2 c_{12r}(i_r, u, j_r), \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \\ \alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$$

$$c_{11r}(i_r, u, j_r) = d_{i_r, u} + d_{u, j_r} - d_{i_r, j_r}$$

d_{ij} é a distância entre i e j em unidades de tempo

$$c_{12r}(i_r, u, j_r) = b_{u, j_r} + b_{j_r}$$

b_k é o tempo atual de início de serviço em k

$b_{k,l}$ é o novo tempo de início de serviço em l dado que k faz parte da rota

O cliente u^* que maximizar a função c_2 é inserido na rota r' entre os clientes $i_{r'}(u^*)$ e $j_{r'}(u^*)$:

$$c_2(u^*) = \max [c_2(u)]$$

$$\text{onde } c_2(u) = \sum_{r \neq r'} [c_{1r}^*(i_r(u), u, j_r(u)) - c_{1r'}^*(i_{r'}(u), u, j_{r'}(u))]]$$

$$c_{1r'}^*(i_{r'}(u), u, j_{r'}(u)) = \min_{r=1, \dots, n_r} [c_{1r}^*(i_r(u), u, j_r(u))]]$$

Para melhor compreensão do significado da função $c_2(u)$, observe que:

- c_{1r}^* é a função c_1 minimizada, ou seja, calculada na melhor posição de inserção entre todas as rotas
- $c_{1r'}^*$ é a função c_1 minimizada em cada uma das rotas $r' \neq r$, ou seja, calculada na melhor posição de inserção nas rotas r'
- $c_2(u)$ é a somatória de $(c_{1r}^* - c_{1r'}^*)$ calculada em todas as rotas $r' \neq r$
- $c_2(u^*)$ maximiza essa somatória

Um alto valor da função c_2 significa que há uma grande diferença entre a melhor posição de inserção do cliente e a melhor posição em outras rotas. Por isso, clientes com altos valores de c_2 devem ser inseridos primeiro, pois há menos alternativas interessantes de inserção. Como a função c_2 considera a somatória da diferença entre a melhor posição de inserção e as subseqüentes melhores em cada uma das outras rotas, Potvin e Rosseau afirmam que isso permite “olhar adiante” na seleção de alternativas de inserção, evitando ganhos iniciais que levem a piores soluções finais.

O algoritmo não fica restrito às n_r rotas iniciais, pois ao encontrar uma solução viável tenta reduzir progressivamente o número de rotas até o mínimo possível. Por outro lado, se o número inicial de rotas n_r não permitir gerar uma solução viável, o algoritmo vai incrementando em 1 o número de rotas iniciais, até que seja possível encontrar uma solução viável.

Análise de resultados

Os autores concluem que o algoritmo de construção paralela de rotas se mostrou melhor que a heurística de inserção I1 de Solomon no conjunto de problemas RC, ligeiramente melhor no conjunto de problemas R, e pior no conjunto de problemas C; e que portanto a abordagem de construção paralela se mostra interessante para problemas reais que não são caracterizados por um grande agrupamento dos clientes, caso em que a heurística de Solomon se mostra mais adequada.

Esses resultados devem ser observados com reserva, já que o algoritmo de construção paralela utiliza a heurística de inserção I1 de Solomon para uma estimativa inicial do número de rotas e para a escolha do primeiro cliente de cada rota. Por esse fato, os

resultados alcançados não permitem concluir que o procedimento é, por si só, um procedimento de construção mais eficiente que a heurística I1.

Considere por exemplo os procedimentos de melhoria. Um algoritmo desse tipo nem sempre é elaborado para gerar soluções iniciais, apenas consegue melhorar as soluções geradas por outro algoritmo. Nesse tipo de procedimento, a qualidade da solução final geralmente fica comprometida se a solução inicial também tiver baixa qualidade, já que as regras que norteiam o procedimento apenas buscam melhorar uma solução já existente.

O algoritmo proposto pelos autores não é propriamente um procedimento de melhoria, pois poderia ser utilizado para gerar suas próprias soluções iniciais, mas o mesmo tipo de observação feita acima se aplica. Se os autores tivessem efetuado testes sem a utilização da heurística I1 para estimativa inicial do número de rotas e dos clientes iniciais (clientes semente), então poderia-se concluir se o algoritmo por si só é mais eficiente, ou se, assim como os procedimentos de melhoria, precisa receber informações iniciais de cuja qualidade depende a solução final obtida.

3.1.7 VARIABLE-DEPTH SEARCH FOR THE SINGLE-VEHICLE PICKUP AND DELIVERY PROBLEMS WITH TIME WINDOWS (VAN DER BRUGGEN, LENSTRA, SCHUUR , 1993)

Van der Bruggen, Lenstra e Schuur (1993) apresentam um procedimento de construção e melhoria por troca de arcos baseado em uma “busca em profundidade variável”.

O procedimento é desenvolvido para o problema de coleta e entrega com um veículo e com restrição de janela de tempo (single-vehicle pickup and delivery problem with time windows - SVPDPTW), que corresponde ao problema do caixeiro viajante com restrição de janela de tempo.

O procedimento consiste de duas fases. Na primeira fase, permite-se a quebra de restrições, utilizando-se uma função objetivo com penalidades para as quebras de restrição. Na segunda fase, só são consideradas as soluções sem quebras de restrição, sendo que a função objetivo corresponde a minimizar a duração da rota.

O conceito básico do procedimento é que a troca de arcos não é feita com um número fixo e pré-determinado de arcos, como normalmente é feito nos procedimentos tradicionais de melhoria por troca de arcos. Ao contrário, o número de arcos envolvidos na troca é determinado de maneira dinâmica e variável pelo algoritmo, daí o nome de “busca em profundidade variável”.

A análise comparativa dos resultados fica inviabilizada pelo fato do problema modelado se restringir a um único veículo, e também por que o algoritmo foi aplicado a um conjunto de problemas diverso do conjunto de problemas de Solomon (1987) resolvido pela maioria dos trabalhos de roteirização com janela de tempo posteriores ao trabalho de Solomon.

3.1.8 CYCLIC TRANSFER ALGORITHMS FOR MULTIVEHICLE ROUTING AND SCHEDULING PROBLEMS (THOMPSON, PSARAFTIS, 1993)

Thompson e Psaraftis (1993) propõe um procedimento de transferência cíclica (“cyclic transfer”) para resolução de problemas de roteirização e programação de veículos. O procedimento é testado em três classes de problemas de roteirização : VRP, VRSP com restrição de precedência, e VRSPTW.

A idéia básica do procedimento de transferência cíclica é a diminuição do custo total de um conjunto de rotas transferindo-se de maneira cíclica um pequeno número de pontos de demanda de uma rota para outra. Isso significa que o procedimento explora a estrutura de agrupamento e roteirização típica dos problemas de roteirização.

O procedimento de transferência cíclica pode ser classificado como um procedimento de melhoria, similar aos procedimentos de melhoria tradicionais, que envolvem a troca de arcos entre rotas, mas em princípio é auto-suficiente para gerar soluções por si próprio.

Vamos definir de maneira formal o conceito de “cyclic transfer”. Seja :

- $[I^1, I^2, \dots, I^m]$ um conjunto de rotas que formam uma solução viável para um problema de roteirização
- ρ uma permutação cíclica de um conjunto $\{1, 2, \dots, m\}$. Por exemplo, $\rho = (2 \ 5 \ 3)$ representa uma troca de pontos de demanda de 2 para 5, de 5 para 3 e de 3 para 2, ou seja, $\rho(2) = 5$, $\rho(5) = 3$, $\rho(3) = 2$

Assim, define-se:

- transferência cíclica é a troca simultânea de pontos de demanda entre I^j e $I^{\rho(j)}$ para cada j definido na permutação ρ
- b-cyclic k-transfer é uma transferência cíclica onde a troca envolve k pontos de demanda e a permutação envolve b rotas

As figuras 3.3 e 3.4 a seguir mostram o efeito de uma 3-cyclic 2-transfer, onde $I^1 = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$, $I^2 = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5\}$, $I^3 = \{C_1, C_2, C_3\}$, $I^4 = \{D_1, D_2, D_3, D_4\}$ e $\rho = (1 \ 2 \ 3)$. Nesse exemplo, a transferência cíclica envolve a troca dos pontos de demanda $\{A_1, A_3\}$ de I^1 para I^2 , $\{B_1, B_5\}$ de I^2 para I^3 , e $\{C_2, C_3\}$ de I^3 para I^1 .

Figura 3.3 - Rotas antes da transferência

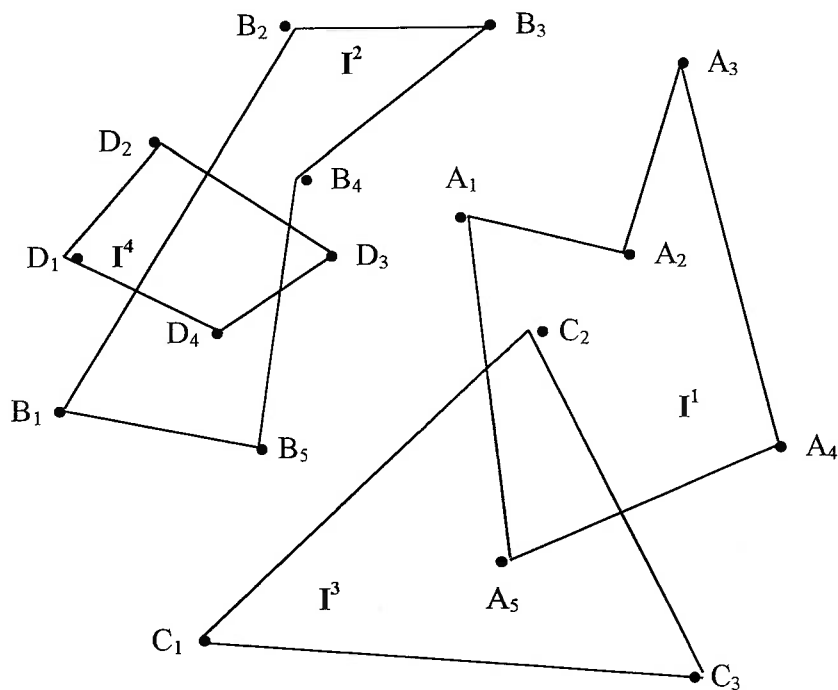
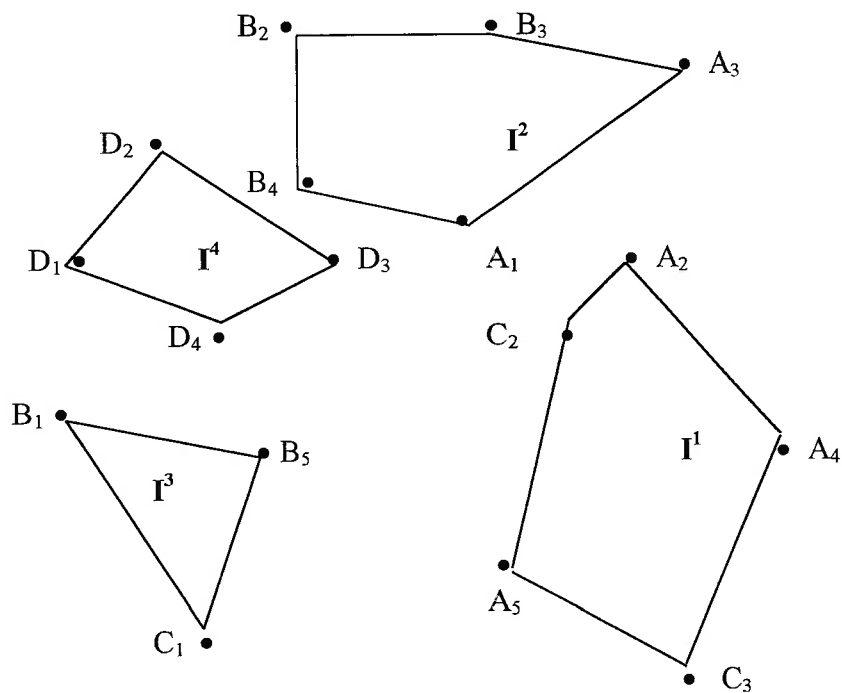


Figura 3.4 - Alteração das rotas causada pela transferência de 3 rotas e 2 pontos de demanda (3-cyclic 2-transfer)



Define-se também:

- vizinhança de transferência cíclica de uma solução viável r é o conjunto de soluções viáveis que podem ser geradas por uma transferência cíclica
- otimalidade: uma solução viável r é ótima do ponto de vista de transferência cíclica (CT-opt) se nenhum membro da vizinhança de transferência cíclica de r tiver função objetivo melhor do que a própria solução viável r
- custo da transferência cíclica é a mudança no valor ótimo da função objetivo causada pela transferência cíclica. Por exemplo, seja $I = \{I^1, I^2, \dots, I^p\}$ e $J = \{J^1, J^2, \dots, J^p\}$ os conjuntos de p rotas antes e depois da transferência; e seja $f(I)$ o custo ótimo da rota I . Então o custo da transferência é:

$$\text{custo de transferência} = \sum_{i=1}^p [f(J^i) - f(I^i)]$$

Para um problema de roteirização em que se busca minimizar uma função objetivo, a solução viável r será CT-opt quando todos os membros da vizinhança de transferência cíclica de r tiverem função objetivo maior que r , ou seja, quando todas as transferências possíveis a partir de r tiverem custo de transferência não negativo.

Na elaboração do algoritmo, Thompson e Psaraftis utilizam a metodologia originalmente desenvolvida por Thompson e Orlin¹⁶, citando que nesse trabalho se mostra que a busca por transferências cíclicas de custo negativo equivale à busca por ciclos de custo negativo num grafo auxiliar. Thompson e Psaraftis aplicam esse conceito ao problema de roteirização de veículos, definindo o grafo auxiliar conforme descrito abaixo.

Seja $G^k = (V^k, A^k, C^k)$ o grafo auxiliar definido por
 $V^k = \{\text{conjunto de } k \text{ pontos de demanda distintos numa rota}\}$
 $A^k = \{(i, j) : i, j \in V^k, I(i) \neq I(j), \text{rota } [I(j) + i - j] \text{ é viável}\}$
 $C^k = \{c_{ij} : (i, j) \in A^k\}$ são os custos dos arcos

onde

$I(j)$ é a rota à qual o ponto de demanda j está alocado
 c_{ij} , - custo de cada arco (i, j) de A^k , para um problema de minimização (maximização) corresponde ao acréscimo (decréscimo) no custo da rota $I(j)$ causado pela adição de i e remoção de j nessa rota
 $c_{ij} = f(i(j) + i - j)$

Segundo os autores, a busca na vizinhança de transferência cíclica é complexa por três motivos:

¹⁶ Thompson, P. M., Orlin, J. B., "Theory of cyclic transfers", Working Paper, Operation Research Center, MIT, Cambridge, Mass., 1989.

- o cálculo do custo c_{ij} de um arco em G^k é por si só um problema NP-hard. Isso porque o custo de cada arco (i, j) representa a mudança na função objetivo devido à remoção do ponto de demanda j e à simultânea adição do ponto de demanda i na rota $I(j)$, seguido do resequenciamento ótimo do novo conjunto de pontos de demanda $I(j)$ com i no lugar de j ; ou seja, resolvendo um TSP ou problema similar no novo conjunto de pontos
- o número de arcos em G^k é grande
- achar um ciclo de custo negativo em diferentes agrupamentos de G^k também é por si só um problema NP-hard

Para contornar essas dificuldades, Thompson e Psaraftis propõe duas aproximações :

- primeiro, utiliza-se uma aproximação no cálculo dos custos dos arcos, que consiste em calcular c_{ij} sem considerar o resequenciamento da rota $I(j)$ após a exclusão de j e a inclusão de i , mas apenas considerando o melhor ponto de inserção de i
- segundo, limita-se a busca a um sub-conjunto da vizinhança de transferência cíclica, de duas maneiras:
 - limita-se a busca inicial por ciclos de custo negativo em G^k para valores de $b = 2$ e $b = 3$ (2-cycle e 3-cycle), usando a seguir um procedimento de melhoria de profundidade variável
 - gera-se apenas uma parte do grafo G^k para busca de ciclos de custo negativo

Análise de resultados

Como já mencionado, Thompson e Psaraftis aplicam o procedimento de transferência cíclica a três tipos de problemas de roteirização: VRP, VRSP com restrição de precedência, e VRSPTW.

No caso específico do VRSPTW, o procedimento foi aplicado ao conjunto de problemas proposto por Solomon (1987), comparando-se os resultados obtidos com:

- heurística de inserção II (Solomon, 1987)
- melhor resultado dos outros procedimentos de construção de Solomon (1987)
- procedimento de melhoria de Solomon, Baker e Schaffer (1988)
- procedimento de melhoria de Baker e Schaffer (1986)¹⁷

¹⁷ Baker, E. K., Schaffer, J. R. , "Solution improvement heuristics for the vehicle routing and scheduling problem with time window constraints", American Journal of Mathematical and Management Science, v.6, n.3/4, p.261-300, 1986.

O procedimento de transferência cíclica se mostrou promissor, pois obteve resultados superiores às melhores soluções obtidas por Solomon, superiores aos obtidos por Baker e Schaffer, e também superiores por Solomon, Baker e Schaffer.

Segundo os autores, a aplicação do procedimento de transferência cíclica a diferentes soluções iniciais mostra que soluções iniciais de melhor qualidade geram melhores soluções finais, e que portanto o procedimento é mais adequado à melhoria do que à construção de rotas. Além disso, os melhores resultados do procedimento foram obtidos a partir de soluções iniciais geradas pela heurística de inserção I1 de Solomon, o que torna injusta a comparação direta com a mesma. De qualquer maneira, os procedimentos de transferência cíclica estão capacitados a melhorar soluções iniciais já de ótima qualidade, e abrem um campo de pesquisas para procedimentos de melhoria em problemas de roteirização alternativo aos procedimentos tradicionais de troca de arcos.

3.2 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entre os trabalhos pesquisados na revisão bibliográfica, escolheu-se a heurística de inserção I1 de Solomon, no trabalho de Solomon (1987), como o procedimento para ser adaptado para resolução do Problema de Transporte de Suprimentos. Pelas características específicas do Problema de Transporte de Suprimentos, ressalta-se que nenhum dos algoritmos pode ser aplicado diretamente, devendo ser adaptado adequadamente.

Tabela 3.5 - Trabalhos examinados na revisão bibliográfica

Referência	Problema	Abordagem
1. Solomon (1987)	VRSPSTW	Heurísticas de construção
2. Solomon, Baker e Schaffer (1988)	VRSPSTW	Heurística de melhoria (troca de arcos)
3. Desrochers, Desrosiers e Solomon (1992)	VRSPSTW	Método exato (geração de colunas)
4. Koskosidis, Powell e Solomon (1992)	VRSPSTW	Heurística (baseada em programação matemática)
5. Balakrishnan (1993)	VRSPSTW	Heurísticas de construção
6. Potvin e Rousseau (1993)	VRSPSTW	Heurística de construção paralela de rotas
7. Van Der Bruggen, Lenstra e Schuur (1993)	SVPDPTW	Heurística de construção e melhoria (troca de arcos)
8. Thompson e Psaraftis (1993)	VRSPSTW	Heurística de melhoria (transferência cíclica)

A seguir será apresentado um resumo do que foi visto na análise de cada trabalho feita neste capítulo.

As referências (2) e (8) apresentam procedimentos de melhoria. Isso significa que, em princípio, a utilização de qualquer um deles numa primeira etapa fica automaticamente descartada, pois são adequadas apenas para a melhoria de soluções iniciais. Ou seja, esses algoritmos não eliminam o primeiro passo, que é a busca inicial de uma solução viável.

A referência (3) apresenta um método exato promissor. Por hora, o tamanho dos problemas resolvidos (25 clientes) inviabiliza a adaptação para o Problema de Transporte de Suprimentos, que além de contar com maior número de pontos de demanda incorpora uma série de restrições adicionais, que só viriam a degradar o desempenho do algoritmo.

A referência (4) apresenta um procedimento heurístico de difícil implementação, e que para o caso de problemas com janela de tempo que não podem ser violadas não apresentou resultados superiores aos alcançados por Solomon (1987).

A referência (5) tem como vantagem a simplicidade das heurísticas apresentadas, aplicadas a problemas de roteirização com janelas de tempo que podem ser quebradas mediante o pagamento de uma penalidade. Porém os algoritmos propostos não apresentaram resultados adequados para problemas onde não se permite a quebra de janelas de tempo.

A referência (6) apresenta uma modificação da heurística de inserção I1 de Solomon, utilizando a mesma para gerar soluções iniciais. A modificação introduzida se refere à abertura de várias rotas simultaneamente, em número igual ao número de rotas existentes na solução gerada pela heurística I1, mas os resultados obtidos não permitem concluir se o procedimento proposto é superior à heurística I1, e também não permitem concluir a sensibilidade do algoritmo em relação à qualidade da solução inicial. Especificamente para o caso de problemas caracterizados por agrupamento de clientes, que é o caso também do Problema de Transporte de Suprimentos, obteve-se resultados piores que a heurística I1.

A referência (7) apresenta um procedimento de construção e melhoria, que porém não pode ser comparado adequadamente, já que a modelagem se restringia a somente um veículo, e o algoritmo foi aplicado a um conjunto de problemas diverso do conjunto de problemas de Solomon (1987).

A escolha da heurística I1 de Solomon se justifica não só pelos resultados alcançados, mas também pela simplicidade do método proposto e aparente facilidade de adaptação para incorporação de restrições adicionais. Segundo Cunha (1996) as heurísticas propostas por Solomon (1987) tem sido bastante utilizadas em aplicações práticas, devidamente adaptadas para as peculiaridades de cada problema.

No próximo capítulo será apresentado de maneira detalhada o algoritmo da heurística de inserção I1 de Solomon apresentada na referência (1), bem como o algoritmo modificado e adaptado para o PTS-P.

CAPÍTULO 4

ALGORITMO PROPOSTO PARA A RESOLUÇÃO DO PTS-P

Este capítulo apresenta o algoritmo proposto para a resolução do PTS-P. Inicialmente é apresentada a heurística de inserção I1 de Solomon (1987), base da estratégia adotada para a resolução do PTS-P. A heurística I1 é descrita em função dos conceitos apresentados no trabalho original. A partir do algoritmo básico, altera-se a heurística original, propondo-se um algoritmo adaptado para incorporar as restrições e características específicas do PTS-P. Os dois algoritmos são descritos para se compreender sua estrutura e seu funcionamento.

4.1 DESCRIÇÃO DA HEURÍSTICA DE INSERÇÃO I1 DE SOLOMON

A seguir será descrita a heurística de inserção I1 de Solomon (1987). Ressalta-se que o trabalho original não apresenta a heurística de maneira explícita. O algoritmo aqui apresentado foi escrito a partir dos princípios da heurística I1 descritos ao longo do trabalho original.

Sejam os seguintes termos:

- e_i - início da janela de tempo do cliente i
- l_i - fim da janela de tempo do cliente i
- b_i - instante de início efetivo do atendimento no cliente i
- bi_p^{novo} - novo instante de início do serviço no cliente i_p após a inserção de um cliente u na rota
- s_i - tempo de duração do serviço no cliente i
- t_{ij} - tempo de viagem do cliente i ao cliente j
- d_{ij} - distância do cliente i ao cliente j
- w_i - tempo de espera no cliente i
- b_j - instante de início efetivo do atendimento no cliente j
- $b_j = \max \{ e_j, b_i + s_i + t_{ij} \}$
- $PFi_{r+1} = \max \{ 0, PFi_r - w_{i_{r+1}} \}, \quad p \leq r \leq m - 1$
- PFi_p - "Push Forward", corresponde à diferença entre o novo tempo de início de serviço (depois da inserção de um cliente u na rota) e o antigo (antes da inserção)
- $PFi_p = bi_p^{novo} - bi_p \geq 0,$
- ou genericamente $PFi_{r+1} = \max \{ 0, PFi_r - w_{i_{r+1}} \}, \quad p \leq r \leq m - 1$
- c_{11} - acréscimo de distância causado pela inserção do cliente u
- $c_{11}(i, u, j) = d_{iu} + d_{uj} - \mu d_{ij}, \quad \mu \geq 0$

- c_{12} - diferença entre o novo instante de início de serviço do cliente j dado que u está na rota ($b_{j/u}$) e o anterior (b_j), causada pela inserção do cliente u
 $c_{12}(i, u, j) = b_{j/u} - b_j$
- c_1 - acréscimo de distância e de tempo causado pela inserção do cliente u
 $c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j), \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1$
 $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$
- c_2 - função de economia: é a diferença (utilizando um coeficiente de ponderação λ) entre a distância direta da base ao cliente u e o acréscimo em tempo e distância causados pela inserção
 $c_2(i, u, j) = \lambda d_{0u} - c_1(i, u, j), \quad \lambda \geq 0$

A heurística I1 pode ser então assim descrita:

HEURÍSTICA I1

Repete enquanto houver algum cliente não alocado
 executa rotina “Inicialização de Rota”
 repete enquanto for possível inserir algum cliente na rota em construção
 executa rotina “Escolha do cliente e da posição de inserção”
 insere cliente na rota em construção
 fim-repete
 Fim-Repete

Rotina “Inicialização de Rota”
 escolhe o primeiro cliente da nova rota utilizando um dos dois critérios abaixo
 critério 1 - cliente mais distante ainda não alocado
 critério 2 - cliente ainda não alocado com menor valor de l_i
 Fim-Rotina

Rotina “Escolha do cliente e da posição de inserção”
 repete para cada cliente ainda não alocado
 verifica restrição de capacidade do veículo
 verifica viabilidade temporal de cada posição de inserção
 repete para cada posição de inserção entre os clientes i_{p-1} e i_p da rota
 (i_0, \dots, i_m) em construção, com $1 \leq p \leq m$
 $PFi_p = b_{i_p}^{novo} - b_{i_p} \geq 0$
 $PFi_{r+1} = \max \{ 0, PFi_r - w_{r+1} \}, p \leq r \leq m - 1$
 se $b_u \leq l_u$, para o cliente u
 e $b_r + PFi_r \leq l_r$, para o cliente r , $p \leq r \leq m$,
 então a inserção entre $p-1$ e p é viável
 fim-repete
 fim-verifica

calcula c_1 para cada posição viável

$$c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j),$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 + \alpha_2 &= 1, \\ \alpha_1 &\geq 0, \alpha_2 \geq 0 \\ \mu &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{onde } c_{11}(i, u, j) &= d_{iu} + d_{uj} - \mu d_{ij}, \\ c_{12}(i, u, j) &= b_{ju} - b_j \end{aligned}$$

fim-calcula

calcula melhor posição viável de inserção do cliente u

$$c_1(i(u), u, j(u)) = \min [c_1(i_{p-1}, u, i_p)]$$

fim-calcula

fim-repete

escolhe cliente u^* a ser inserido

$$c_2(i(u^*), u^*, j(u^*)) = \max [c_2(i(u), u, j(u))]$$

$$\text{onde } c_2(i, u, j) = \lambda d_{0u} - c_1(i, u, j),$$

$$\lambda \geq 0$$

fim-escolhe

Fim-Rotina

4.2 DESCRIÇÃO DO ALGORITMO ADAPTADO PARA RESOLUÇÃO DO PTS-P

A partir do algoritmo básico correspondente à heurística I1 de Solomon descrito anteriormente foi elaborada uma versão adaptada para a resolução do PTS-P. Na proposição do algoritmo adaptado foram consideradas uma série de simplificações e hipóteses para o PTS-P, descritas adiante.

- Os aspectos probabilísticos inerentes à operação não são considerados; dessa maneira os tempos de deslocamento das embarcações dependem apenas da velocidade da embarcação e da distância a ser percorrida, e independem das condições de mar. Também não são consideradas as filas para carga na base e descarga nas unidades marítimas.
- Os tempos de carregamento e descarregamento de uma embarcação não levarão em consideração a existência de filas. O tempo de carregamento (preparação na base) será considerado como constante, dependendo apenas do tipo de embarcação. O tempo de descarregamento em cada unidade marítima será calculado considerando a quantidade de carga a ser descarregada e as taxas de descarregamento. Para cargas de convés, a velocidade de descarregamento é um parâmetro da unidade marítima, para cargas a granel armazenadas em tanques e silos a velocidade de descarregamento é um parâmetro da embarcação.
- É permitido o descarregamento simultâneo de cargas de convés e de tanques/silos, caso estejam sendo entregues na mesma unidade marítima (as cargas de convés utilizam os equipamentos de descarga das unidades marítimas, e as cargas de tanques e silos utilizam os equipamentos de descarga da embarcação).
- O tempo de manobra para atracação das embarcações nas unidades marítimas será considerado como um parâmetro que não depende da interação entre embarcação e unidade marítima, nem depende das condições de mar, sendo considerado como um parâmetro que depende apenas da embarcação.
- Somente serão consideradas as embarcações dedicadas exclusivamente ao transporte de suprimentos.
- As embarcações terão uma data inicial de disponibilização e serão considerados períodos de indisponibilidade (para atividades de manutenção, por exemplo).
- Os tanques de diesel e água das embarcações utilizados para transporte de carga para as unidades marítimas são os mesmos utilizados para consumo próprio.
- As capacidades de cada tipo de carga e a capacidade total carga de cada embarcação são parâmetros conhecidos, dependentes de cada embarcação.
- Não serão considerados aspectos relativos à estabilidade das embarcações, tanto no que se refere às combinações de carga que poderiam afetar à estabilidade, quanto no que se refere à ordem de descarregamento, que poderia causar o mesmo efeito.
- As janelas de tempo das requisições serão consideradas como sendo o período de 1 dia (24 horas), ou seja, as requisições devem ter o atendimento iniciado em qualquer momento desse dia.
- Com relação à disponibilização das cargas, admitir-se-á que cada requisição estará disponível na base numa certa data. Assim, para que uma requisição seja alocada a

um roteiro ela deve estar disponível antes do instante que o veículo deixa a base para executar aquele roteiro.

- Não serão consideradas restrições relativas à perecibilidade de cargas (tempo máximo em percurso por exemplo).
- Todas as requisições de mesma janela de tempo (mesma data de entrega) para uma mesma unidade marítima devem ser atendidas por uma mesma embarcação (uma unidade marítima não pode receber a visita de mais de uma embarcação por dia).

Alguns dos pontos acima, mesmo representando simplificações para o Problema de Transporte de Suprimentos, ainda assim conferem à heurística adaptada uma complexidade maior que a da versão original. As principais alterações introduzidas em relação à heurística original para levar em conta esse aumento de complexidade se referem a:

- Agrupamento de requisições de mesmo dia e mesmo destino, com objetivo de evitar atendimento por mais de uma embarcação (restrição da unidade marítima receber a visita de somente uma embarcação por dia);
- Utilização de frota não homogênea, com múltiplos tipos de carga, velocidades e custos operacionais;
- Introdução de um critério de seleção da embarcação a ser utilizada. Ao se iniciar uma nova rota, será escolhida a embarcação disponível que apresentar menor custo variável unitário estimado (custo de combustível por tonelada transportada);
- Introdução de um critério de desempate no critério de inicialização 2: caso haja duas ou mais requisições com a mesma data para início de atendimento, seleciona-se a requisição da unidade marítima mais distante;
- Teste de limite de distância temporal entre o início da janela de tempo do cliente que está sendo inserido e o fim da janela de tempo do último cliente da rota ($e_u - l_m > d$ dias, $d \geq 0$) que tenta evitar inserções de requisições no fim da rota que venham a causar excesso de espera para atendimento. Desta maneira, essas requisições nem são consideradas para a inserção nesse momento podendo, porém, ser inseridas posteriormente. Essa é uma maneira, também, de restringir o número de requisições candidatas a cada inserção;
- Restrição múltipla de capacidade de carga, considerando as diferentes capacidades de cada tipo de carga para cada embarcação;
- Restrição dupla de autonomia (água e combustível), considerando consumos diferentes para as diversas condições de operação (navegação, manobras, carga/descarga), e considerando que os tanques de carga também são utilizados para consumo próprio;
- Restrição de data de disponibilização das requisições na base;
- Restrição de janela de tempo da embarcação (data inicial de disponibilização e períodos de indisponibilidade).

O principais passos do algoritmo adaptado são descritos adiante, resumidamente.

Preliminarmente, o para se estimar o custo variável unitário de cada embarcação, o algoritmo será processado considerando cada embarcação isoladamente no atendimento das requisições, como se essa embarcação fosse a única disponível para atendimento. Os roteiros gerados para cada embarcação isoladamente irão gerar o custo variável por tonelada efetivamente transportada, que será utilizado como critério para escolha de embarcações pelo algoritmo.

No primeiro passo agrupam-se as requisições para o mesmo dia e mesma unidade marítima da requisição candidata.

Em seguida, escolhe-se o veículo disponível de menor custo variável unitário estimado. A requisição a ser inserida para iniciar a rota é escolhida utilizando um dos critérios de inicialização, respeitando as restrições de:

- restrição de limite de distância temporal
- restrição múltipla de capacidade de carga: carga de convés (área e tonelage), carga de cada tanque/silo (volume) e carga total (tonelage)
- restrição dupla de autonomia (diesel e água)
- restrição de viabilidade temporal das requisições na rota (janela de tempo)
- restrição de data de disponibilização de carga na base
- restrição de janela de tempo da embarcação (data inicial de disponibilização e períodos de indisponibilidade)

Para escolha da próxima requisição, verifica-se para cada requisição não atendida a viabilidade de inserção em todas as posições da rota, examinando-se todas as restrições mencionadas acima. Calcula-se para cada requisição u a melhor posição viável de inserção na rota já construída e o correspondente custo c_1 ; a seguir calcula-se a função c_2 para cada requisição para cada uma dessas requisições, e insere-se a requisição u^* que maximiza se a função c_2 .

A rotina descrita acima é repetida até não ser mais possível inserir nenhuma requisição na rota em construção nem abrir uma nova rota.

O algoritmo APTSP fica escrito da seguinte maneira (as alterações introduzidas em relação à heurística original foram destacadas em **negrito**):

ALGORITMO APTSP

Rotina “Agrupamento de requisições”

agrupa requisições de mesma janela de tempo e mesma unidade marítima

Fim-Rotina

Repete enquanto houver alguma requisição não alocada

executa rotina "Agrupamento de requisições"executa rotina “Escolha do veículo”executa rotina “Inicialização de rota”

repete enquanto for possível inserir alguma requisição na rota em construção

executa rotina “Escolha da requisição e da posição de inserção”

insere requisição na rota em construção

fim-repete

Fim-Repete

Rotina “Escolha do veículo”

seleciona embarcação disponível com menor custo variável unitário estimado

Fim-Rotina

Rotina “Inicialização de rota”

escolhe a requisição candidata para abrir a nova rota utilizando um dos critérios

critério 1 - requisição não atendida de cliente mais distante, de maior d_{oi} (**em caso de empate, escolhe a de menor l_i**)critério 2 - requisição não atendida com menor valor de l_i (**em caso de empate, escolhe a de maior d_{oi}**)

verifica viabilidade de inserção da requisição

executa rotina “Testes de viabilidade de inserção”

caso não seja possível, escolhe outra requisição candidata e repete o processo

fim-verifica

Fim-Rotina

Rotina “Escolha da requisição e da posição de inserção”

repete para cada requisição ainda não alocada

executa rotina “Testes de viabilidade de inserção”calcula c_1 para cada posição viável

$$c_1(i, u, j) = \alpha_1 c_{11}(i, u, j) + \alpha_2 c_{12}(i, u, j) \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1,$$

$$\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0,$$

$$\text{onde} \quad c_{11}(i, u, j) = d_{iu} + d_{uj} - \mu d_{ij}, \quad \mu \geq 0$$

$$c_{12}(i, u, j) = b_{j/u} - b_j$$

fim-calcula

calcula melhor posição viável de inserção da requisição u

$$c_1(i(u), u, j(u)) = \min [c_1(i_{p-1}, u, i_p)]$$

fim-calcula

fim-repete

escolhe requisição u^* a ser inserida

$$c_2(i(u^*), u^*, j(u^*)) = \max [c_2(i(u), u, j(u))]$$

$$\text{onde } c_2(i, u, j) = \lambda d_{0u} - c_1(i, u, j), \quad \lambda \geq 0$$

fim-escolhe

Fim-Rotina

Rotina “Testes de viabilidade de inserção”

verifica limite de distância temporal

$$\text{se } e_u - l_m > d \text{ dias,}$$

$$d \geq 0$$

então não considera a inserção da requisição u na rota em construção

fim-verifica

verifica disponibilidade da requisição na base

verifica viabilidade de cada posição de inserção

repete para cada posição de inserção entre as requisições i_{p-1} e i_p da rota

(i_0, \dots, i_m) em construção, com $1 \leq p \leq m$

verifica restrições de autonomia múltipla (diesel e água)

verifica restrição de capacidade do veículo

verifica se a embarcação está habilitada a levar o tipo de carga

verifica capacidade de carga de convés (tonelagem e área)

verifica capacidade de carga de cada tanque (volume)

verifica capacidade de carga total (tonelagem)

fim-verifica

verifica viabilidade temporal (janela de tempo das requisições)

verifica disponibilidade da embarcação (janela de tempo da embarcação)

fim-repete

fim-verifica

Fim-Rotina

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL E TESTES

Neste capítulo é apresentada a implementação computacional do algoritmo adaptado. O algoritmo APTSP foi processado para resolver um exemplo numérico correspondente a um cenário em escala reduzida, e as soluções obtidas foram comparadas com a solução obtida com o algoritmo ADPOFS de Brinati, Mesquita e Becker (1993) para esse mesmo cenário. Na análise dos resultados é apresentada uma análise paramétrica do algoritmo com objetivo de entender seu comportamento e os fatores que afetam as soluções obtidas.

5.1 IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO ALGORITMO APTSP

O algoritmo APTSP para resolução do Problema de Transporte de Suprimentos foi implementado em linguagem Visual Basic. A plataforma utilizada foi microcomputador padrão PC, em sistema operacional Windows 95. A base de dados foi implementada em banco de dados relacional formato MDB (Access). O Apêndice I apresenta uma listagem da implementação computacional do algoritmo, bem como exemplos de algumas telas de entrada e saída de dados.

O tempo de execução para o cenário em escala reduzida utilizado nos testes, descrito no item 5.2.1, foi da ordem de 2 minutos para a melhor solução encontrada.

5.2. DESCRIÇÃO DO CENÁRIO EM ESCALA REDUZIDA UTILIZADO PARA TESTES

Para efeitos de testes, considerou-se um cenário em escala reduzida, o mesmo apresentado originalmente por Brinati, Mesquita e Becker (1993). Desse modo além da análise de consistência do desempenho do algoritmo APTSP, será possível também comparar o desempenho do mesmo com o algoritmo ADPOFS desenvolvido por Brinati, Mesquita e Becker.

O cenário do exemplo numérico é o seguinte:

- horizonte de programação de 30 dias (de 01/01/91 a 31/01/91)

- atendimento de 5 unidades marítimas (PA06, PA07, PCH01, PCH02, PA27) a partir de 1 base (Macaé)
- utilização de 4 embarcações (Astro Agulha, Astro Curimã, Astro Cação e Maersk Detector), sendo que 1 delas (Astro Curimã) não está disponível (portanto utilização efetiva de apenas 3 embarcações)
- necessidade de atendimento de 200 requisições no período de programação
- todas as requisições com janela de tempo para início de atendimento com duração de 1 dia inteiro (das 00:00 horas de um dia às 00:00 horas do dia seguinte)
- cada requisição disponível na base com uma determinada antecedência em relação à data de início de janela de tempo de atendimento (por exemplo, todas as cargas do tipo rancho disponibilizadas com 3 dias de antecedência)
- as requisições se restringem a apenas 2 tipos de cargas de tanques/silos (água e diesel) e 3 tipos de cargas de convés (convés, rancho e tubos)
- previsão de um período de indisponibilidade para a embarcação Astro Agulha, com duração de 5 dias
- hipótese de uso especializado da embarcação Astro Cação (só pode ser utilizada para transporte de rancho)
- todas as embarcações disponíveis na base prontas para partida no dia anterior ao primeiro dia de programação, com exceção do Astro Agulha, disponível inicialmente a partir do dia 01/01/91 às 6:30 horas.

O apêndice II apresenta em detalhes os dados do cenário utilizado para testes: a tabela II.1 apresenta uma listagem das requisições, a tabela II.2 apresenta os parâmetros das embarcações, a tabela II.3 apresenta as interrupções programadas para as embarcações, a tabela II.4 apresenta os parâmetros das unidades marítimas e a tabela II.5 apresenta os parâmetros gerais utilizados.

É interessante notar entre os parâmetros gerais na tabela II.5 o parâmetro velocidade para conversão de tempo em distância. Como a função de custo c_1 (acréscimo de distância e de tempo causado pela inserção do cliente u) considera a soma de tempo em distância, é necessário que se converta os dois na mesma unidade (tempo ou distância). No caso, escolheu-se converter tempo em distância, de modo a se poder somar o valor de c_1 diretamente na função c_2 , que também trabalha com unidades de distância. O valor utilizado para esse parâmetro foi a velocidade da embarcação mais rápida.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO CENÁRIO EM ESCALA REDUZIDA

Os resultados obtidos foram comparados com o resultado obtido originalmente por Brinati, Mesquita e Becker (1993) com seu algoritmo ADPOFS, conforme relacionado na tabela 5.1. Essa tabela mostra para cada embarcação, o custo variável total no período (considerando-se apenas o custo de combustível), a carga total transportada, a distância total percorrida, o custo por tonelada transportada e o número total de viagens realizadas. Esses indicadores de desempenho também são relacionados para a frota, para a qual se acrescenta o número requisições não atendidas no período.

O custo variável total no período foi calculado considerando os tempos de navegação, tempos de atracação e tempos de descarga nas unidades marítimas, e os correspondentes consumos de combustível de cada embarcação nessas condições de operação.

Tabela 5.1 - Desempenho econômico-operacional das embarcações da frota de acordo com o algoritmo ADPOFS de Brinati, Mesquita e Becker, para o cenário em escala reduzida

Parâmetro	Unidade	Astro Agulha	Astro Cação	Maersk Detector	Frota
Custo variável total no período	US\$	24.677,57	4.683,98	48.052,15	77.413,70
Carga total transportada	ton	2903,00	84,00	6671,00	9658,00
Distância total percorrida	milhas	1661,40	693,96	1831,02	4186,38
Custo variável por tonelada	US\$/ton	8,50	55,76	7,20	8,01
Número de viagens realizadas	unid	10	5	10	25
Requisições não atendidas	unid	-	-	-	8

Considerações sobre a restrição de atendimento de somente 1 embarcação por dia por unidade marítima

A versão original do algoritmo APTSP inicialmente desenvolvida não contemplava a restrição de um único atendimento por dia para cada unidade marítima. Para incorporar essa restrição, procurou-se inicialmente apenas realizar um teste adicional: ao se tentar inserir uma requisição no roteiro em formação, verificava-se a existência de uma mesma requisição no mesmo dia para a mesma unidade marítima em outro roteiro já existente. Caso positivo, aquela requisição seria descartada.

A versão original não se preocupava em tentar inserir todo um grupo de requisições de mesmo dia e mesma unidade marítima. Ou seja, não era o grupo que era testado quanto à inserção, e sim cada requisição individualmente. O efeito global disso pode ser entendido pelo seguinte exemplo: imaginemos um grupo de 5 requisições, e que ao se construir um roteiro seja possível inserir uma delas, e que essa inserção lote a embarcação; estamos otimizando esse roteiro, já que termos pleno aproveitamento da embarcação, porém as outras 4 requisições não poderão ser atendidas (pois para atendê-las seria necessário visitar a mesma unidade marítima no mesmo dia com outra embarcação).

Em termos de desempenho, cerca de 40 requisições (20% do total) ficavam sem atendimento, contra 8 quando utilizado o algoritmo ADPOFS. A estrutura de requisições fortemente agrupadas por dia e por unidade marítima explica esse fraco desempenho: praticamente todo roteiro terminava com o atendimento de uma requisição de um grupo, inviabilizando o atendimento de todas as outras requisições do grupo.

Uma conclusão importante pode ser extraída desse caso: ao se tratar as restrições do problema, elas devem ser vistas em conjunto, verificando-se a interação dessas restrições com os dados reais. Ao se incluir uma restrição isoladamente, pode-se causar algum tipo de miopia no desempenho do algoritmo, conforme vimos acima. Nesse caso em particular, a restrição simplifica o problema, pois diminui o número de combinações, mas não pode ser incluída na forma de um simples teste, mas sim deve ser incorporada na estrutura de busca de soluções da heurística, passando a fazer parte da própria estratégia de solução.

Análise paramétrica

O algoritmo APTSP foi executado variando-se os parâmetros $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2)$, os critérios de inicialização e o critério de limite de distância temporal. Utilizaram-se os valores $\mu = (0 \text{ ou } 1)$, $\lambda = (0 \text{ ou } 1)$, $\alpha_1 = (0 \text{ ou } 1)$, $\alpha_2 = (0 \text{ ou } 1)$, gerando-se as seguintes combinações para esses parâmetros:

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$$

$$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$$

O algoritmo foi processado com essas combinações de parâmetros, com critério de limite de distância temporal d igual a 1,5 ou 4 dias para o critério de inicialização 1, e d igual a 1,0 ; 1,5 ; 2,0 ou 4,0 dias para o critério de inicialização 2.

Os resultados obtidos são apresentados nas tabelas 5.2 a 5.7 a seguir.

Tabela 5.2 – Resultados com critério de inicialização 1, critério de limite de distância temporal $d = 1,5$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	57	15	12,68
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	57	15	12,68
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	42	17	11,60
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	51	15	12,25
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	4	31	8,11
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	4	31	8,01
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	4	31	8,11
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	4	31	8,01

Tabela 5.3 – Resultados com critério de inicialização 1, critério de limite de distância temporal $d = 4,0$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	73	13	13,74
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	73	13	13,74
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	75	13	14,69
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	75	13	14,69
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	18	19	9,02
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	14	20	8,97
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	18	19	9,02
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	14	20	8,97

Tabela 5.4 – Resultados com critério de inicialização 2, critério de limite de distância temporal $d = 1,0$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	78	16	13,76
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	78	16	13,76
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	40	17	11,18
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	41	18	11,19
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	6	36	8,15
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	6	36	8,08
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	6	36	8,15
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	6	36	8,08

Tabela 5.5 – Resultados com critério de inicialização 2, critério de limite de distância temporal $d = 1,5$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	66	15	12,33
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	66	15	12,33
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	59	16	12,88
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	38	17	10,88
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	4	31	8,11
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	4	31	8,01
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	4	31	8,11
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	4	31	8,01

Tabela 5.6 – Resultados com critério de inicialização 2, critério de limite de distância temporal $d = 2,0$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	66	14	12,29
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	66	14	12,29
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	55	13	12,03
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	45	15	11,16
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	11	21	8,51
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	7	22	8,39
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	11	21	8,51
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	7	22	8,39

Tabela 5.7 – Resultados com critério de inicialização 2, critério de limite de distância temporal $d = 4,0$ dias, variando os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 1, 0)$	72	12	13,65
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 1, 0)$	69	13	13,42
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 1, 0)$	75	13	14,69
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 1, 0)$	75	13	14,69
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 0, 0, 1)$	18	19	9,02
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (0, 1, 0, 1)$	14	20	8,97
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 0, 0, 1)$	18	19	9,02
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 1)$	14	20	8,97

Efeito dos parâmetros α_1 e α_2

Os parâmetros α_1 e α_2 ponderam respectivamente o acréscimo de distância e o acréscimo de tempo na função de custo c_1 em cada inserção.

Nas tabelas 5.2 a 5.7 verifica-se que para mantidos iguais os outros parâmetros do algoritmo, quando $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$ os resultados são bem melhores do que quando $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$. Ou seja, quando apenas o acréscimo de tempo é considerado os resultados são bem melhores do que quando apenas o aspecto de acréscimo de distância é considerado, mantidos inalterados os outros parâmetros.

Esses resultados corroboram os resultados originais para a heurística I1 relatados por Solomon (1987), que conclui que as soluções com $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$ apresentaram melhores resultados do que aqueles com $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$, principalmente em problemas com grande número de clientes alocados por veículo (que não é o caso do Problema de Transporte de Suprimentos) e/ou alta densidade de clientes com janela de tempo (que é o caso do Problema de Transporte de Suprimentos, com 100% de clientes com janela de tempo).

O Apêndice III apresenta as soluções obtidas pelo algoritmo utilizando-se os valores dos parâmetros $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$ e $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$, com $\mu = 1$, $\lambda = 1$, critério de inicialização 2 e critério para limite de distância temporal $d = 1,5$ dias. Fica claro que quando $\alpha_2 = 0$ o algoritmo gera rotas com maior proporção de tempos de espera, demonstrando incapacidade de lidar adequadamente com os aspectos temporais do problema.

O Apêndice III contém os seguintes relatórios que detalham as soluções obtidas:

- **Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações**, no qual se relaciona para cada embarcação o custo variável total, a quantidade total de carga transportada, o deslocamento total, o custo variável total e o número de viagens realizadas. Essas mesmas informações são apresentadas para a frota como um todo.
- **Relatório de atendimento de requisições**, no qual para cada embarcação são detalhadas as rotas formadas (unidades marítimas e requisições atendidas, horários de chegada e saída, tempos de espera, tempos de deslocamento, tempos de manobra, tempos de atendimento (descarga), quantidade de carga atendida em cada requisição, janela de tempo da requisição e ordem de inserção da requisição durante a formação da rota pelo algoritmo. No fim desse relatório é apresentado, para cada embarcação, o tempo total em deslocamento, em espera, em manobra e em atendimento (descarga).
- **Relatório de viagens**, onde é apresentado um resumo das viagens de cada embarcação, contendo o início e fim de cada viagem, a quantidade de cada tipo de carga transportada, a quantidade total de carga transportada e o percentual de aproveitamento da capacidade de carga da embarcação na viagem.
- **Relatório de requisições não atendidas**, onde são relacionadas todas as requisições que não foram atendidas.

A tabela 5.8 detalha o efeito dos parâmetros α_1 e α_2 . Manteve-se constante o critério de de inicialização 2, o valor de limite de distância temporal $d = 1,5$ dias e o valor do parâmetro $\mu = 1$, combinação que gerou melhores resultados. Aproveitou-se para variar o parâmetro λ , utilizando-se os valores $\lambda = 1, 2$ ou 3 .

Tabela 5.8 – Resultados com critério de inicialização 2, critério de limite de distância temporal $d = 1,5$ dias, $\mu = 1$, variando os parâmetros $\lambda, \alpha_1, \alpha_2$

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0,9, 0,1)$	4	31	7,94
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$	4	31	7,79
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 3, 0,9, 0,1)$	8	30	8,19
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0,8, 0,2)$	4	31	7,83
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,8, 0,2)$	4	31	7,83
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 3, 0,8, 0,2)$	4	30	8,06
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0,5, 0,5)$	4	31	7,86
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,5, 0,5)$	4	31	7,88
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 3, 0,5, 0,5)$	4	31	7,92
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0,2, 0,8)$	4	31	7,92
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,2, 0,8)$	4	31	7,87
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 3, 0,2, 0,8)$	4	31	7,92
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0,1, 0,9)$	4	31	8,01
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,1, 0,9)$	4	31	7,96
$(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 3, 0,1, 0,9)$	4	31	7,93

A melhor solução foi obtida com os valores dos parâmetros $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$, conforme destacado na tabela 5.8. Esses valores serão utilizados no detalhamento do efeito do limite de distância temporal d feita adiante.

Esses resultados mostram a robustez do algoritmo. Para o critério de inicialização 2, critério de distância temporal = 1,5 dias, $\mu = 1$, $\lambda = 2$, $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 > 0$, foram sempre obtidos melhores resultados que os do algoritmo ADPOFS, com redução de custo e redução do número de requisições não atendidas.

Isso sugere que na utilização do algoritmo APTSP para resolução de um problema real não é necessário testar várias combinações dos parâmetros para cada programação a ser executada. Basta apenas realizar uma calibragem inicial do algoritmo para um dado cenário, determinando o critério de inicialização e os valores de μ e de λ . Para realizar a programação, basta variar os valores de α_1 , α_2 e d ao se executar o algoritmo, escolhendo-se a melhor solução obtida.

Efeito do critério de inicialização de rotas

O critério de inicialização 2, que escolhe como primeiro cliente aquele cuja janela de tempo vence primeiro e que, portanto, prioriza o aspecto temporal para a inicialização da rota, proporcionou melhores resultados. Isso pode ser verificado comparando-se os resultados da tabela 5.2 com os da tabela 5.5 e os da tabela 5.3 com os da tabela 5.7. Essa comparação está resumida na tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Comparação entre os critérios de inicialização 1 e 2

Parâmetros	Melhor critério de inicialização
$d = 1,5$ dias, $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$	critério 1 e 2 se equivalem
$d = 1,5$ dias, $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$	critério 2
$d = 4,0$ dias, $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$	critério 1 e 2 se equivalem
$d = 4,0$ dias, $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$	critério 2

Quando $(\alpha_1, \alpha_2) = (1, 0)$, o critério de inicialização 2 gera soluções melhores que o critério 1 (porém ambas sempre piores do que quando $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$), o que pode ser creditado à priorização do aspecto temporal na abertura de rotas que serão construídas levando em conta apenas aspectos espaciais a partir da 2ª requisição inserida.

Quando $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$, os critérios de inicialização 1 e 2 se equivalem. Aparentemente, uma possível decisão errada na escolha da 1ª requisição pelo critério 1 é revertida pelo desempenho superior com os parâmetros $(\alpha_1, \alpha_2) = (0, 1)$, porém os testes realizados não permitem concluir esse aspecto de modo decisivo.

Efeito do critério de limite de distância temporal d

O critério de limite de distância temporal (d) tem como objetivo restringir o número de requisições candidatas à inserção a cada momento durante a construção de uma rota, diminuindo o tempo de processamento. Evita também que se insira no fim da rota uma requisição que esteja distante temporalmente, o que pode piorar a qualidade da solução.

Os melhores resultados foram obtidos para d entre 1 e 2 dias. Para entender esse efeito, considere que a ordem de grandeza do tempo de ida e volta da base para uma unidade marítima é de cerca de 11 a 15 horas para o Astro Cação e Astro Agulha, e de 9,2 a 12,5 horas para o Maersk Detector. Considere também que o tempo de preparação na base é de 12 horas para o Astro Cação, 18 horas para o Astro Agulha e 24 horas para o Maersk Detector. Assim o tempo total de ida e volta mais a preparação na base é da ordem de 0,95 a 1,04 dias (23 a 25 horas) para o Astro Cação, 1,20 a 1,29 dias (29 a 31 horas) para o Astro Agulha e 1,38 a 1,52 dias (33,2 a 36,5 horas) para o Maersk Detector.

A cada momento, durante a construção da rota, as restrições a serem analisadas são restringidas pelo valor de d . Por exemplo, quando d fica próximo de 1 restringe-se o

problema, já que somente serão consideradas requisições próxima no tempo, e o algoritmo fica míope, perdendo a capacidade de enxergar adiante. Para valores de d maiores, tem-se um efeito inverso, pois o algoritmo estará olhando "muito longe" no tempo, eventualmente inserindo uma requisição distante no tempo para aproveitar a capacidade residual da embarcação (que não pode ser utilizada para requisições anteriores que demandariam maior espaço ou causariam alguma quebra de restrição), o que causará aumento no tempo de espera. Ou seja, nem sempre lotar a embarcação leva à uma melhor solução.

Para d da ordem de 1,5 dias consegue-se uma ponderação entre esses efeitos. Isso faz sentido, pois é como se, a cada momento, ao se decidir pela inserção de uma nova requisição fosse necessário decidir entre voltar para a base, gerando um acréscimo de tempo da ordem de 1,0 a 1,5 dias (dependendo da embarcação) considerando os tempos de ida/volta/preparação na base, ou inserir a requisição na rota. Se essa requisição gerar um tempo de espera de mais de 1,5 dias, provavelmente a volta para a base e inserção da requisição em uma nova rota geraria uma solução melhor, com menor número de requisições não atendidas e menor custo.

Nas tabelas 5.2 a 5.7 percebe-se claramente que, conforme d aumenta, ocorre uma diminuição no número de viagens (que se tornam mais longas e com maiores tempos de espera). O número de requisições não atendidas também cresce, assim como o custo por tonelada. A tabela 5.10 detalha o efeito do critério de limite de distância temporal, variando-se o valor de d , e mantendo-se constantes o critério de inicialização 2 e os valores dos parâmetros $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$, que geraram a melhor solução até então.

Tabela 5.10 – Resultados com critério de inicialização 2, valores dos parâmetros $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$, variando-se o limite de distância temporal d

Parâmetros	Número de requisições não atendidas	Número de viagens realizadas	Custo variável por tonelada para toda a frota (US\$/ton)
$d = 1,0$	6	36	8,04
$d = 1,2$	0	35	7,84
$d = 1,3$	0	35	7,84
$d = 1,4$	7	29	7,50
$d = 1,5$	4	31	7,79
$d = 1,6$	4	32	8,17
$d = 1,7$	15	21	8,06
$d = 2,0$	23	21	8,40
$d = 4,0$	25	17	8,55

Com o valor de $d = 1,2$ ou $1,3$ dias conseguiu-se melhorar a solução obtida, com atendimento de todas as requisições. Essa solução será detalhada adiante.

Detalhamento da melhor solução alcançada para o cenário em escala reduzida

A melhor solução foi alcançada com o critério de inicialização 2, com os valores dos parâmetros $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$ e critério de limite de distância temporal $d = 1,2$ ou $1,3$ dias. Considerou-se como melhor solução aquela que permitiu atender o maior número de requisições com o menor custo variável por tonelada transportada para a frota como um todo.

A tabela 5.11 mostra os resultados da melhor solução alcançada, com o desempenho de cada embarcação e da frota. O Apêndice IV apresenta relatórios que detalham essa solução.

Tabela 5.11 - Desempenho econômico-operacional da frota de acordo com o algoritmo APTSP para o cenário em escala reduzida
Critério de inicialização 2, $d = 1,3$ dias, $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$

Parâmetro	Unidade	Astro Agulha	Astro Cação	Maersk Detector	Frota
Custo variável total no período	US\$	25.914,92	8.357,77	46.235,45	80.508,14
Carga total transportada	ton	3718,00	132,00	6418,00	10268,00
Distância total percorrida	milhas	1943,25	1461,28	2094,32	5498,85
Custo variável por tonelada	US\$/ton	6,97	63,32	7,20	7,84
Número de viagens realizadas	unid	12	11	12	35
Requisições não atendidas	unid	-	-	-	0

Comparando o desempenho do algoritmo APTSP com o algoritmo ADPOFS, obteve-se um aumento na quantidade de requisições atendidas, **de 96% para 100%**, simultaneamente obtendo uma redução de custo variável por tonelada transportada de **2,12 %**.

Para um nível de serviço próximo ao do obtido com o algoritmo ADPOFS, com **96,5%** de requisições atendidas, a redução de custo variável por tonelada transportada obtida com o algoritmo APTSP foi de **6,36%** (vide tabela 5.10, com $d = 1,4$ dias).

Considerações sobre a importância de um algoritmo parametrizável / Utilização do algoritmo APTSP para dimensionamento da frota

É interessante destacar que o algoritmo APTSP foi implementado de maneira a se poder variar os parâmetros utilizados de modo bastante simples, por meio de edição das telas de entrada do programa.

Esse é um recurso bastante importante para *softwares* de roteirização, que devem ter uma interface amigável com o usuário, que permita interação e aprendizado. Segundo Ball e Magazine (1981), a interação homem e computador parece ser essencial no desenvolvimento de um algoritmo plenamente utilizável, e o papel de cada um ainda está por ser definido.

Waters (1990) comenta que "... é reconhecido que *softwares* bem desenvolvidos permitem que o ser humano desempenhe um papel importante... de modo que sua habilidade leve a melhorias ou permita transformar soluções inaceitáveis em soluções utilizáveis na prática". O trabalho de Potvin, Lapalme e Rousseau (1990), por exemplo, aborda o desenvolvimento de um sistema especialista para roteirização no qual a interação com o usuário desempenha papel fundamental.

Em função desses conceitos, o algoritmo foi implementado de modo a facilitar a alteração dos diversos parâmetros com objetivo de se testar hipóteses. Por exemplo pode-se facilmente alterar:

- os parâmetros μ , λ , α_1 , α_2
- o critério de inicialização de rotas
- o parâmetro para conversão de tempo em distância
- o número de dias para critério de limite de distância temporal
- inclusão de novas embarcações
- os parâmetros de cada embarcação (capacidade de carga, velocidade, tipo de carga que a embarcação pode transportar, etc.)
- permitir ou não que a unidade marítima receba a visita de mais de uma embarcação no mesmo dia

Para se verificar na prática a importância desse tipo de recurso, analisou-se o exemplo numérico em questão com o objetivo de se inferir uma possível intervenção que pudesse melhorar a solução obtida. A análise da solução obtida, em particular das rotas formadas, das cargas transportadas em cada viagem, das janelas de tempo e do desempenho operacional de cada embarcação, permitiu identificar que pelo fato da embarcação Astro Cação ser uma embarcação especialista no transporte de carga tipo rancho e as outras duas (Astro Agulha e Maersk Detector) poderem transportar qualquer tipo de carga, isso poderia estar comprometendo a qualidade da solução. É fácil verificar que a embarcação Astro Cação trabalhou com grande ociosidade, mesmo quando todas as requisições foram atendidas.

Para testar essa hipótese, as embarcações Astro Agulha e Maersk Detector foram proibidas de transportar carga tipo rancho, podendo porém continuar transportando qualquer outro tipo de carga. Porém, isso não permitiu melhores resultados, pois surge novamente o problema do atendimento do grupo de requisições: qualquer grupo

constituído por 1 requisição de carga tipo rancho e outras de tipo diverso não poderia ser atendido, já que nenhuma embarcação pode levar simultaneamente uma carga tipo rancho e outra carga que não seja tipo rancho nesse novo cenário.

Para superar essa limitação, a rotina de agrupamento de requisições foi alterada, mantendo todas as requisições de rancho como requisições individuais, agrupando somente as requisições de cargas tipo diesel, água, convés e tubos. Tal alteração corresponde a relaxar a restrição da unidade marítima receber a visita de apenas uma embarcação no mesmo dia, pois será permitida uma visita para atendimento de rancho e outra para atendimento das demais cargas em conjunto.

A tabela 5.12 apresenta os resultados obtidos nesse novo cenário. O Apêndice V contém relatórios que detalham essa solução.

Tabela 5.12 - Desempenho econômico-operacional da frota de acordo com o algoritmo APTSP para o cenário em escala reduzida, considerando a proibição das embarcações Astro Agulha e Maersk Detector transportarem carga tipo rancho, e eliminando a restrição de visitas às unidades marítimas
Critério de inicialização 2, $d = 1,3$ dias, $(\mu, \lambda, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 2, 0,9, 0,1)$

Parâmetro	Unidade	Astro Agulha	Astro Cação	Maersk Detector	Frota
Custo variável total no período	US\$	22.609,97	18.666,98	43.107,33	84.384,29
Carga total transportada	ton	3607,00	330,00	6331,00	10268,00
Distância total percorrida	milhas	1720,08	3131,93	1934,08	6786,06
Custo variável por tonelada	US\$/ton	6,27	56,57	6,81	8,22
Número de viagens realizadas	unid	12	22	12	46
Requisições não atendidas	unid	-	-	-	0

Nesse novo cenário, obteve-se uma redução de custo variável por tonelada transportada de **5,41%** para a embarcação Maersk Detector, de **10,04%** para o Astro Agulha e de **10,66%** para o Astro Cação, o que é um indicador que os roteiros dessas embarcações foram melhores. Por outro lado, o desempenho da frota como um todo piorou, com um aumento de 4,84% no custo variável por tonelada transportada, o que se explica pela maior utilização do Astro Cação, que tem custo operacional muito maior. É o mesmo efeito que ocorre no transporte urbano quando se utilizam veículos de pequeno porte (kombi, furgão) quando poderia-se utilizar veículos maiores (trucks e carretas, por exemplo). Para melhorar o desempenho da frota não basta, portanto, apenas melhorar o desempenho individual de cada embarcação, mas sim escolher as embarcações mais adequadas e utilizá-las de maneira mais eficiente.

Esse raciocínio poderia ser estendido no caso de dimensionamento da frota, quando se busca determinar a quantidade adequada de embarcações para um dado cenário, escolhendo aquelas embarcações que melhor se adaptam ao perfil de pedidos (tipos de carga, perfil de demanda por unidade marítima, janelas de tempo) e a distribuição geográfica dos clientes. Apesar do algoritmo APTSP não ter sido desenvolvido com o objetivo de dimensionar a frota, o mesmo pode ser utilizado como um sistema de simulação, testando várias hipóteses de perfil de frota e verificando a que mostra melhor desempenho.

5.4 TESTES DO ALGORITMO APTSP NUM CENÁRIO EM ESCALA SEMI-REAL

O algoritmo ADPOFS desenvolvido por Brinati, Mesquita e Becker (1993) foi testado com sucesso, segundo os autores, em cenários grandes, envolvendo 40 unidades marítimas, 60 embarcações e 2400 requisições para um período de 4 meses.

Para verificar a mesma aplicabilidade do algoritmo APTSP realizou-se um teste piloto num cenário em escala semi-real envolvendo 30 unidades marítimas, 8 embarcações, 900 requisições com dois tipos de carga de tanques/silos (água e diesel) e um tipo de carga de convés (somente convés), para um período de 30 dias. Para esse cenário, o tempo de processamento foi de cerca de 2 horas e 10 minutos. O Apêndice VI detalha o cenário utilizado e a solução gerada.

Esse resultado mostra a aplicabilidade prática do algoritmo em problemas próximos da escala do problema real. O tempo de processamento foi um pouco elevado, podendo porém ser reduzido com a introdução adequada de um novo critério para limitar as requisições candidatas à inserção, semelhante ao critério de limite de distância temporal. Esse critério poderia ser, por exemplo, um agrupamento prévio das requisições para posterior roteirização.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou o Problema de Transporte de Suprimentos no seu aspecto de programação do transporte para as unidades marítimas (PTS-P). Esse problema foi descrito, analisado e classificado como um Problema de Roteirização e Programação de Veículos com Restrição de Janela de Tempo (PRPVRJT).

Por ser o PTS-P um problema restrito e pouco estudado, para o qual quase não existem procedimentos específicos de resolução, exceto o proposto por Brinati, Mesquita e Becker (1993), a estratégia adotada para resolução do PTS-P foi o estudo de procedimentos de solução para problemas de roteirização com restrições de janela de tempo, com objetivo de identificar um procedimento que pudesse ser adaptado adequadamente.

Pela profundidade da pesquisa bibliográfica realizada, foi atingido o objetivo preliminar de preparar um material que servisse de referência para o estudo do PTS-P. Nesse aspecto, a revisão bibliográfica foi preparada também com o objetivo de servir de referência na consulta dos trabalhos originais pesquisados que tratam de problemas de roteirização com restrição de janela de tempo. Esses trabalhos foram abordados de maneira bastante detalhada, com ênfase na modelagem adotada, na estratégia de solução proposta, e na análise dos resultados obtidos.

Para resolução do PTS-P foi proposto o algoritmo APTSP, desenvolvido a partir dos conceitos originais da heurística de inserção I1 de Solomon (1987). Foi constatada a facilidade de adaptação da heurística I1, tendo sido possível incorporar uma série de restrições mantendo-se a estrutura básica de busca de soluções da heurística original.

A implementação computacional do algoritmo APTSP se mostrou satisfatória para o cenário em escala reduzida, e também para o cenário em escala semi-real. Do ponto de vista de qualidade da solução, o desempenho do algoritmo APTSP foi comparado com o do algoritmo ADPOFS anteriormente proposto por Brinati, Mesquita e Becker (1993), tendo sido possível melhorar a solução para o cenário em escala reduzida testado. A análise paramétrica efetuada mostrou que os resultados obtidos forma bastante consistentes, e mostrou também a robustez do algoritmo.

Na implementação do algoritmo foi dada ênfase no desenvolvimento de uma interface amigável, com várias telas de entrada de dados e com vários parâmetros facilmente alteráveis pelo usuário. Foi ressaltada a importância teórica desse aspecto, demonstrada por um exemplo prático.

Para facilitar a continuidade do estudo do PTS-P são apontadas a seguir uma série de sugestões. Mais do que esgotar o tema aqui, outra importante contribuição deste trabalho é abrir novos caminhos e novas idéias para o aprofundamento deste tema.

Sugestões para os próximos trabalhos relativos ao PTS-P

Como primeiro ponto, sugere-se tentar melhorar o desempenho do algoritmo APTSP testando-se novas funções de custo. As funções de custo poderiam ser alteradas para incluir aspectos relativos à plena lotação das embarcações (priorizar pedidos que completam a embarcação numa rota), e aspectos relativos ao tempo de espera total da rota. O critério de limite de distância temporal também poderia ser refinado, com um valor de distância temporal d diferente para cada embarcação.

Sugere-se também o desenvolvimento de uma estratégia de solução baseada numa heurística de varredura com orientação temporal, do tipo da heurística originalmente desenvolvida por Gillet e Miller (1974) e adaptada para problemas com restrição de janela de tempo por Solomon (1987). A adaptação feita por Solomon utilizou a heurística original de varredura de Gillet e Miller para o primeiro estágio de agrupamento, utilizando a seguir a heurística I1 para roteirização. O algoritmo APTSP incorpora, de certo modo, esse conceito. O critério de limite de distância temporal atua como um critério de agrupamento por proximidade temporal (e não espacial), com roteirização utilizando a heurística I1. Não é exatamente uma estratégia de agrupamento e roteirização porque a cada inserção o grupo formado muda dinamicamente. De qualquer modo, essa é uma estratégia a ser testada, e que deve atingir bons resultados porque na distribuição espacial dos pontos de demanda nos campos de petróleo há agrupamentos naturais, em função da existência de vários pontos de perfuração e prospecção (unidades marítimas) concentrados em cada campo de petróleo. Essa estratégia deve também permitir reduzir o tempo de processamento na resolução de um problema em escala real.

Independente do procedimento de solução a ser desenvolvido, o mesmo pode ser complementado pelo desenvolvimento de um procedimento de melhoria baseado na heurística de melhoria Thompson e Psaraftis (1993). Esse procedimento foi aplicado ao conjunto de problemas proposto por Solomon (1987), partindo das soluções iniciais geradas pela heurística I1 de Solomon, tendo se mostrado bastante promissor.

Um outro aspecto bastante interessante a ser desenvolvido é a interação entre um programa de simulação e um roteirizador, como por exemplo nos trabalhos de Botter, Souza e Borges (1996) e Borges (1998). O roteirizador pode ser inserido no programa de simulação, configurando uma metodologia de solução híbrida heurística/simulador (Bowersox e Closs, 1989). Isso poderia facilitar a visualização das soluções obtidas, proporcionando uma melhor compreensão do problema nos seus aspectos de estrutura espacial, estrutura temporal, restrições envolvidas e estrutura das soluções geradas. O programa de simulação também permite incluir alguns dos aspectos aleatórios do problema e analisar a influência dos mesmos na qualidade da solução obtida. Esse é um aspecto bastante importante, já que o impacto dos fatores aleatórios no problema pode definir se uma estratégia de solução baseada em simulação é mais adequada (Bowersox e Closs, 1989).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, A. "Modeling and implementation issues in vehicle routing". In GOLDEN, B.; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.7-45, 1988.
- BALAKRISHNAN, N. "Simple heuristics for the vehicle routing problem with soft time windows". Journal of the Operational Research Society, v.44, n.3, p. 279-287, 1993.
- BALL, M. ; MAGAZINE, M. "The design and analysis of heuristics". Networks, v.11, n.2, p.215-219, 1981.
- BALLOU, R. H. "Heuristics: Rules of thumb for logistics decision making". Journal of Business Logistics, v.10, n.1, p122-132, 1989.
- BODIN, L. ; GOLDEN, B. "Classification in vehicle routing and scheduling". Networks, v.11, n.2, p.97-108, 1981.
- BODIN, L. ; GOLDEN, B.L. ; ASSAD, A. , BALL, M. "Routing and scheduling of vehicles and crews : The state of the art". Computers and Operations Research, v.10, n.2, 1983
- BODIN, L. D. "Twenty years of routing and scheduling". Operations Research, v.38, n.4, p.571-579, 1990.
- BORGES, M. J. A. "Modelagem de um sistema de transporte marítimo de suprimentos: aplicação à Baía de Campos". Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em engenharia - Departamento de Engenharia Naval, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- BOSE, R. C. A. "Modelos de roteirização e programação de entregas em redes de transportes". Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.
- BOTT, K. ; BALLOU, R. H. "Research perspectives in vehicle routing and scheduling". Transportation Research, v.20A, n.3, p.239-243, 1986.
- BOTTER, R. C. ; SOUZA, R. L. ; BORGES, M. J. A. "Simulação de um sistema de transporte offshore de suprimentos para a Baía de Campos". 16º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval, Rio de Janeiro, 1996. Anais SOBENA, Rio de Janeiro, 1996.
- BOWERSOX, D. J. ; CLOSS, D. J. "Simulation in logistics: A review of present practice and a look to the future". Journal of Business Logistics, v.10, n.1, p133-148, 1989.

BRINATI, M. A. ; BOTTER, R. C. ; ROQUE, J. R. R. ; GOUVEA, M. T. ; SOUZA, R. L.; CARNEIRO, P. B. R. "Aplicação de heurísticas de roteamento para o dimensionamento de uma frota de transporte marítimo". Anais EPUSP, Série Cadernos de Engenharia Naval e Oceânica, São Paulo, v.1, p.141-155, 1991.

BRINATI, M. A. ; MESQUITA, M. A. ; BECKER, R. "Dimensionamento e programação do transporte de suprimentos para unidades marítimas de petróleo". 13º Congresso Panamericano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Engenharia Portuária, Caracas, 1993.

CHIH, W. Y. "Influência dos custos fixos e variáveis na roteirização de frotas de veículos de capacidades variadas". Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Naval, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

CHRISTOFIDES, N. ; MINGOZZI, A. ; TOTH, P. "The vehicle routing problem". In CHRISTOFIDES, N. ; MINGOZZI, A. ; TOTH, P. ; SANDI, C. (eds), "Combinatorial optimizations". John Wiley & Sons, New York, p. 315-337, 1979.

CLARKE, G. ; WRIGHT, J. "Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points". Operations Research, v.12, n.4, p.568-581, 1964.

CRUZ, J. C. "Modelo de programação de frota para transporte de cana-de-açúcar". Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

CUNHA, C. B. "Algoritmos para roteamento e programação de veículos no contexto da distribuição física". Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

CUNHA, C. B. "Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais". Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

DESROCHERS, M. ; LENSTRA, J. K. ; SAVELSBERGH, M. W. P. ; SOUMIS, F. "Vehicle routing with time windows : Optimization and approximation". In GOLDEN, B. ; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.65-84, 1988.

DESROCHERS, M. ; LENSTRA, J. K. ; SAVELSBERGH, M. W. P. "A classification scheme for vehicle routing and scheduling problems". European Journal of Operational Research, v.46, n.3, p.322-332, 1990.

DESROCHERS, M. ; DESROSIERS, J. ; SOLOMON, M. "A new optimization algorithm for the vehicle routing problem with time windows". Operations Research, v.40, n.2, p.342-354, 1992.

DESROSIERS, J. ; SOUMIS, F. ; DESROCHERS, M. "Routing with time windows by column generation" Networks, v.14, n.4, p.545-565, 1984.

- FISHER, M. ; JAIKUMAR, R. "A generalized assignment heuristic for vehicle routing". Networks, v.11, n.2, p.109-124, 1981.
- GILLET, B. ; MILLER, L. "A heuristic algorithm for the vehicle dispatching problem". Operations Research, v.22, n.2, p.340-349, 1974.
- GOLDEN, B. ; MAGNANTI, T. ; NGUYEN, H. "Implementig vehicle routing algorithms". Networks, v.7, n.2, p.113-148, 1977.
- GOLDEN, B. ; BALL, M. ; BODIN, L. "Current and future research directions in network optimization". Computers and Operations Research, v.8, n.2, p. 71-81, 1981.
- GOLDEN, B. ; ASSAD, A. ; LEVY, L. ; GHEYSENS, F. "The fleet size and mix vehicle routing problem". Computers and Operations Research, v.11, n.1, p. 49-66, 1984.
- GOLDEN, B. L. ; ASSAD, A. A. "Perspectives on vehicle routing : exciting new developments". Operations Research, v.34, n.5, p.803-810, 1986.
- GOLDEN, B. L. ; BODIN, L. ; GOODWIN, T. "Microcomputer-based vehicle routing and scheduling software". Computers and Operations Research, v.13, n.2/3, p.277-285, 1986.
- GOUVÊA, M. T. "Algoritmos para resolução de um problema geral de roteamento de múltiplos veículos". São Paulo, 1992. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- HAIMOVICH, M. ; RINNOOY KAN, A. H. G. ; STOUGIE, L. "Analysis of heuristics for vehicle routing problems". In GOLDEN, B. ; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.47-61, 1988.
- HOOBAN, J. M. "Marketing a vehicle routing package". In GOLDEN, B. ; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.447-468, 1988.
- JAW, J. J. ; ODONI, A. R. ; PSARAFTIS, H. N. ; WILSON, N. H. M. "A heuristic algorithm for the multi-vehicle advance request dial-a-ride problem with time windows". Transportation Research, v.20B, n.3, p.243-257, 1986.
- KOSKOSIDIS, Y. A. ; POWELL, W. B. ; SOLOMON, M. M. "An optimization-based heuristic for vehicle routing and scheduling with soft time windows constraints". Transportation Science, v.26, n.2, p.69-85, 1992.
- LENSTRA, J. ; RINNOOY KAN, A. "Complexity of vehicle routing and scheduling problems". Networks, v.11, n.2, p.221-227, 1981.

MAGNANTI, T. "Combinatorial optimization and vehicle fleet planning: perspectives and prospects". Networks, v.11, n.2, p.179-213, 1981.

PAGANO, A. M. ; VERDIN, J. A. "Implementing computer technology in transportation". Transportation Quarterly, v.41, n.3, p.381-396, 1987.

POTVIN, J-Y ; LAPALME, G. ; ROUSSEAU, J-M. "Integration of AI and OR techniques for computer-aided algorithmic design in the vehicle routing domain". Journal of the Operational Research Society, v.41, n.6, p. 517-525, 1990.

POTVIN, J-Y.; ROUSSEAU, J-M. "Parallel route building algorithm for the vehicle routing and scheduling problem with time windows". European Journal of Operational Research, v.66, n.3, p.331-340, 1993.

POWERS, R. F. "Optimization models for logistics decisions". Journal of Business Logistics, v.10, n.1, p106-121, 1989.

PSARAFTIS, H. N. "An exact algorithm for the single vehicle many-to-many dial-a-ride problem with time windows". Transportation Science, v.17, n.3, p.351-357, 1983.

RONEN, D. "Perspectives on practical aspects of truck routing and scheduling". European Journal of Operational Research, v.35, n.2, p.137-145, 1988.

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

ROUSSEAU, J. M. "Customization versus general purpose code for routing and scheduling problems : A point of view". In GOLDEN, B. ; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.469-479, 1988.

SCHRAGE, L. "Formulation and structure of more complex/realistic routing and scheduling problems". Networks, v.11, n.2, p.229-232, 1981.

SILVER, E. ; VIDAL, R. ; DE WERRA, D. "A tutorial on heuristics methods". European Journal of Operational Research, v.5, p.153-162, 1980.

SOLOMON, M. M. "On the worst case performance of some heuristics for the vehicle routing and scheduling with time windows constraints". Networks, v.16, n.2, p.161-174, 1986.

SOLOMON, M. "Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints". Operations Research, v.35, n.2, p.254-265, 1987.

SOLOMON, M. M. ; BAKER, E. K. ; SCHAFFER, J. R. "Vehicle routing and scheduling problems with time windows constraints : efficient implementations of solution improvement procedures". In GOLDEN, B. ; ASSAD, A. (eds), "Vehicle Routing : Methods and Studies". North-Holland, Amsterdam, p.85-105, 1988.

SOLOMON, M. M. ; DESROSIERS, J. "Time window constrained routing and scheduling problems". Transportation Science, v.22, n.1, p.1-13, 1988.

SUTCLIFFE, C. ; BOARD, J. "The ex-ante benefits of solving vehicle-routeing problems". Journal of the Operational Research Society, v.42, n.2, p. 135-143, 1991.

THOMPSON, P. M. ; PSARAFTIS, H. N. "Cyclic transfer for the multivehicle routing and scheduling problems". Operations Research, v.41, n.5, p.935-946, 1993.

VAN DER BRUGGEN, L. J. J. ; LENSTRA, J. K. ; SCHUUR, P. C. "Variable-depth search for the single-vehicle pickup and delivery problem with time windows". Transportation Science, v.27, n.3, p.298-311, 1993.

WATERS, C. D. J. "Expert systems for vehicle scheduling". Journal of the Operational Research Society, v.41, n.6, p. 505-515, 1990.

ZANAKIS, S. H. ; EVANS, J. R. "Heuristic 'optimization': why, when and how to use it". Interfaces, v.11, n.5, p.84-91, 1981.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL

- BALLOU, R. H. "Basic Business Logistics". Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1987.
- BOWERSOX, D. J. "The strategic benefits of logistics alliances". Harvard Business Review, v.68, n.4, p.36-45, 1990.
- BOWERSOX, D. J. et al. "Logistical excellence: it's not business as usual". Digital Press, Burlington, 1992.
- DANTZIG, G. ; RAMSER, J. "The truck dispatching problem". Management Science, v.6 , n.1, p.81-91, 1959.
- DASKIN, M. "Logistics: an overview of the state of the art and perspectives on future research". Transportation Research, v.19A, n.5/6, p.383-398, 1985.
- FULLER, J. B. ; O'CONNOR, J. ; RAWLINSON, R. "Tailored logistics : The next advantage". Harvard Business Review, v.71, n.3, p.87-98, 1993.
- GOLDEN, B. L. ; BAKER, E. K. "Future directions in logistics problems". Transportation Research, v.19A, n.5/6, p.405-409, 1985.
- HALL, R. W. "Research opportunities in logistics". Transportation Research, v.19A, n.5/6, p.399-402, 1985.
- HESKETT, J. L. "Logistics - Essential to strategy". Harvard Business Review, v.55, n.6, p.85-96, 1977.
- JACOBY, D. "Implementing strategic information systems in the transportation industry". Transportation Journal, v.29, n.3, p.54-64, 1990.
- KAMINSKI, P. F. ; RINK, D. R. "Industrial transportation management in a systems perspectives". Transportation Journal, v.21, n.1, p.67-76, 1981.
- LANGLEY JR., C. J. "Strategic management in transportation and physical distribution". Transportation Journal, v.22, n.3, p.71-78, 1983.
- MURPHY, P. R. ; POIST, R. F. "The logistics-marketing interface : Techniques for enhancing cooperation". Transportation Journal, v.32, n.2, p.14-23, 1992.
- NOVACK, R. A. ; GRENOBLE, W. L. ; GOODBREAD, N. J. "Teaching quality in logistics". Journal of Business Logistics, v.14, n.2, p.41-70, 1993.
- NOVACK, R. A. ; DUNN, S. C. ; YOUNG, R. R. "Logistics optimizing and operational plans and systems and their role in the achievement of corporate goals". Transportation Journal, v.32, n.4, p.29-40, 1993.

NOVAES, A. G. N. "Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição de produtos". Edgard Blucher, São Paulo, 1989.

NOVAES, A. G. N. ; ALVARENGA, A. C. "Logística aplicada: suprimento e distribuição física". Pioneira, São Paulo, 1994.

POIST, R. F. "Evolution of conceptual approaches to designing business logistics systems". Transportation Journal, v.26, n.1, p.55-64, 1986.

POIST, R. F. "Evolution of conceptual approaches to the design of logistics systems: a sequel". Transportation Journal, v.28, n.3, p.35-39, 1989.

SHAPIRO, R. D. "Get leverage from logistics". Harvard Business Review, v.62, n.3, p.119-126, 1984.

STENGER, A. J. "Information systems in logistics management: past, present and future". Transportation Journal, v.26, n.1, p.65-82, 1986.

APÊNDICE I**LISTAGEM DA IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO ALGORITMO
APTSP E EXEMPLOS DE TELAS DE ENTRADA E SAÍDA DE DADOS**


```

Private Sub cmdrotina1_Click()      ' ao clicar no botão "inicia Rotina"
momentoi = Time
text2.Caption = "Preparando requisicoes ... convertendo unidades ..."
text2.Refresh
docagem = False, efetuado = False
'limpa tabela de verificão de tentativas de insercao
Db.Execute "delete pf_geral.* from pf_geral"
'prepara os dados e calcula os tempos de descarga
Call tratamento_inicial
'verifica e prepara base para trabalhar com grupos de req's
Call Agrupa_Pedidos
'define os tempos de descarga e aloca em uma tabela
Call gera_tabela_descargas
nos_para_kmh = 1.852 'multiplicador de conv. de nós p/ km/h
'determina Parâmetro 'velocidade de conv. de distancia em tempo (funcao custo)
Set rsp = Db.OpenRecordset("Select indice_valor from par_gerais where par_gerais.id_constante = 13")
If rsp.RecordCount = 0 Then
aaa = MsgBox("Não foi encontrado o parâmetro de velocidade usada p/ conv. de distancia em tempo !
Será usado o valor de 40 Nós .", vbExclamation, "")
conv_v_em_t = 40 'velocidade em 'Nós'
Else ; rsp.MoveFirst ; conv_v_em_t = rsp![indice_valor] 'velocidade em 'Nós'
End If
'Verifica frota homogenea
Db.Execute ("DELETE embarc_tmp.* FROM embarc_tmp;")
Set rs = Db.OpenRecordset("select * from configur where id = 2") 'frota homogênea
If rs![ativado] = True Then n_embarc = rs!qtde
Do While n_embarc > 0
sql = "INSERT INTO embarc_tmp ( codtipoemb, tipoemb, dispinicialdata, dispinicialhora, quanttipo,
cunitivar, fatocupmedio, velocidade, tempoatrac, tempodesc, tempopreprebase, consagua,
consdiesel_man, consdiesel_nav, consdiesel_sta, perconconsagua,percondiesel, tpb, cargaconvarea,
cargaconvcapac, cargagrandiesel, cargagranagua,cargagranaguau, cargagrangranel, cargagrancimen,
cargagranlama, bomb_diesel, bomb_agua, bomb_granel, bomb_cimento, bomb_lama, )" & _
" SELECT " & n_embarc & " AS Expr1, p.tipoemb & '(' & " & n_embarc & " & ')' as tipo_emb,
p.dispinicialdata, p.dispinicialhora, p.quanttipo, p.cunitivar, p.fatocupmedio, p.velocidade,
p.tempoatrac, p.tempodesc, p.tempopreprebase, p.consagua, p.consdiesel_man, p.consdiesel_nav,
p.consdiesel_sta, p.perconconsagua, p.tpb, p.cargaconvarea, p.cargaconvcapac,
p.cargagrandiesel, p.cargagranagua, cargagranaguau, p.cargagrangranel, p.cargagrancimen,
p.cargagranlama, p.bomb_diesel, p.bomb_agua, p.bomb_granel, p.bomb_cimento, p.bomb_lama, " & _
" FROM parametros AS p;"; Db.Execute (sql); n_embarc = n_embarc - 1
Loop
Else
sql = "INSERT INTO embarc_tmp" & _
" SELECT parametros.*" & _
" FROM parametros;"
Db.Execute (sql)
End If
rs.Close
'Verifica se ha intervalos de datas especificados
Set rs = Db.OpenRecordset("select * from configur where id = 1") 'intervalo de datas ativado
If rs![ativado] = True Then
sqlwhere = " WHERE (((requisicao_p.req_data_entrega) Between #" & Format(rs!dt_i, "mm/dd/yyyy")
& "# And #" & Format(rs!dt_f, "mm/dd/yyyy") & "#)) AND ((requisicao_p.alocado) = FALSE) AND
requisicao_p.base = FALSE "
Else sqlwhere = " WHERE ((requisicao_p.alocado) = FALSE) AND requisicao_p.base = FALSE "
End If
rs.Close
'Calcula Distancias em relacao a base

```

```

Db.Execute ("UPDATE base INNER JOIN unidmariti ON base.codbase = unidmariti.codbase SET
unidmariti.distancia = Sqr((([coordenx]-[bcoordenx])*([coordenx]-[bcoordenx]))+((([coordeny]-
[bcoordeny])*([coordeny]-[bcoordeny]))));")
***** inicia roterização *****
n_viagem = 1
Do While True 'repete sequencia de embarcacoes enquanto houver alguma possivel de alocar
' zerar capacidades utilizadas em embarc_tmp
sql = " UPDATE embarc_tmp SET embarc_tmp.percondiesel = 0 ,embarc_tmp.tpbu = 0,
embarc_tmp.cargaconvareau = 0, embarc_tmp.cargaconvcapacu = 0, embarc_tmp.cargagrandieselu = 0,
embarc_tmp.cargagranaguau = 0, embarc_tmp.cargagrancimenu = 0, embarc_tmp.cargagrangranclu = 0,
embarc_tmp.cargagranlamau = 0, embarc_tmp.viagens = 0;"
Db.Execute sql
'Seleciona Embarcao pela que possui menor custo
sqlv = "SELECT embarc_tmp.* " & _
" From embarc_tmp" & _
" ORDER BY embarc_tmp.custunitvar;"
Set rsv = Db.OpenRecordset(sqlv)
If rsv.RecordCount = 0 Then MsgBox "Não há Embarcações cadastradas .", vbInformation
rsv.Close ; Exit Sub
End If
rsv.MoveFirst
Do While Not rsv.EOF ' repete para cada embarcao
seq_insercao = 1 ' reinicia marcador de ordem de insercao
' verifica inclusao da docagem do astro agulha
If rsv.codtipoemb = 4 And docagem = True Then
rsv.Edit ; rsv!dispinicialdata = #1/15/91 6:30:00 AM# ; rsv!dispinicialhora = 0 ; rsv.Update
efetuado = True ; docagem = False
End If
' verifica se alguma das requisicoes ainda pode ser atendida por alguma das embarcacoes
sql2 = "SELECT requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado" & _
" From requisicao_d" & _
" WHERE (((requisicao_d.alocado)=False) AND " & _
"((requisicao_d.rejeitado)=False) AND " & _
"(requisicao_d.base = false)) "
Set rscondicao = Db.OpenRecordset(sql2)
On Error Resume Next ; rscondicao.MoveLast ; On Error GoTo 0
If rscondicao.RecordCount = 0 Then ' se nao existem requisicoes temporalmente validas
Set rstt = Db.OpenRecordset("tempo")
rstt.MoveFirst ; rstt.Edit ; rstt!tempo = Time - momentoi ; rstt.Update ; rstt.Close
Me.Hide
Call deleta_inuteis
aaa = MsgBox(" Roterização Concluída ! Analize agora os resultados obtidos ... ", vbInformation,
"Concluído")
Load Frmresultado ; Frmresultado.Show 1 ; Unload frmrotina1
Exit Sub
End If
rscondicao.Close
If n_viagem > 2 Then ' testa se estiver acima do segundo ciclo
sql2 = " SELECT requisicao_d.viagem, requisicao_d.base, requisicao_d.alocado" & _
" From requisicao_d" & _
" WHERE (((requisicao_d.viagem) Between " & n_viagem & " And " & n_viagem & "-1)
AND " & _ " ((requisicao_d.base)=False) AND ((requisicao_d.alocado)=True));"
Set rscondicao = Db.OpenRecordset(sql2)
If rscondicao.RecordCount = 0 Then ' se os ultimos 2 ciclos nao geraram rotas
a = 1
Set rstt = Db.OpenRecordset("tempo")
rstt.MoveFirst ; rstt.Edit ; rstt!tempo = Time - momentoi
rstt.Update ; rstt.Close ; Me.Hide
Call deleta_inuteis

```

```

aaa = MsgBox(" Roterização Concluída ! Analize agora os resultados obtidos ... ",
vbInformation, "Concluído")
Load Frmresultado ; Frmresultado.Show 1 ; Unload frmrotina1
Exit Sub
End If
rscondicao.Close
End If
' Aloca a base como o 1o. e ultimo cliente diretamente
Set rs = Db.OpenRecordset("requisicao_d")
'primeiro
rs.AddNew ; rs!n_requisicao = 0 ; rs!seq_ins = seq_insercao
rs![base] = True ; rs![REQ_PLATAFORMA] = "MACAÉ" ; rs!alocado = True
rs!codtipoemb = rsv!codtipoemb ; rs![num_rota] = 1 ' 1o. item da rota
rs![data_term_at_ant] = rsv![dispinicialdata] + rsv![dispinicialhora]
rs![viagem] = n_viagem ; rs![tempo_atend] = 0 ; rs![tempo_espera] = 0
rs![tempo_desloc] = 0 ; rs.Update
'ultimo
rs.AddNew ; rs!n_requisicao = 0 ; rs!seq_ins = seq_insercao ; rs![base] = True
rs![REQ_PLATAFORMA] = "MACAÉ" ; rs!alocado = True
rs!codtipoemb = rsv!codtipoemb ; rs![num_rota] = 2 ' ultimo item da rota
rs![data_term_at_ant] = rsv![dispinicialdata] + rsv![dispinicialhora]
rs![req_data_entrega] = "01/02/1991" ; rs![viagem] = n_viagem
rs![tempo_atend] = 0 ; rs![tempo_espera] = 0 ; rs![tempo_desloc] = 0 ; rs.Update ; rs.Close
'verifica se emb. deve aguardar alguma requisicao estar disp. para iniciar o atend.
sql1 = " SELECT requisicao_d.n_requisicao, especialidade.codtipoemb,
requisicao_d.req_diesel_ton, " & _
" requisicao_d.req_agua_ton, requisicao_d.req_convés_ton, requisicao_d.req_rancho_ton," & _
" requisicao_d.req_tubos_ton, requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado," & _
" requisicao_d.req_data_disp " & _
" From requisicao_d, especialidade " & _
" WHERE (((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
" AND ((requisicao_d.alocado)=False) " & _
" AND ((requisicao_d.rejeitado)=False)" & _
" AND ((requisicao_d.req_data_disp)<=#" & Format(rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora,
"mm/dd/yyyy hh:mm:ss") & "#") " & _
" AND ((IIf((req_diesel_ton)<>0 And [emb_leva_diesel]=True) Or ((req_diesel_ton)=0),1,0))=1)
" & _ " AND ((IIf((req_agua_ton)<>0 And [emb_leva_agua]=True) Or ((req_agua_ton)=0),1,0))=1) "
& _ " AND ((IIf((req_convés_ton)<>0 And [emb_leva_convés]=True) Or
(req_convés_ton)=0),1,0))=1) " & _
" AND ((IIf((req_rancho_ton)<>0 And [emb_leva_rancho]=True) Or
(req_rancho_ton)=0),1,0))=1) " & _
" AND ((IIf((req_tubos_ton)<>0 And [emb_leva_tubos]=True) Or
(req_tubos_ton)=0),1,0))=1)" & _
" ORDER BY requisicao_d.req_data_disp "
Set rst = Db.OpenRecordset(sql1)
On Error Resume Next ; rst.MoveLast ; On Error GoTo 0
If rst.RecordCount = 0 Then 'se nao existir req. disp. então
'joga a disp. da emb. para atender o pedido com disp. mais próxima
sql1 = " SELECT
requisicao_d.req_data_entrega,requisicao_d.req_data_disp,requisicao_d.n_requisicao,
especialidade.codtipoemb, requisicao_d.req_diesel_ton, " & _
" requisicao_d.req_agua_ton, requisicao_d.req_convés_ton, requisicao_d.req_rancho_ton," & _
" requisicao_d.req_tubos_ton, requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado," & _
" requisicao_d.req_data_disp " & _
" From requisicao_d, especialidade " & _
" WHERE (((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
" AND ((requisicao_d.alocado)=False) " & _
" AND ((requisicao_d.rejeitado)=False)" & _

```

```

" AND ((If((req_diesel_ton]<>0 And [emb_leva_diesel]=True) Or
([req_diesel_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((If((req_agua_ton]<>0 And [emb_leva_agua]=True) Or ([req_agua_ton]=0),1,0))=1)
" & _ " AND ((If((req_conves_ton]<>0 And [emb_leva_conves]=True) Or
([req_conves_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((If((req_rancho_ton]<>0 And [emb_leva_rancho]=True) Or
([req_rancho_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((If((req_tubos_ton]<>0 And [emb_leva_tubos]=True) Or
([req_tubos_ton]=0),1,0))=1))" & _
" ORDER BY requisicao_d.req_data_disp "
Set rst = Db.OpenRecordset(sql1)
If rst.RecordCount > 0 Then rst.MoveFirst If IsNull(rst![req_data_disp]) Then rst.MoveNext
End If
'igual a data de inicio da emb. com a dispon. da req. mais próx de atender
rsv.Edit ; rsv!dispinicialdata = (rst![req_data_entrega] - 1) ; rsv!dispinicialhora = 0 ; rsv.Update
End If
End If
rst.Close
'elimina da rotina as req. que não podem mais ser atendidas
Call rejeitadas
'GUARDAR O MOMENTO DE FINAL DE ATEND. DA ROTA
data_final_rot = (rsv![dispinicialdata] + rsv![dispinicialhora])
data_final_rot1 = (rsv![dispinicialdata] + rsv![dispinicialhora])
'limpa campo inviavel usado para cada rota gerada
'Db.Execute "UPDATE requisicao_d SET requisicao_d.inviavel = True;"
'Seleciona Cliente pelo critério escolhido
If opcao1.Value = True Then
sql = " SELECT unidmariti.distancia,unidmariti.coordex,unidmariti.coordeny, requisicao_d.base,
requisicao_d.*, " & _
" especialidade.codtipoemb, requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado," & _
" requisicao_d.req_data_disp,requisicao_d.req_diesel_ton, " & _
" requisicao_d.req_agua_ton, requisicao_d.req_conves_ton, requisicao_d.req_rancho_ton," & _
" requisicao_d.req_tubos_ton" & _
" FROM especialidade, requisicao_d INNER JOIN unidmariti ON requisicao_d.req_plataforma
= unidmariti.unidmaritima " & _
" WHERE (((requisicao_d.base)=False) AND ((requisicao_d.req_data_entrega+1) >= #" &
Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora), "mm/dd/yyyy hh:mm") & "##" & _
" AND ((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
" AND ((requisicao_d.alocado)=False) AND ((requisicao_d.rejeitado)=False) " & _
" AND requisicao_d.req_data_disp <=#" & Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora),
"mm/dd/yyyy hh:mm") & _
"# AND ((If((req_diesel_ton]<>0 And [emb_leva_diesel]=True) Or
([req_diesel_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((If((req_agua_ton]<>0 And [emb_leva_agua]=True) Or ([req_agua_ton]=0),1,0))=1)
" & _ " AND ((If((req_conves_ton]<>0 And [emb_leva_conves]=True) Or
([req_conves_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((If((req_rancho_ton]<>0 And [emb_leva_rancho]=True) Or
([req_rancho_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((If((req_tubos_ton]<>0 And [emb_leva_tubos]=True) Or
([req_tubos_ton]=0),1,0))=1)))" & _
" AND requisicao_d.rejeitado = false " & _
"ORDER BY requisicao_d.base,unidmariti.distancia DESC, requisicao_d.req_data_entrega "
Elseif opcao2.Value = True Then
sql = " SELECT unidmariti.distancia,unidmariti.coordex,unidmariti.coordeny, requisicao_d.base,
requisicao_d.*, " & _
" especialidade.codtipoemb, requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado," & _
" requisicao_d.req_data_disp,requisicao_d.req_diesel_ton, " & _
" requisicao_d.req_agua_ton, requisicao_d.req_conves_ton, requisicao_d.req_rancho_ton," & _
" requisicao_d.req_tubos_ton" & _

```

```

" FROM especialidade, requisicao_d INNER JOIN unidmariti ON requisicao_d.req_plataforma
= unidmariti.unidmaritima " & _
" WHERE (((requisicao_d.base)=False) AND ((requisicao_d.req_data_entrega+1) >= #" &
Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora), "mm/dd/yyyy hh:mm") & "#" & _
" AND ((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
" AND ((requisicao_d.alocado)=False) AND ((requisicao_d.rejeitado)=False) " & _
" AND requisicao_d.req_data_disp <=#" & Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora),
"mm/dd/yyyy hh:mm") & _
"# AND ((IIf((IIf([req_diesel_ton]<>0 And [emb_leva_diesel]=True) Or
([req_diesel_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((IIf((IIf([req_agua_ton]<>0 And [emb_leva_agua]=True) Or ([req_agua_ton]=0),1,0))=1)
" & _ " AND ((IIf((IIf([req_conves_ton]<>0 And [emb_leva_conves]=True) Or
([req_conves_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((IIf((IIf([req_rancho_ton]<>0 And [emb_leva_rancho]=True) Or
([req_rancho_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((IIf((IIf([req_tubos_ton]<>0 And [emb_leva_tubos]=True) Or
([req_tubos_ton]=0),1,0))=1)))" & _
" AND requisicao_d.rejeitado = false " & _
" ORDER BY requisicao_d.base,requisicao_d.req_data_entrega + 1,unidmariti.distancia
Elseif opcao3.Value = True Then val_km_h = (conv_v_em_t * nos_para_kmh)
Mid(val_km_h, InStr(1, val_km_h, ","), 1) = "."
sql = " SELECT unidmariti.distancia,unidmariti.coordex,unidmariti.coordeny, requisicao_d.base,
requisicao_d.*, " & _
" especialidade.codtipoemb, requisicao_d.alocado, requisicao_d.rejeitado," & _
" requisicao_d.req_data_disp,requisicao_d.req_diesel_ton, " & _
" requisicao_d.req_agua_ton, requisicao_d.req_conves_ton, requisicao_d.req_rancho_ton," & _
" requisicao_d.req_tubos_ton," & _
" (unidmariti.distancia * 1000) - (((#" & Format(rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora,
"mm/dd/yyyy hh:mm") & "#-(requisicao_d.req_data_entrega+1))*24)*(" & val_km_h & ")) AS
dist_x_tempo " & _
" FROM especialidade, requisicao_d INNER JOIN unidmariti ON requisicao_d.req_plataforma
= unidmariti.unidmaritima " & _
" WHERE (((requisicao_d.base)=False) AND ((requisicao_d.req_data_entrega+1) >= #" &
Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora), "mm/dd/yyyy hh:mm") & "#" & _
" AND ((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
" AND ((requisicao_d.alocado)=False) AND ((requisicao_d.rejeitado)=False) " & _
" AND requisicao_d.req_data_disp <=#" & Format((rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora),
"mm/dd/yyyy hh:mm") & _
"# AND ((IIf((IIf([req_diesel_ton]<>0 And [emb_leva_diesel]=True) Or
([req_diesel_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((IIf((IIf([req_agua_ton]<>0 And [emb_leva_agua]=True) Or ([req_agua_ton]=0),1,0))=1)
" & _ " AND ((IIf((IIf([req_conves_ton]<>0 And [emb_leva_conves]=True) Or
([req_conves_ton]=0),1,0))=1)" & _
" AND ((IIf((IIf([req_rancho_ton]<>0 And [emb_leva_rancho]=True) Or
([req_rancho_ton]=0),1,0))=1) " & _
" AND ((IIf((IIf([req_tubos_ton]<>0 And [emb_leva_tubos]=True) Or
([req_tubos_ton]=0),1,0))=1)))" & _
" AND requisicao_d.rejeitado = false " & _
" ORDER BY (unidmariti.distancia * 1000) - (((#" & Format(rsv!dispinicialdata +
rsv!dispinicialhora, "mm/dd/yyyy hh:mm") & "#-(requisicao_d.req_data_entrega+1))*24)*(" & val_km_h
& "));"
End If
'MsgBox sql ; Set rs = Db.OpenRecordset(sql)
If rs.RecordCount = 0 Then
If n_viagem = 1 Then MsgBox "Não há requisições a serem atendidas. ", vbInformation
rs.Close ; Exit Sub
End If
Else
rs.MoveFirst

```

```

'zera tempos parciais de autonomia
tempo_standby = 0; tempo_manobra = 0; tempo_naveg = 0 ; conta_reg = 1
If rsv!codtipoemb = 4 And rsv!dispinicialdata >= #1/18/91# Then aaa = 1 End If
alocou_primeiro = True
inicio:
'limpa posicoes de teste da rota anterior
Db.Execute "delete pf_geral.* from pf_geral"; Db.Execute "delete pf.* from pf"
Do While Not rs.EOF 'Repete para cada requisicao
  If rsv!codtipoemb = 5 And n_viagem = 3 Then a = 1
  nreq = rs![n_requisicao]
  'atualiza barra de progresso
  text2.Caption = "Gerando pontos da rota ... Ciclo " & n_viagem & " da embarcação " &
rsv![tipoemb] & " ""
  If text1.FloodPercent <= 50 Then text1.ForeColor = &HC00000
  Else text1.ForeColor = &HFFFFFF End If
  text1.FloodPercent = rs.PercentPosition ; text2.Refresh
  'tenta alocar esta requisicao
  Call NextCli ; rs.MoveNext
  Loop
count_antes_inserir = rs.RecordCount
Call Aloca_Menor_Custo
rs.Requery
If rs.RecordCount <> count_antes_inserir Then GoTo inicio
End If
sql = "SELECT requisicao_d.*, unidmariti.* " & _
      " FROM unidmariti INNER JOIN requisicao_d ON unidmariti.unidmaritima =
requisicao_d.REQ_PLATAFORMA" & _
      " Where (((requisicao_d.num_rota) > 0) and requisicao_d.codtipoemb = " &
rsv![codtipoemb] & " and requisicao_d.viagem = " & n_viagem & ")" & _
      " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
Set rst = Db.OpenRecordset(sql)
rst.MoveLast
data_final_rot1 = rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_espera] + rst![tempo_desloc] +
rst![tempo_atend] + rst![tempo_manobra]
tempo_retorno_base = ((rst![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula
e converte em dias
data_final_rot1 = data_final_rot1 + tempo_retorno_base
' atualiza nova data e hora de disponibilidade da embarcacao
rsv.Edit
If rsv![dispinicialdata] + rsv![dispinicialhora] <> data_final_rot1 Then rsv![dispinicialhora] = 0
rsv![dispinicialdata] = data_final_rot1 + (rsv![tempoprebase] / 24) End If
rsv.Update
'se docagem da astro agulha
If rsv!codtipoemb = 4 And (rsv!dispinicialdata + rsv!dispinicialhora) >= #1/10/91 6:00:00 AM#
And efetuado = False Then
  rsv.Edit ; rsv![dispinicialdata] = #1/15/91 6:00:00 AM# ; rsv.Update
  efetuado = True ; docagem = False
End If
' atualiza qtde de viagens
rsv.Edit ; rsv![viagens] = n_viagem ; rsv.Update
End If
rsv.MoveNext ' vai para a próxima embarcacao
Loop
On Error Resume Next
rs.Close ; rsv.Close ; On Error Resume Next
n_viagem = n_viagem + 1 'define no. da viagem posterior
Loop
Set rstt = Db.OpenRecordset("tempo") ; rstt.MoveFirst ; rstt.Edit
rstt!tempo = Time - momentoi ; rstt.Update ; rstt.Close

```

```

Me.Hide
Call deleta_inuteis
aaa = MsgBox(" Roterização Concluída ! Analize agora os resultados obtidos ... ", vbInformation,
"Concluído")
Load Frmresultado ; Frmresultado.Show 1 ;Unload Me
End Sub

Function Aloca_Menor_Custo()
'definir posicao a ser usada para a inserção
sql1 = "SELECT pf_geral.* From pf_geral Where (pf_geral.viavel) = True ORDER BY pf_geral.custo
DESC; "
Set rsi = Db.OpenRecordset(sql1) ' abre tabela de pos. viaveis em ordem de maior economia (C2)
If rsi.RecordCount = 0 Then
  Db.Execute "delete pf_geral.* from pf_geral" ; Db.Execute "delete pf.* from pf"
  Exit Function
Else
  rsi.MoveFirst
  pos_def = rsi![apos_pos] ' pos_def é a posicao de insercao na rota
  req_escolhida = rsi![n_req] 'req_escolhida é o núm. da req. a inserir ; 'aaa = 101
End If
rsi.Close
'abre tabela da rota "rst"
'gera dados das requisicoes já alocadas na rota, em ordem de posicao na rota
sql = "SELECT requisicao_d.*,unidmariti.unidmaritima, unidmariti.* " & _
      " FROM unidmariti INNER JOIN requisicao_d ON unidmariti.unidmaritima =
requisicao_d.req_plataforma" & _
      " Where (((requisicao_d.num_rota) > 0) and requisicao_d.codtipoemb = " & rsv![codtipoemb] & "
and requisicao_d.viagem = " & n_viagem & ")" & _
      " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
Set rst = Db.OpenRecordset(sql)
'determina posicao p/ iniciar atualizações de tempos, na rota
rst.MoveFirst
Do While Not rst.EOF
  If rst![num_rota] = pos_def Then
    'está no ponto anterior da rota, onde deve inserir
    Exit Do
  End If
  rst.MoveNext
Loop
'posiciona-se na requisicao escolhida (a ser inserida)
rs.MoveFirst
Do While Not rs.EOF
  If rs![n_requisicao] = req_escolhida Then
    'está na req. escolhida
    Exit Do
  End If
  rs.MoveNext
Loop
'atualizar todos os dados das requisicoes posteriores e iguais a pos_def
'rst.AbsolutePosition = p
' volta valores de tempo percorrido do ponto de partida da simulacao para uma inserção no final da rota
tempo_naveg1 = 0 ; tempo_standby1 = 0 ; tempo_manobra1 = 0
sql1 = " SELECT requisicao_d.num_rota, requisicao_d.*, requisicao_d.base, unidmariti.distancia " & _
      " FROM requisicao_d INNER JOIN unidmariti ON requisicao_d.req_plataforma =
unidmariti.unidmaritima " & _
      " Where (((requisicao_d.alocado) = True) And " & _
      " ((requisicao_d.codtipoemb) = " & rsv![codtipoemb] & " )) And " & _
      " ((requisicao_d.viagem) = " & n_viagem & ")" & _
      " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"

```

```

Set rsa = Db.OpenRecordset(sql1)
If rsa.RecordCount() <> 0 Then
  rsa.MoveFirst
  Do While Not rsa.EOF
    tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + rsa![tempo_desloc]
    tempo_standby1 = tempo_standby1 + rsa![tempo_espera] + rsa![tempo_atend]
    tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + rsa![tempo_manobra]
    rsa.MoveNext
  Loop
rsa.MoveLast
End If
tempo_retorno_base = (((rsa![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24) 'em dias
rsa.Close
ton_diesel_consumido1 = ((tempo_standby1 * rsv![consdiesel_sta]) + (tempo_manobra1 *
rsv![consdiesel_man]) + ((tempo_naveg1 + tempo_retorno_base) * rsv![consdiesel_nav]))
" Aloca cliente na posicao escolhida"
p = rst.AbsolutePosition
' trás coordenadas da requisicao anterior ao ponto de insercao
coordeny_ant = rst![coordeny] ; coordenx_ant = rst![coordenx]
data_ant = rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_desloc] + rst![tempo_espera] + rst![tempo_atend] +
rst![tempo_manobra]
' td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao_d
distancia_percorrida = Sqr(((rst![coordenx] - coordenx_ant) * (rst![coordenx] - coordenx_ant)) +
((rst![coordeny] - coordeny_ant) * (rst![coordeny] - coordeny_ant)))
td = ((distancia_percorrida / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e converte em dias
' ta = tempo de atendimento da requisicao_d
If td <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
  ta = descarga(rs!n_requisicao, rsv!codtipoemb) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e
desatracao tem mesmo tempo ; tm = 0
Else
  ta = descarga(rs!n_requisicao, rsv!codtipoemb) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e
desatracao tem mesmo tempo ; tm = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
End If
'te = calcula o tempo de espera
If rs![req_data_entrega] - (data_ant + td) < 0 Then te = 0
Else te = rs![req_data_entrega] - (data_ant + td) End If
'restricao da docagem programada para a atro agulha
If rsv!codtipoemb = 4 And efetuado = False Then
  If (data_ant + td + ta + ((rs![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh) / 24)) > (#1/10/91
6:30:00 AM#) Then docagem = True ; Exit Function
  Else docagem = False End If
End If
'grava atualizações do inserido na rota e sua carga na embarcação
seq_insercao = seq_insercao + 1
Dim rat As Recordset
Set rat = Db.OpenRecordset("select requisicao_d.* from requisicao_d where requisicao_d.n_requisicao =
" & rs!n_requisicao)
If rst.RecordCount <> 0 Then End If
rat.MoveFirst ; rat.Edit ; rat!alocado = True ; rat!seq_ins = seq_insercao ;
rat!codtipoemb = rsv!codtipoemb ; rat![num_rota] = pos_def + 1 ; rat![tempo_atend] = ta
rat![tempo_manobra] = tm ; rat![tempo_espera] = te
rat![data_term_at_ant] = rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_desloc] + rst![tempo_espera] +
rst![tempo_atend] + rst![tempo_manobra] ; rat![tempo_desloc] = td
rat![desloc_metros] = distancia_percorrida ; rat![viagem] = n_viagem
rat.Update ; rat.Close
' data final da req. inserida
data_final_rot = (rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_desloc] + rst![tempo_espera] + rst![tempo_atend] +
rst![tempo_manobra] + ta + td + te + tm)
' Grava valores alocados deste cliente na embarcacao

```



```

rsv.Edit
rsv!tpbu = rsv!tpbu + rs![requisicao_d.req_diesel_ton] + rs![requisicao_d.req_agua_ton] +
rs![requisicao_d.req_rancho_ton] + rs![requisicao_d.req_conves_ton] + rs![requisicao_d.req_tubos_ton]
rsv!toneladas_total = rsv!toneladas_total + rs![requisicao_d.req_diesel_ton] +
rs![requisicao_d.req_agua_ton] + rs![requisicao_d.req_rancho_ton] + rs![requisicao_d.req_conves_ton] +
rs![requisicao_d.req_tubos_ton]
rsv!cargagrandiesel = rsv!cargagrandiesel + rs!req_diesel_m3
rsv!cargagranaguau = rsv!cargagranaguau + rs!req_agua_m3
rsv!cargaconvcapacu = rsv!cargaconvcapacu + rs![requisicao_d.req_rancho_ton] +
rs![requisicao_d.req_conves_ton] + rs![requisicao_d.req_tubos_ton]
rsv!cargaconvareau = rsv!cargaconvareau + rs!req_rancho_m2 + rs!req_conves_m2 + rs!req_tubos_m2
If aaa = 100 Then 'ultima da rota
  rsv!percondiesel = ((ton_diesel_consumido1 / densidades(2)) / rsv![cargagrandiesel]) * 100
Else
  rsv!percondiesel = ((ton_diesel_consumido / densidades(2)) / rsv![cargagrandiesel]) * 100
End If
rsv.Update
'atualiza valores para as requisicoes posteriores
'determina posicao p/ iniciar atualizações de tempos
rst.MoveFirst
Do While Not rst.EOF
  If rst![num_rota] = pos_def Then p = rst.AbsolutePosition
    Call Atualiza_Posteriores 'funcao atualiza valores dos posteriores
  Exit Do
End If
rst.MoveNext
Loop
Db.Execute "delete pf_geral.* from pf_geral"
Db.Execute "delete pf.* from pf"
If opcao1.Value = True Or opcao3.Value = True Then
  If alocou_primeiro = True Then rs.MoveLast
  alocou_primeiro = False End If
End If
End Function

```

Function dataf_do_ultimo()

'gera dados das requisicoes já alocadas na rota, em ordem de posicao na rota

```

sql = "SELECT requisicao_d.*, unidmariti.distancia " & _
      " FROM unidmariti INNER JOIN requisicao_d ON unidmariti.unidmaritima =
requisicao_d.req_plataforma" & _
      " Where (((requisicao_d.num_rota) > 0) and requisicao_d.codtipoemb = " & rsv![codtipoemb] & "
and requisicao_d.viagem = " & n_viagem & ")" & _
      " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
Set rsp = Db.OpenRecordset(sql)
rsp.MoveLast
dataf_do_ultimo = rsp!req_data_entrega + 1
rsp.Close
End Function

```

Function Cabe_na_Embarcacao(pos_ins As String)

```

Dim util_diesel_m3 As Double ;Dim util_agua_m3 As Double ;Dim util_conves_m2 As Double
Dim util_conves_ton As Double ; Dim util_total_ton As Double ; Dim util_diesel_consumo_m3 As
Double
Dim diesel_consumido_m3 As Double
'assume valores já alocados na embarcacao
'util_diesel_consumo_m3 = (rsv!percondiesel / 100) * rsv!cargagrandiesel
'f = fim da rota ; 'i = intermediário na rota
If pos_ins = "f" Then 'ultima da rota
  diesel_consumido_m3 = (ton_diesel_consumido1 / densidades(2))' - util_diesel_consumo_m3

```

```

Else diesel_consumido_m3 = (ton_diesel_consumido / densidades(2)) '- util_diesel_consumo_m3
End If
If diesel_consumido_m3 < 0 Then
  'MsgBox ("Furo na autonomia . está gastando menos que antes da inserção!!!!")
End If
util_diesel_m3 = rsv!cargagrandieselu + diesel_consumido_m3 '+ util_diesel_consumo_m3
util_agua_m3 = rsv!cargagranaguau ; util_conves_m2 = rsv!cargaconvareau
util_conves_ton = rsv!cargaconvcapacu ; util_total_ton = rsv!tpbu
'simula incluir esta requisicao
util_diesel_m3 = util_diesel_m3 + rs!req_diesel_m3 ; util_agua_m3 = util_agua_m3 + rs!req_agua_m3
util_conves_m2 = util_conves_m2 + rs!req_conves_m2 + rs!req_rancho_m2 + rs!req_tubos_m2
util_conves_ton = util_conves_ton + rs![requisicao_d.req_conves_ton] +
rs![requisicao_d.req_rancho_ton] + rs![requisicao_d.req_tubos_ton]
util_total_ton = util_total_ton + rs![requisicao_d.req_diesel_ton] + rs![requisicao_d.req_agua_ton] +
rs![requisicao_d.req_conves_ton] + rs![requisicao_d.req_rancho_ton] + rs![requisicao_d.req_tubos_ton]
'If rsv!dispinicialdata >= #1/13/91# Then ' a = 1 'End If
'se estoura capacidade
If util_total_ton <= rsv!tpb And util_diesel_m3 <= rsv!cargagrandiesel And _
  util_agua_m3 <= rsv!cargagranagua And util_conves_m2 <= rsv!cargaconvarea And _
  util_conves_ton <= rsv!cargaconvcapac Then Cabe_na_Embarcacao = True
Else Cabe_na_Embarcacao = False
End If

```

End Function

Function acomodacoes(id_tipo As Integer)

```

sqlpar = "SELECT c.id_tipo, p.id_constante, c.tipo_de_carga,p.indice_valor, p.indices" & _
  " FROM tipo_carga AS c INNER JOIN (Par_gerais AS p INNER JOIN tipoXparametro AS cpx ON
p.id_constante = cpx.id_constante) ON c.id_tipo = cpx.id_tipo" & _
  " WHERE (((c.id_tipo)=" & id_tipo & ");"

```

```

Set rsp = Db.OpenRecordset(sqlpar)

```

```

If rsp.RecordCount = 0 Then

```

```

  MsgBox "As requisições com carga tipo " & rs!tipo_de_carga & " não serão alocadas." & Chr(10) &
  "Motivo: Não há propriedades associadas a este tipo de carga.", vbInformation

```

```

  rsp.Close

```

```

Else

```

```

  rsp.MoveFirst

```

```

  Do While Not rsp.EOF

```

```

    If rs!indices = False Then acomodacoes = rs!indice_valor

```

```

  End If

```

```

  rsp.MoveNext

```

```

  Loop

```

```

  rsp.Close

```

```

End If

```

End Function

Function tratamento_inicial()

```

'limpa a tabela de destino

```

```

Db.Execute "DELETE requisicao_novo.* FROM requisicao_novo;"

```

```

'calcula unidades e prepara os dados

```

```

Db.Execute "PREPARA REQUISICOES"

```

End Function

Function gera_tabela_descargas()

```

'limpa tabela de descargas

```

```

Db.Execute "DELETE descargas.* FROM descargas;"

```

```

'gera tabela de tempos de descarga

```

```

Db.Execute "CALCULA_TEMPOS_DE_DESCARGA"

```

End Function

Function Agrupa_Pedidos()

```

Dim atend_simult As Boolean
'limpa tabela de uso na roterizacao
Db.Execute "DELETE requisicao_d.* FROM requisicao_d;"
' verifica se habilita ou nao a restricao de embarcao no mesmo dia/local
Set rsp = Db.OpenRecordset("Select [par_gerais].[indice_s/n] from par_gerais where
par_gerais.id_constante = 18")
If rsp.RecordCount = 0 Then
    aaa = MsgBox("Não foi encontrado o parâmetro de incluir ou nao o critério da embarcao não atender no
mesmo dia e plat.! Não será usado o critério.", vbExclamation, "")
    atend_simult = False
Else  rsp.MoveFirst ; atend_simult = rsp![indice_s/n]
End If
If atend_simult = False Then
    Db.Execute "INSERT INTO [requisicao_d] SELECT [requisicao_d].* FROM [requisicao_d];" 'só
trasfere os dados para roterizacao
Else
    Db.Execute "AGRUPAR_PEDIDOS_EM_REQUISICAO1" 'consulta em access de agrupamento de
pedidos
End If
End Function

```

Function especialista(cod_tipo As Integer)

```

Dim rss As Recordset
sql = "SELECT especialidade.codtipoemb, especialidade.id_tipo" & _
" From especialidade " & _
" WHERE (((especialidade.codtipoemb)=" & rsv!codtipoemb & ") " & _
"AND ((especialidade.id_tipo)=" & cod_tipo & "));"
Set rss = Db.OpenRecordset(sql)
If rss.RecordCount = 0 Then  especialista = False 'nao tenta alocar
Else  especialista = True 'tenta alocar
End If
End Function

```

Function rejeitadas()

```

'elimina da rotina as req. que não podem mais ser atendidas
sql = "SELECT embarc_tmp.codtipoemb,embarc_tmp.dispincialdata, embarc_tmp.dispincialhora,
[dispincialdata]+[dispincialhora] AS soma_momento " & _
" From embarc_tmp" & _
" ORDER BY ([dispincialdata]+[dispincialhora]) ;"
Set rsp = Db.OpenRecordset(sql)
rsp.MoveFirst
sql = " UPDATE requisicao_d SET requisicao_d.rejeitado = True" & _
" WHERE (((requisicao_d.alocado)=False) " & _
" AND ((requisicao_d.req_data_entrega) + 1 < #" & Format(rsp![soma_momento], "mm/dd/yyyy
hh:mm") & "#));"
Db.Execute sql
rsp.Close
End Function

```

Function autonomia(campo_m3 As Double) As Double

```

Dim rspar As Recordset
'define autonomia da embarcação, em toneladas (disp. para consumo)
'determina densidade do diesel
sqlpar = " SELECT tipoXparametro.id_tipo, Par_gerais.indice_valor, Par_gerais.indices " & _
" FROM Par_gerais INNER JOIN tipoXparametro ON Par_gerais.id_constante =
tipoXparametro.id_constante " & _
" WHERE (((tipoXparametro.id_tipo)=2) AND ((Par_gerais.indices)=True));"

```

```

Set rspar = Db.OpenRecordset(sqlpar)
If rspar.RecordCount = 0 Then
    MsgBox "O sistema irá abortar este teste ." & Chr(10) & _
        "Motivo: Não há como determinar a densidade do Diesel, necessária ao cálculo de
Autonomia", vbInformation
    rspar.Close
    Exit Function
Else rspar.MoveFirst ; den_diesel = rspar!indice_valor ; rspar.Close
End If
'verifica a quantidade de diesel disp. para consumo m3
qtde_m3 = (rsv![cargagrandiesel] - (campo_m3)) - rsv![cargagrandieselu]
'converte em toneladas
qtde_ton = qtde_m3 * den_diesel
autonomia = qtde_ton 'toneladas de diesel disp. para consumo
End Function

```

Function tempo_retorno_base1()

```

'gera dados das requisicoes já alocadas na rota, em ordem de posicao na rota
sql = "SELECT requisicao_d.*, unidmariti.distancia " & _
    " FROM unidmariti INNER JOIN requisicao_d ON unidmariti.unidmaritima =
requisicao_d.req_plataforma" & _
    " Where (((requisicao_d.num_rota) > 0) and requisicao_d.codtipoemb = " & rsv![codtipoemb] & "
and requisicao_d.viagem = " & n_viagem & ")" & _
    " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
Set rsp = Db.OpenRecordset(sql)
rsp.MoveLast
tempo_retorno_base1 = (((rsp![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24) 'em dias
rsp.Close
End Function

```

Function primeiro()

```

sql = "SELECT requisicao_d.n_requisicao" & _
    " From requisicao_d" & _
    " Where (((requisicao_d.alocado) = True) And ((requisicao_d.codtipoemb) = " & rsv![codtipoemb] &
") And ((requisicao_d.viagem) = " & n_viagem & "))" & _
    " GROUP BY requisicao_d.n_requisicao;"
Set rsp = Db.OpenRecordset(sql)
On Error Resume Next
rsp.MoveLast
On Error GoTo 0
If rsp.RecordCount > 1 Then primeiro = False
Else primeiro = True
End If
End Function

```

Function Excesso_Tempo()

```

sqlpar = "SELECT p.id_constante, p.indice_valor" & _
    " FROM Par_gerais AS p " & _
    " WHERE (((p.id_constante)=17));"
Set rsp = Db.OpenRecordset(sqlpar)
If rsp.RecordCount = 0 Then
    MsgBox "As requisições não serão alocadas." & Chr(10) & _
        "Motivo: Não há parâmetro 'Número de dias para excesso de distancia temporal'.", vbInformation
    rsp.Close
Else rsp.MoveFirst ; Excesso_Tempo = rsp!indice_valor
End If
rsp.Close
End Function

```

Function densidades(id_tipo)

```
sqlpar = "SELECT c.id_tipo, p.id_constante, c.tipo_de_carga,p.indice_valor, p.indices" & _
        " FROM tipo_carga AS c INNER JOIN (Par_gerais AS p INNER JOIN tipoXparametro AS cpx ON
        p.id_constante = cpx.id_constante) ON c.id_tipo = cpx.id_tipo" & _
        " WHERE (((c.id_tipo)=" & id_tipo & ");"
```

```
Set rsp = Db.OpenRecordset(sqlpar)
```

```
If rsp.RecordCount = 0 Then
```

```
    MsgBox "As requisições com carga tipo " & rsp!tipo_de_carga & " não serão alocadas." & Chr(10) &
        "Motivo: Não há propriedades associadas a este tipo de carga.", vbInformation
```

```
    rsp.Close
```

```
Else
```

```
    rsp.MoveFirst
```

```
    Do While Not rsp.EOF
```

```
        If rsp!indices = True Then densidades = rs!indice_valor
```

```
        End If
```

```
        rsp.MoveNext
```

```
    Loop
```

```
    rsp.Close
```

```
End If
```

```
End Function
```

Function deleta_inuteis()

```
Dim dta As Date
```

```
'deleta v_inuteis
```

```
sql = "DELETE * from v_inuteis"
```

```
Db.Execute sql
```

```
'define viagens inúteis
```

```
sql = "INSERT INTO v_inuteis ( codtipoemb, viagem, ContarDecodigo )" & _
```

```
        " SELECT requisicao_d.codtipoemb, requisicao_d.viagem, Count(requisicao_d.N_REQUISICAO)
```

```
AS ContarDecodigo" & _
```

```
        " From requisicao_d" & _
```

```
        " Where (((requisicao_d.alocado) = True))" & _
```

```
        " GROUP BY requisicao_d.codtipoemb, requisicao_d.viagem" & _
```

```
        " HAVING (((Count(requisicao_d.N_REQUISICAO))<=2));"
```

```
Db.Execute sql
```

```
'deleta req. de viagens inúteis
```

```
sql = "DELETE requisicao_d.* " & _
```

```
" FROM v_inuteis INNER JOIN requisicao_d ON (v_inuteis.viagem = requisicao_d.viagem) AND
(v_inuteis.codtipoemb = requisicao_d.codtipoemb);"
```

```
Db.Execute sql
```

```
'JOGA TEMPOS DE ESPERA DO 1o.PONTO DE CADA ROTA COMO ESPERA NA BASE
```

```
sql = " UPDATE requisicao_d " & _
```

```
" SET requisicao_d.data_term_at_ant = [data_term_at_ant]+[tempo_espera]," & _
```

```
" requisicao_d.tempo_espera = 0" & _
```

```
" WHERE (((requisicao_d.num_rota)=2) AND ((requisicao_d.alocado)=True));"
```

```
Db.Execute sql
```

```
Set rst = Db.OpenRecordset("resultado_alocadas")
```

```
If rst.RecordCount <> 0 Then
```

```
    Do While Not rst.EOF()
```

```
        If rst!num_rota = 2 Then
```

```
            dta = rst!data_term_at_ant
```

```
            rst.MovePrevious ; rst.Edit ; rst!data_term_at_ant = dta
```

```
            rst.Update ; rst.MoveNext
```

```
        End If
```

```
    rst.MoveNext
```

```
Loop
```

```
End If
```

```
End Function
```

Function NextCli()

```

'teste de excesso de dist. temporal e verifica se a req. não está fora de sua janela temp.
If (rs![req_data_entrega] + 1) - data_final_rot > (Excesso_Tempo()) And primeiro = False Then
  'conta_reg = 1
  'Set rat = Db.OpenRecordset("select requisicao_d.* from requisicao_d where
requisicao_d.n_requisicao = " & rs!n_requisicao)
  'rat.Edit ; 'rat![inviavel] = True ; 'rat.Update ; 'rat.Close
Else
  'conta_reg = 1
  '*****Rotina testa posições ( PF e Custo )
  sql1 = "delete pf.* from pf "
  Db.Execute sql1 'limpa a tabela de registro de posicoes testadas (PF)

  'gera dados das requisicoes já alocadas na rota, em ordem de posicao na rota
  sql = "SELECT requisicao_d.*,unidmariti.unidmaritima, unidmariti.* " & _
  " FROM unidmariti INNER JOIN requisicao_d ON unidmariti.unidmaritima =
requisicao_d.req_plataforma" & _
  " Where (((requisicao_d.num_rota) > 0) and requisicao_d.codtipoemb = " & rsv![codtipoemb] & "
and requisicao_d.viagem = " & n_viagem & ") " & _
  " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
  Set rst = Db.OpenRecordset(sql)
  rst.MoveFirst
  pos_reg_ant = -1

  Do While Not rst.EOF 'testa viabilidade temporal para cada posicao da rota em construcao
    rst.AbsolutePosition = pos_reg_ant + 1
    ' volta valores de tempo percorrido do ponto de partida da simulacao até este
    tempo_naveg1 = 0 ; tempo_standby1 = 0 ; tempo_manobra1 = 0
    sql1 = " SELECT requisicao_d.num_rota, requisicao_d.*, requisicao_d.base,
unidmariti.distancia " & _
    " FROM requisicao_d INNER JOIN unidmariti ON requisicao_d.req_plataforma =
unidmariti.unidmaritima " & _
    " Where (((requisicao_d.alocado) = True) And " & _
    " requisicao_d.num_rota <= " & rst![num_rota] & " and " & _
    " ((requisicao_d.codtipoemb) = " & rsv![codtipoemb] & ") And " & _
    " ((requisicao_d.viagem) = " & n_viagem & ") AND requisicao_d.base = FALSE) " & _
    " ORDER BY requisicao_d.num_rota;"
    Set rsa = Db.OpenRecordset(sql1)
    If rsa.RecordCount() <> 0 Then
      rsa.MoveFirst
      Do While Not rsa.EOF
        tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + rsa![tempo_desloc]
        tempo_standby1 = tempo_standby1 + rsa![tempo_espera] + rsa![tempo_atend]
        tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + rsa![tempo_manobra]
        rsa.MoveNext
      Loop
    End If
    If rsa.RecordCount <> 0 Then
      rsa.MoveLast
      tempo_retorno_base = ((rsa![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) 'em horas
    End If
    rsa.Close
    'marca posicao do registro anterior ao ponto a ser inserido
    pos_reg_ant = rst.AbsolutePosition
    'pega dados do ant.
    pos = rst![num_rota]
    ant_coox = rst![coordenx] ; ant_cooy = rst![coordeny]
    fim_atend = rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_desloc] + rst![tempo_espera] +
rst![tempo_atend] + rst![tempo_manobra]

```

```

'pega dados do inserido
ins_coox = rs![coordenx] ; ins_cooy = rs![coordeny]
'td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao
distancia_percorrida1 = Sqr(((rs![coordenx] - ant_coox) * (rs![coordenx] - ant_coox)) +
((rs![coordeny] - ant_cooy) * (rs![coordeny] - ant_cooy)))
td_ins = ((distancia_percorrida1 / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + (td_ins)
'ta_ins = tempo de atendimento da requisicao se inserida na rota
tempo_descarga = descarga(rs!n_requisicao, rsv!codtipoemb) 'funcao tempo_descarga
If td_ins <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
ta_ins = tempo_descarga / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao tem
mesmo tempo
tm_ins = 0 'não atraca pois está na mesma plat.
Else
ta_ins = (tempo_descarga) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao tem
mesmo tempo
tm_ins = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_ins)
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (tempo_descarga / 24)
'verifica se não estourou a viabil. temporal
If (fim_atend + td_ins) > (rs![req_data_entrega] + 1) Then 'inviável ; viavel = False ; GoTo pos1
End If
'calcula tempo de espera do inserido
If rs![req_data_entrega] - (fim_atend + td_ins) < 0 Then te_ins = 0
Else te_ins = rs![req_data_entrega] - (fim_atend + td_ins)
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' da espera
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (te_ins)
'pega dados do posterior
rst.MoveNext
If rst.AbsolutePosition = -1 Then Exit Do 'se for o ultimo registro, sai
End If
bi = rst![data_term_at_ant] + rst![tempo_desloc] + rst![tempo_espera] 'inicio do servico sem a
insercao
pos_coox = rst![coordenx] ; pos_cooy = rst![coordeny]
'td = tempo de deslocamento do inserido até esta requisicao
distancia_percorrida2 = Sqr(((rst![coordenx] - ins_coox) * (rst![coordenx] - ins_coox)) +
((rst![coordeny] - ins_cooy) * (rst![coordeny] - ins_cooy)))
td_pos = ((distancia_percorrida2 / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + (td_pos)
'ta_ins = tempo de atendimento da requisicao se inserida na rota
If rst!base = True Then tempo_descarga = 0
Else tempo_descarga = descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb) 'funcao tempo_descarga
End If
If td_pos <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
ta_pos = tempo_descarga / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao tem
mesmo tempo
tm_pos = 0
Else
ta_pos = (tempo_descarga) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao
tem mesmo tempo
tm_pos = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias

```

```

'pega dados do inserido
ins_coox = rs![coordenx] ; ins_cooy = rs![coordeny]
'td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao
distancia_percorrida1 = Sqr(((rs![coordenx] - ant_coox) * (rs![coordenx] - ant_coox)) +
((rs![coordeny] - ant_cooy) * (rs![coordeny] - ant_cooy)))
td_ins = ((distancia_percorrida1 / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + (td_ins)
'ta_ins = tempo de atendimento da requisicao se inserida na rota
tempo_descarga = descarga(rs!n_requisicao, rsv!codtipoemb) 'funcao tempo_descarga
If td_ins <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, não atraca/desatraca
ta_ins = tempo_descarga / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao tem
mesmo tempo
tm_ins = 0 'não atraca pois está na mesma plat.
Else
ta_ins = (tempo_descarga) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e desatracao tem
mesmo tempo
tm_ins = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_ins)
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (tempo_descarga / 24)
'verifica se não estourou a viabil. temporal
If (fim_atend + td_ins) > (rs![req_data_entrega] + 1) Then 'inviável ; viavel = False ; GoTo pos1
End If
'calcula tempo de espera do inserido
If rs![req_data_

```



```

'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_pos)
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (ta_pos)
If (fim_atend + td_ins + te_ins + ta_ins + tm_ins + td_pos) > (rst![req_data_entrega] + 1) Then
  'inviável
  viavel = False ; GoTo pos1
End If
'calcula tempo de espera do posterior
If rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_ins + te_ins + ta_ins + tm_ins + td_pos) < 0 Then
  te_pos = 0
Else te_pos = rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_ins + te_ins + ta_ins + tm_ins + td_pos)
End If
If rst![req_data_entrega] = #2/1/91# Then te_pos = 0 End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' da espera
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (te_pos)

'verifica restrição de autonomia do posterior
ton_diesel_consumido = ((tempo_standby1 * rsv![consdiesel_sta]) + (tempo_manobra1 *
rsv![consdiesel_man]) + ((tempo_naveg1) * rsv![consdiesel_nav]))
  If ton_diesel_consumido > autonomia(0) Then 'se estoura a autonomia, desconsidera
    viavel = False ; GoTo pos1
  End If
  binovo = fim_atend + td_ins + te_ins + ta_ins + tm_ins + td_pos + te_pos + tm_pos 'inicio do
servico considerando a inserção
  '**** Calcula PushForward
  If (binovo - bi) < 0 Then pf = 0 Else pf = (binovo - bi) 'não pode ser menor que 0
  End If
  'verifica se não atrapalha a requisicao imediatamente apos o ponto de inserção
  ' se cliente inserido não foi jogado para fora de sua janela de tempo
  If (fim_atend + td_ins) <= (rs![req_data_entrega] + 1) And binovo <= (rst![req_data_entrega] +
1) Then viavel = True
  Else viavel = False ; GoTo pos1
  End If
  '*** calcula o custo desta posicao
  'deslocamento desconsiderando a inserção
  distancia_sem_insercao = Sqr(((pos_coox - ant_coox) * (pos_coox - ant_coox)) + ((pos_cooy -
ant_cooy) * (pos_cooy - ant_cooy)))
  'distancia do ponto a ser inserido até a base
  dist_base_ate_inserido = rs![distancia]
  Set rsp = Db.OpenRecordset("paramedicos")
  rsp.MoveFirst
  alfa1 = rsp![alfa1] ; alfa2 = rsp![alfa2] ; mi1 = rsp![mi1] ; lambda1 = rsp![lambda1]
  rsp.Close
  'critério de penalização de pedido com excesso de dist. temporal, quando último na rota
  'pena_dist = (rs!req_data_entrega + 1) - (dataf_do_ultimo())
  'If pena_dist < 0 Then ' pena_dist = 0
  'End If
  c11 = alfa1 * ((distancia_percorrida1 + distancia_percorrida2) - (mi1 * distancia_sem_insercao))
  c12 = alfa2 * pf * 24 * conv_v_em_t * nos_para_kmh * 1000
  cust1 = c11 + c12
  'cust1 = (alfa1 * ((distancia_percorrida1 + distancia_percorrida2) - (mi1 *
distancia_sem_insercao))) + (alfa2 * (((pf * 24) + pena_dist) * (conv_v_em_t * nos_para_kmh * 1000)))
  cust2 = (lambda1 * dist_base_ate_inserido) - cust1
  Set rsp = Db.OpenRecordset("teste_custo")
  rsp.AddNew ; rsp!REQ = rs!n_requisicao ; rst.MovePrevious ; rsp!pos = rst!num_rota
  rst.MoveNext ; rsp!c11 = c11 ; rsp!c12 = c12 ; rsp!c1 = cust1
  rsp!c2 = cust2 ; rsp.Update

```

```

'testa o efeito domino do PF para as requisicoes posteriores
Do While Not rst.EOF
  'pega dados do ant.
  pos = rst![num_rota]
  ant_coox = rst![coordenx] ; ant_cooy = rst![coordeny]
  fim_atend = binovo + ta_pos + tm_pos
  'exclui diretamente se estoura dist. temporal
  If fim_atend > rst![req_data_entrega] + 1 Then avel = False
  Exit Do
End If
'pega dados do seguinte
rst.MoveNext
If rst.AbsolutePosition = -1 Then
  Exit Do 'se está no final, sai do loop
End If
pos_coox = rst![coordenx] ; pos_cooy = rst![coordeny]
'td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao
distancia_percorrida = Sqr(((pos_coox - ant_coox) * (pos_coox - ant_coox)) +
((pos_cooy - ant_cooy) * (pos_cooy - ant_cooy)))
td_pos = ((distancia_percorrida / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 '
calcula e converte em dias
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
tempo_naveg1 = tempo_naveg1 + (td_pos)
'ta_pos = tempo de atendimento da requisicao se inserida na rota
If rst!base = True Then tempo_descarga = 0
Else
tempo_descarga = descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb) 'funcao tempo_descarga
End If
If td_pos <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
  ta_pos = tempo_descarga / 24 'converte em dias e considera que atracacao e
desatracao tem mesmo tempo
  tm_pos = 0
Else
  ta_pos = (tempo_descarga) / 24 'converte em dias e considera que atracacao e
desatracao tem mesmo tempo
  tm_pos = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
  'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
  tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_pos)
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (ta_pos)
'calcula tempo de espera
If (fim_atend + td_pos) > rst![req_data_entrega] + 1 Then
  'inviável ; viavel = False ; GoTo pos1
End If
If rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos) < 0 Then te_pos = 0
Else te_pos = rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos)
End If
If rst![req_data_entrega] = #2/1/91# Then te_pos = 0
End If
'contabiliza tempos para consumo 'em dias' da espera
tempo_standby1 = tempo_standby1 + (te_pos)
'verifica restrição de autonomia
ton_diesel_consumido = ((tempo_standby1 * rsv![consdiesel_sta]) + (tempo_manobra1 *
rsv![consdiesel_man]) + ((tempo_naveg1) * rsv![consdiesel_nav]))
If ton_diesel_consumido > autonomia(rs!id_tipo) Then 'se estoura a autonomia,
desconsidera
  viavel = False ; GoTo pos1
End If

```

```

        binovo = fim_atend + td_pos + te_pos
        'verifica se não atrapalha a requisicao poster.
        If binovo <= (rst![req_data_entrega] + 1) Then ' se a requisicao posterior não foi jogada
para fora de sua janela de tempo
            viavel = True ; Else viavel = False ; Exit Do
        End If
    Loop ' loop de posicoes de verif. do domino
pos1:
    rst.AbsolutePosition = pos_reg_ant ' volta para o registro anterior a insercao
    'calcula o consumo de diesel
    tempo_retorno_base = (rst![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh) 'em horas
    ton_diesel_consumido = ((tempo_standby1 * rsv![consdiesel_sta]) + (tempo_manobral *
rsv![consdiesel_man]) + ((tempo_naveg1) * rsv![consdiesel_nav]))
    'verifica se a posicao é viável ( nao atrapalhou nenhuma requisicao posterior ao ponto de
insercao)
    If viavel = True And Cabe_na_Embarcacao("i") And ton_diesel_consumido <=
autonomia(rs!req_diesel_m3) Then
        'marca esta requisicao como viavel temporalmente
        Set rspf = Db.OpenRecordset("pf")
        rspf.AddNew ; rspf![n_req] = rs![n_requisicao] ; rspf![apos_pos] = rst![num_rota]
        rspf![viavel] = True ; rspf![custo] = cust2 ; rspf.Update ; spf.Close
    End If
    rst.MoveNext 'vai para a próxima posicao para teste
Loop 'loop de teste de pos. viavel
' neste ponto testou todas as posicoes desta requisicao e marcou as viáveis
' ***** fim rotina testa posições
' marca como incapaz de alocar esta req.
' If Cabe_na_Embarcacao("i") = False Then
' Dim rat As Recordset
' Set rat = Db.OpenRecordset("select requisicao_d.* from requisicao_d where
requisicao_d.n_requisicao = " & rs!n_requisicao)
' rat.Edit ; 'rat![inviavel] = True ; 'rat.Update ; 'rat.Close
' End If
' registra posicoes testadas de cada requisicao em " pf_geral "
sql = " INSERT INTO pf_geral ( apos_pos, viavel, custo, N_req ) " & _
" SELECT pf.apos_pos, pf.viavel, pf.custo, pf.n_req AS Expr1" & _
" FROM pf,"
Db.Execute sql
End If
End Function

Function Atualiza_Posteriores()
'atualiza do ponto anterior da insercao para frente, na rota
'pega dados do ant.
ant_coox = rs![coordenx] ; ant_cooy = rs![coordeny]
fim_atend = rs![data_term_at_ant] + rs![tempo_desloc] + rs![tempo_espera] + rs![tempo_atend] +
rs![tempo_manobra]
' tempo_retorno_base = ((rs![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
'pega dados do seguinte ao inserido
rst.MoveNext
If rst.AbsolutePosition = -1 Then ' se estiver tentando atualizar o ultimo
    MsgBox "erro na atualizacao dos posteriores"
    Exit Function
End If
pos_coox = rst![coordenx] ; pos_cooy = rst![coordeny]
'td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao_d
distancia_percorrida = Sqr(((pos_coox - ant_coox) * (pos_coox - ant_coox)) + ((pos_cooy - ant_cooy)
* (pos_cooy - ant_cooy)))

```

```

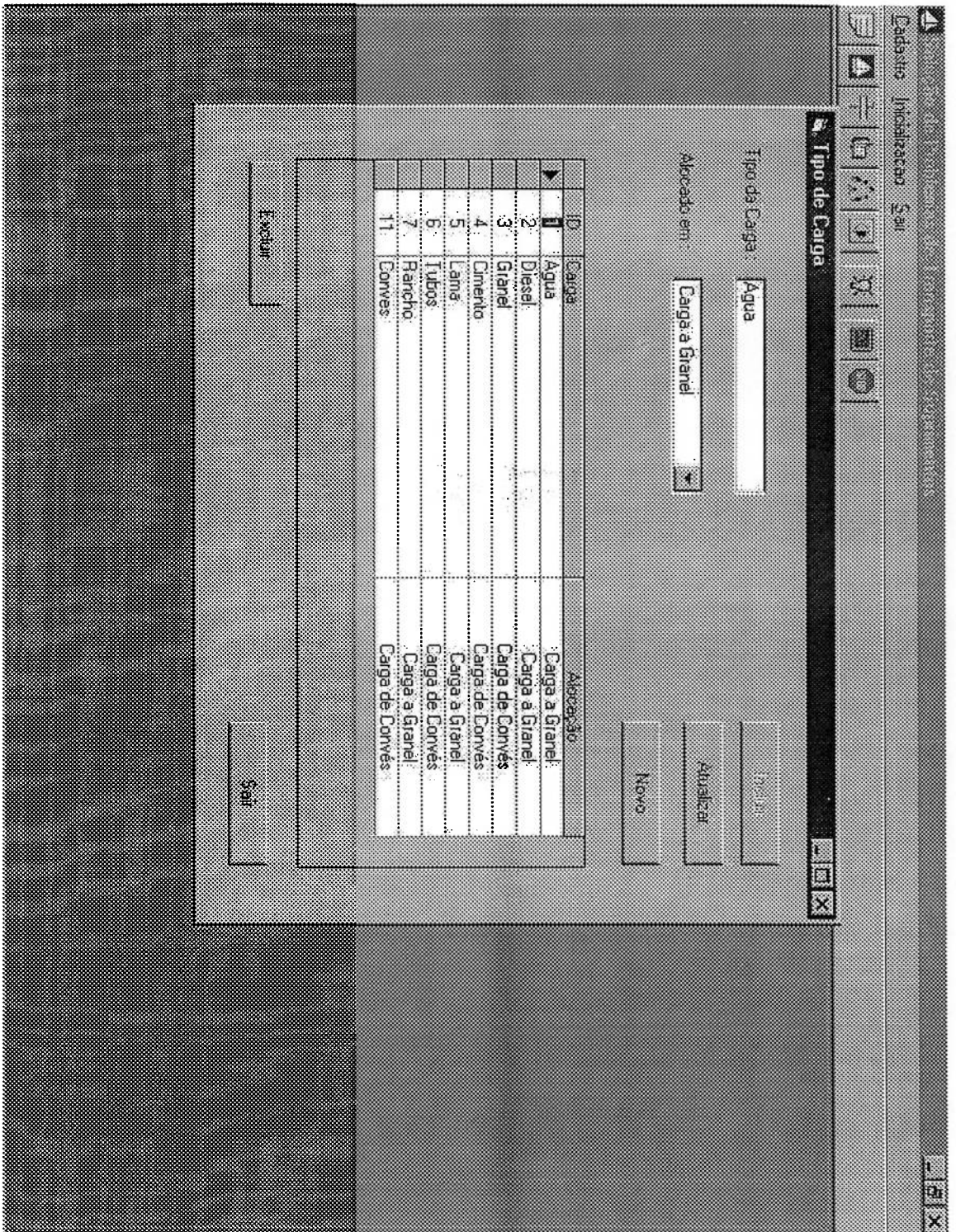
    td_pos = ((distancia_percorrida / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e converte
em dias
    'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
    tempo_naveg = tempo_naveg + (td_pos)
    ' ta = tempo de atendimento da requisicao
    If td_pos <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
        ta_pos = descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb) / 24 'converte em dias e considera que
atracao e desatracao tem mesmo tempo
        tm_pos = 0
    Else
        If rst!base = False Then
            ta_pos = (descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb)) / 24 'converte em dias e considera que
atracao e desatracao tem mesmo tempo
            tm_pos = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
            Else ta_pos = 0 ; tm_pos = 0
            End If
            'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
            tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_pos)
        End If
        'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
        tempo_standby1 = tempo_standby1 + (ta_pos)
        'calcula tempo de espera
        If rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos) < 0 Then te_pos = 0
        Else te_pos = rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos)
        End If
        If rst![req_data_entrega] = #2/1/91# Then te_pos = 0 End If
        'contabiliza tempos para consumo 'em dias' da espera
        tempo_standby = tempo_standby + (te_pos)
        'atualiza valores
        rst.Edit ; rst![num_rota] = rst![num_rota] + 1 ; rst![data_term_at_ant] = fim_atend
        rst![tempo_atend] = ta_pos ; rst![tempo_manobra] = tm_pos ; rst![tempo_espera] = te_pos
        rst![tempo_desloc] = td_pos ; rst![desloc_metros] = distancia_percorrida
        'If td_pos <= 0 Then 'se está na mesma plat. do anterior nao atraca/desatraca
        ' rst![ton_diesel_util] = ((te_pos / 24) * rsv![consdiesel_sta]) 'somente custo standby
        'Else
        ' rst![ton_diesel_util] = ((te_pos / 24) * rsv![consdiesel_sta]) + (((rsv![tempoatrac]) / 24) *
rsv![consdiesel_man]) + ((td_pos / 24) * rsv![consdiesel_nav])
        'End If
        rst![tempo_standby] = (tempo_descarga / 24) + (te_pos / 24) 'tempo de espera e descarga
        rst![tempo_navegando] = (td_pos / 24)
        'If td <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
        ' rst![tempo_manobrando] = ((rsv![tempoatrac]) / 24)
        'Else ' rst![tempo_manobrando] = 0
        'End If
        rst.Update
        'data final da requisicao_d apos a inserida
        data_final_rot = fim_atend + ta_pos + td_pos + te_pos + tm_pos
        tempo_retorno_base = ((rst![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
        Do While Not rst.EOF
            'pega dados do ant.
            ant_coox = rst![coordenx] ; ant_cooy = rst![coordeny]
            fim_atend = fim_atend + ta_pos + td_pos + te_pos + tm_pos
            'pega dados do seguinte
            rst.MoveNext
            If rst.AbsolutePosition = -1 Then Exit Do
            End If
            pos_coox = rst![coordenx] ; pos_cooy = rst![coordeny]
            'td = tempo de deslocamento do local anterior até esta requisicao_d

```

```

    distancia_percorrida = Sqr(((pos_coox - ant_coox) * (pos_coox - ant_coox)) + ((pos_cooy -
ant_cooy) * (pos_cooy - ant_cooy)))
    td_pos = ((distancia_percorrida / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
    'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do desloc.
    tempo_naveg = tempo_naveg + (td_pos)
    'ta = tempo de atendimento da requisicao_d se inserida na rota
    If td_pos <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
        ta_pos = descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb) / 24 'converte em dias e considera que
atracacao e desatracacao tem mesmo tempo
        tm_ins = 0
    Else
        If rst!base = True Then ta_pos = 0 ; tm_pos = 0
        Else
            ta_pos = (descarga(rst!n_requisicao, rsv!codtipoemb)) / 24 'converte em dias e considera que
atracacao e desatracacao tem mesmo tempo
            tm_pos = rsv![tempoatrac] / 24 'define manobra(atracamento) em dias
        End If
        'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
        tempo_manobra1 = tempo_manobra1 + (tm_pos)
    End If
    'contabiliza tempos para consumo 'em dias' do atend.
    tempo_standby1 = tempo_standby1 + (ta_pos)
    'calcula tempo de espera
    If rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos) < 0 Then te_pos = 0
    Else te_pos = rst![req_data_entrega] - (fim_atend + td_pos)
    End If
    If rst![req_data_entrega] = #2/1/91# Then te_pos = 0 End If
    'contabiliza tempos para consumo 'em dias' da espera
    tempo_standby = tempo_standby + (te_pos)
    'atualiza valores
    rst.Edit ; rst![num_rota] = rst![num_rota] + 1 ; rst![data_term_at_ant] = fim_atend
    rst![tempo_atend] = ta_pos ; rst![tempo_manobra] = tm_pos ; rst![tempo_espera] = te_pos
    rst![tempo_desloc] = td_pos ; rst![desloc_metros] = distancia_percorrida
    'If td <= 0 Then 'se está na mesma plat. do anterior nao atraca/desatraca
    ' rst![ton_diesel_util] = ((te_pos / 24) * rsv![consdiesel_sta]) 'somente custo standby
    'Else
    ' rst![ton_diesel_util] = ((te_pos / 24) * rsv![consdiesel_sta]) + (((rsv![tempoatrac]) / 24) *
rsv![consdiesel_man]) + ((td_pos / 24) * rsv![consdiesel_nav])
    End If
    'rst![tempo_standby] = (tempo_descarga / 24) + (te_pos / 24) 'tempo de espera e descarga
    'rst![tempo_navegando] = (td_pos / 24)
    'If td <= 0 Then 'se está na mesma plataforma, nao atraca/desatraca
    ' rst![tempo_manobrando] = ((rsv![tempoatrac]) / 24)
    'Else ' rst![tempo_manobrando] = 0
    End If
    rst.Update
    'data final das demais apos a inserida
    data_final_rot = fim_atend + ta_pos + te_pos + td_pos + tm_pos
    tempo_retorno_base = ((rst![distancia] / 1000) / (rsv![velocidade] * nos_para_kmh)) / 24 ' calcula e
converte em dias
Loop
rst.Close
End Function

```



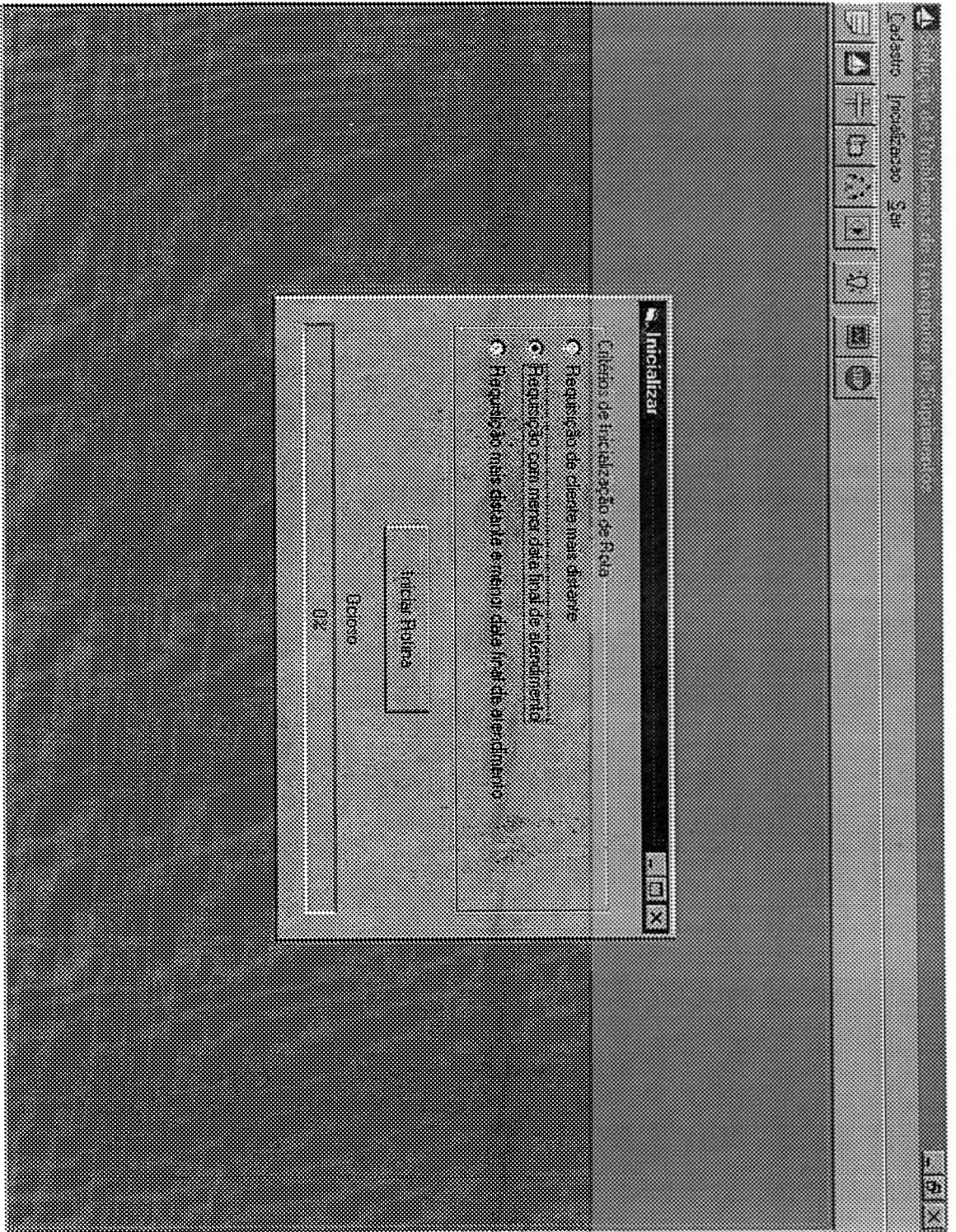
Cadastro Inicialização Sair

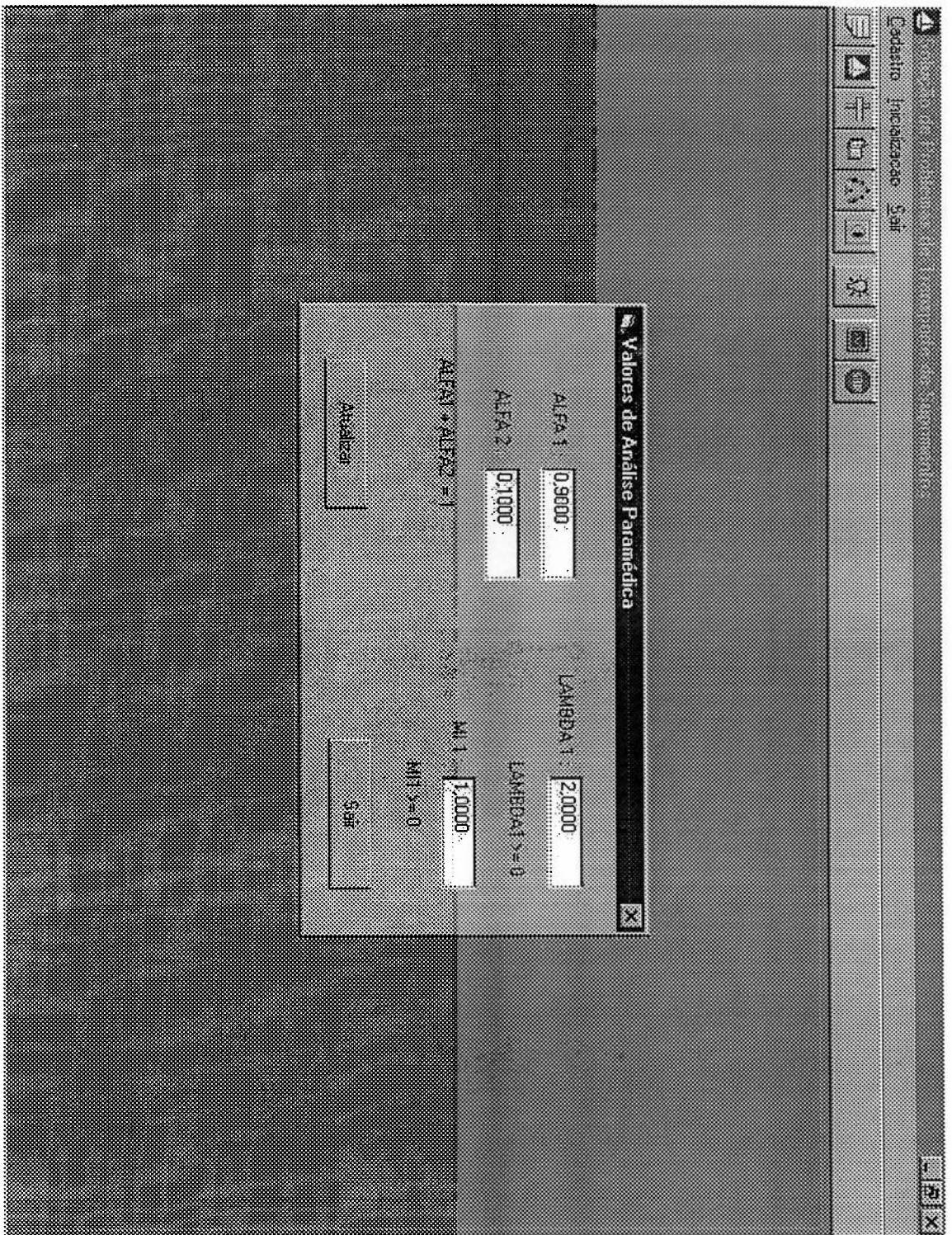
Embarcações

Nome	disponibilidade	disponibilidade	quantidade	custo/valor	faço/cupim	velocidade	tempo/raio	tempo/raio	tempo/raio	tempo/raio
Astros Agulha	01/01/1991	06:30:00	1	11,99	0	10	0,5		5	
Astros Capão	31/12/1990	06:30:00	1	1,37	0	10	0,5		3	
Maestri Detector	31/12/1990	06:30:00	1	9,73	0	12	0,5		6	

Adicionar Excluir Exibir

Especificações de carga







Plataforma	Coordenada X	Coordenada Y	Descarga Tipos	Descarga Ranchos	Descarga Contas
MACAE	214830	7521770	0	0	0
PA06	311300	7488050	5	18	5
PA07	315820	7484280	5	18	5
PA27	337926	7565284	10	18	6
PC101	347501	7518651	5	18	5
PC102	348744	7515021	5	18	5

Address:
 Eatur:
 Fecha:

Record: 1





requisicao									
Unidade/materia	Data inicial	Data final	campo1	campo2	iso	Legenda	Quantidade		
PA06	01/01/1991	02/01/1991	0	0	2		80		
PA06	05/01/1991	06/01/1991	0	0	2		80		
PA06	11/01/1991	12/01/1991	0	0	2		80		
PA06	13/01/1991	14/01/1991	0	0	2		80		
PA06	16/01/1991	17/01/1991	0	0	2		80		
PA06	19/01/1991	20/01/1991	0	0	2		80		
PA06	22/01/1991	23/01/1991	0	0	2		80		
PA06	24/01/1991	25/01/1991	0	0	2		80		
PA06	27/01/1991	28/01/1991	0	0	2		80		
PA06	30/01/1991	31/01/1991	0	0	2		80		
PA06	01/01/1991	02/01/1991	0	0	1		80		
PA06	05/01/1991	06/01/1991	0	0	1		80		
PA06	08/01/1991	09/01/1991	0	0	1		80		
PA06	11/01/1991	12/01/1991	0	0	1		80		

Record: 1

Adicionar Excluir Fechar



Resultados

Requisições Aboradas

Nº	PLA	Embarcador	Deslote	Espera	Hora Abord	Ancor	Alameda	Externa	Data Embar	deslote	segu	comods	passageiro
1	MACAE	Maersk Detecor	00:00:00	0 00:00	31/12/90 19:09	00:00:00	00:00:00	31/12/90 19:09		0	0	0	0
2	PA07	Maersk Detecor	04:50:21	0 00:00	01/01/91 00:00	00:30:00	02:00:00	01/01/91 02:30	01/01/1991	64	80	10	0
3	PA06	Maersk Detecor	00:15:31	0 00:00	01/01/91 02:45	00:30:00	02:00:00	01/01/91 05:15	01/01/1991	64	80	10	0
4	PCH02	Maersk Detecor	02:04:35	0 16:39	02/01/91 00:00	00:30:00	03:00:00	02/01/91 03:30	02/01/1991	96	80	15	0
5	PCH01	Maersk Detecor	00:10:22	0 00:00	02/01/91 03:40	00:30:00	03:00:00	02/01/91 07:10	02/01/1991	96	100	15	0
6	PA27	Maersk Detecor	03:01:41	0 13:47	03/01/91 00:00	00:30:00	14:10:00	03/01/91 14:40	03/01/1991	80	100	25	0
1	MACAE	Maersk Detecor	05:13:56	0 00:00	03/01/91 20:53	00:00:00	00:00:00	03/01/91 20:53		0	0	0	0
1	MACAE	Astro Agulha	00:00:00	0 00:00	03/01/91 16:50	00:00:00	00:00:00	03/01/91 16:50		0	0	0	0
2	PCH01	Astro Agulha	07:09:56	0 00:00	04/01/91 00:00	00:30:00	03:20:00	04/01/91 03:50	04/01/1991	96	80	15	0
3	PCH02	Astro Agulha	00:12:26	0 19:57	05/01/91 00:00	00:30:00	03:20:00	05/01/91 03:50	05/01/1991	96	80	15	0

Nº de Viagens necessitates : 37 Total de Requisições Aboradas : 91 [96,81 %]

Requisições Não Aboradas

Plataforma	Estimada	Deslote	Aguilha	Capacidade	1.º destino	Particel. (ton)
PA27	13/01/1991	64	100	25	136	0
PCH02	13/01/1991	96	100	15	0	0
PA27	24/01/1991	72	100	25	106	0

Requisições não atendidas : 3 [3,19 %]

Tempo de processamento : 08:02:23 seg.

APÊNDICE II**DADOS DO CENÁRIO EM ESCALA REDUZIDA UTILIZADO PARA TESTES**

Tabela II.1 - Requisições

Unidade Marítima	Data de entrega	Data de disponibilização	Tipo de carga	Quantidade de carga (ton)
PA06	01/01/1991	22/12/1990	Diesel	80
PA06	05/01/1991	26/12/1990	Diesel	80
PA06	11/01/1991	01/01/1991	Diesel	80
PA06	13/01/1991	03/01/1991	Diesel	80
PA06	16/01/1991	06/01/1991	Diesel	80
PA06	19/01/1991	09/01/1991	Diesel	80
PA06	22/01/1991	12/01/1991	Diesel	80
PA06	24/01/1991	14/01/1991	Diesel	80
PA06	27/01/1991	17/01/1991	Diesel	80
PA06	30/01/1991	20/01/1991	Diesel	80
PA06	08/01/1991	29/12/1990	Diesel	80
PA07	01/01/1991	22/12/1990	Diesel	80
PA07	05/01/1991	26/12/1990	Diesel	80
PA07	08/01/1991	29/12/1990	Diesel	80
PA07	11/01/1991	01/01/1991	Diesel	80
PA07	13/01/1991	03/01/1991	Diesel	80
PA07	16/01/1991	06/01/1991	Diesel	80
PA07	19/01/1991	09/01/1991	Diesel	80
PA07	22/01/1991	12/01/1991	Diesel	80
PA07	24/01/1991	14/01/1991	Diesel	80
PA07	27/01/1991	17/01/1991	Diesel	80
PA07	30/01/1991	20/01/1991	Diesel	80
PA27	03/01/1991	24/12/1990	Diesel	100
PA27	07/01/1991	28/12/1990	Diesel	100
PA27	13/01/1991	03/01/1991	Diesel	80
PA27	18/01/1991	08/01/1991	Diesel	90
PA27	24/01/1991	14/01/1991	Diesel	90
PA27	29/01/1991	19/01/1991	Diesel	100
PCH01	02/01/1991	23/12/1990	Diesel	120
PCH01	04/01/1991	25/12/1990	Diesel	120
PCH01	07/01/1991	28/12/1990	Diesel	120
PCH01	09/01/1991	30/12/1990	Diesel	120
PCH01	12/01/1991	02/01/1991	Diesel	120
PCH01	16/01/1991	06/01/1991	Diesel	120
PCH01	19/01/1991	09/01/1991	Diesel	120
PCH01	21/01/1991	11/01/1991	Diesel	120
PCH01	24/01/1991	14/01/1991	Diesel	120
PCH01	26/01/1991	16/01/1991	Diesel	120
PCH01	29/01/1991	19/01/1991	Diesel	120
PCH02	02/01/1991	23/12/1990	Diesel	120

Tabela II.1 - Requisições (continuação)

Unidade Marítima	Data de entrega	Data de disponibilização	Tipo de carga	Quantidade de carga (ton)
PCH02	05/01/1991	26/12/1990	Diesel	120
PCH02	09/01/1991	30/12/1990	Diesel	120
PCH02	13/01/1991	03/01/1991	Diesel	120
PCH02	15/01/1991	05/01/1991	Diesel	120
PCH02	17/01/1991	07/01/1991	Diesel	120
PCH02	19/01/1991	09/01/1991	Diesel	120
PCH02	23/01/1991	13/01/1991	Diesel	120
PCH02	25/01/1991	15/01/1991	Diesel	120
PCH02	29/01/1991	19/01/1991	Diesel	120
PCH02	31/01/1991	21/01/1991	Diesel	120
PA06	01/01/1991	22/12/1990	Água	80
PA06	05/01/1991	26/12/1990	Água	80
PA06	08/01/1991	29/12/1990	Água	80
PA06	11/01/1991	01/01/1991	Água	80
PA06	13/01/1991	03/01/1991	Água	80
PA06	16/01/1991	06/01/1991	Água	80
PA06	19/01/1991	09/01/1991	Água	80
PA06	22/01/1991	12/01/1991	Água	80
PA06	24/01/1991	14/01/1991	Água	80
PA06	27/01/1991	17/01/1991	Água	80
PA06	30/01/1991	20/01/1991	Água	80
PA07	01/01/1991	22/12/1990	Água	80
PA07	05/01/1991	26/12/1990	Água	80
PA07	08/01/1991	29/12/1990	Água	80
PA07	11/01/1991	01/01/1991	Água	80
PA07	13/01/1991	03/01/1991	Água	80
PA07	16/01/1991	06/01/1991	Água	80
PA07	19/01/1991	09/01/1991	Água	80
PA07	22/01/1991	12/01/1991	Água	80
PA07	24/01/1991	14/01/1991	Água	80
PA07	27/01/1991	17/01/1991	Água	80
PA07	30/01/1991	20/01/1991	Água	80
PA27	03/01/1991	24/12/1990	Água	100
PA27	07/01/1991	28/12/1990	Água	100
PA27	13/01/1991	03/01/1991	Água	100
PA27	18/01/1991	08/01/1991	Água	100
PA27	24/01/1991	14/01/1991	Água	100
PA27	29/01/1991	19/01/1991	Água	100
PCH01	02/01/1991	23/12/1990	Água	100
PCH01	04/01/1991	25/12/1990	Água	80

Tabela II.1 - Requisições (continuação)

Unidade Marítima	Data de entrega	Data de disponibilização	Tipo de carga	Quantidade de carga (ton)
PCH01	07/01/1991	28/12/1990	Água	100
PCH01	09/01/1991	30/12/1990	Água	120
PCH01	12/01/1991	02/01/1991	Água	100
PCH01	16/01/1991	06/01/1991	Água	80
PCH01	19/01/1991	09/01/1991	Água	120
PCH01	21/01/1991	11/01/1991	Água	120
PCH01	24/01/1991	14/01/1991	Água	100
PCH01	26/01/1991	16/01/1991	Água	100
PCH01	29/01/1991	19/01/1991	Água	80
PCH02	02/01/1991	23/12/1990	Água	80
PCH02	05/01/1991	26/12/1990	Água	80
PCH02	09/01/1991	30/12/1990	Água	100
PCH02	13/01/1991	03/01/1991	Água	120
PCH02	15/01/1991	05/01/1991	Água	80
PCH02	17/01/1991	07/01/1991	Água	120
PCH02	19/01/1991	09/01/1991	Água	100
PCH02	23/01/1991	13/01/1991	Água	120
PCH02	25/01/1991	15/01/1991	Água	120
PCH02	29/01/1991	19/01/1991	Água	100
PCH02	31/01/1991	21/01/1991	Água	100
PA06	01/01/1991	22/12/1990	Convés	10
PA06	05/01/1991	26/12/1990	Convés	10
PA06	08/01/1991	29/12/1990	Convés	10
PA06	11/01/1991	01/01/1991	Convés	10
PA06	13/01/1991	03/01/1991	Convés	10
PA06	16/01/1991	06/01/1991	Convés	10
PA06	19/01/1991	09/01/1991	Convés	10
PA06	22/01/1991	12/01/1991	Convés	10
PA06	24/01/1991	14/01/1991	Convés	10
PA06	27/01/1991	17/01/1991	Convés	10
PA06	30/01/1991	20/01/1991	Convés	10
PA07	01/01/1991	22/12/1990	Convés	10
PA07	05/01/1991	26/12/1990	Convés	10
PA07	08/01/1991	29/12/1990	Convés	10
PA07	11/01/1991	01/01/1991	Convés	10
PA07	13/01/1991	03/01/1991	Convés	10
PA07	16/01/1991	06/01/1991	Convés	10
PA07	19/01/1991	09/01/1991	Convés	10
PA07	22/01/1991	12/01/1991	Convés	10
PA07	24/01/1991	14/01/1991	Convés	10

Tabela II.1 - Requisições (continuação)

Unidade Marítima	Data de entrega	Data de disponibilização	Tipo de carga	Quantidade de carga (ton)
PA07	27/01/1991	17/01/1991	Convés	10
PA07	30/01/1991	20/01/1991	Convés	10
PA27	03/01/1991	24/12/1990	Convés	25
PA27	07/01/1991	28/12/1990	Convés	25
PA27	13/01/1991	03/01/1991	Convés	25
PA27	18/01/1991	08/01/1991	Convés	25
PA27	24/01/1991	14/01/1991	Convés	25
PA27	29/01/1991	19/01/1991	Convés	25
PCH01	02/01/1991	23/12/1990	Convés	15
PCH01	04/01/1991	25/12/1990	Convés	15
PCH01	07/01/1991	28/12/1990	Convés	15
PCH01	09/01/1991	30/12/1990	Convés	15
PCH01	12/01/1991	02/01/1991	Convés	15
PCH01	16/01/1991	06/01/1991	Convés	15
PCH01	19/01/1991	09/01/1991	Convés	15
PCH01	21/01/1991	11/01/1991	Convés	15
PCH01	24/01/1991	14/01/1991	Convés	15
PCH01	26/01/1991	16/01/1991	Convés	15
PCH01	29/01/1991	19/01/1991	Convés	15
PCH02	02/01/1991	23/12/1990	Convés	15
PCH02	05/01/1991	26/12/1990	Convés	15
PCH02	09/01/1991	30/12/1990	Convés	15
PCH02	13/01/1991	03/01/1991	Convés	15
PCH02	15/01/1991	05/01/1991	Convés	15
PCH02	17/01/1991	07/01/1991	Convés	15
PCH02	19/01/1991	09/01/1991	Convés	15
PCH02	23/01/1991	13/01/1991	Convés	15
PCH02	25/01/1991	15/01/1991	Convés	15
PCH02	29/01/1991	19/01/1991	Convés	15
PCH02	31/01/1991	21/01/1991	Convés	15
PA27	03/01/1991	24/12/1990	Tubos	100
PA27	07/01/1991	28/12/1990	Tubos	130
PA27	13/01/1991	03/01/1991	Tubos	130
PA27	18/01/1991	08/01/1991	Tubos	130
PA27	24/01/1991	14/01/1991	Tubos	100
PA27	29/01/1991	19/01/1991	Tubos	100
PA06	03/01/1991	31/12/1990	Rancho	2
PA06	07/01/1991	04/01/1991	Rancho	2
PA06	10/01/1991	07/01/1991	Rancho	2
PA06	17/01/1991	14/01/1991	Rancho	2

Tabela II.1 - Requisições (continuação)

Unidade Marítima	Data de entrega	Data de disponibilização	Tipo de carga	Quantidade de carga (ton)
PA06	21/01/1991	18/01/1991	Rancho	2
PA06	24/01/1991	21/01/1991	Rancho	2
PA06	28/01/1991	25/01/1991	Rancho	2
PA06	31/01/1991	28/01/1991	Rancho	2
PA06	14/01/1991	11/01/1991	Rancho	2
PA07	03/01/1991	31/12/1990	Rancho	2
PA07	07/01/1991	04/01/1991	Rancho	2
PA07	10/01/1991	07/01/1991	Rancho	2
PA07	14/01/1991	11/01/1991	Rancho	2
PA07	17/01/1991	14/01/1991	Rancho	2
PA07	21/01/1991	18/01/1991	Rancho	2
PA07	24/01/1991	21/01/1991	Rancho	2
PA07	28/01/1991	25/01/1991	Rancho	2
PA07	31/01/1991	28/01/1991	Rancho	2
PA27	02/01/1991	30/12/1990	Rancho	2
PA27	05/01/1991	02/01/1991	Rancho	3
PA27	09/01/1991	06/01/1991	Rancho	2
PA27	12/01/1991	09/01/1991	Rancho	3
PA27	16/01/1991	13/01/1991	Rancho	2
PA27	19/01/1991	16/01/1991	Rancho	3
PA27	23/01/1991	20/01/1991	Rancho	2
PA27	26/01/1991	23/01/1991	Rancho	3
PCH01	01/01/1991	29/12/1990	Rancho	3
PCH01	04/01/1991	01/01/1991	Rancho	3
PCH01	08/01/1991	05/01/1991	Rancho	3
PCH01	11/01/1991	08/01/1991	Rancho	3
PCH01	15/01/1991	12/01/1991	Rancho	3
PCH01	18/01/1991	15/01/1991	Rancho	3
PCH01	22/01/1991	19/01/1991	Rancho	3
PCH01	25/01/1991	22/01/1991	Rancho	3
PCH01	29/01/1991	26/01/1991	Rancho	3
PCH02	01/01/1991	29/12/1990	Rancho	3
PCH02	04/01/1991	01/01/1991	Rancho	3
PCH02	08/01/1991	05/01/1991	Rancho	3
PCH02	11/01/1991	08/01/1991	Rancho	3
PCH02	15/01/1991	12/01/1991	Rancho	3
PCH02	18/01/1991	15/01/1991	Rancho	3
PCH02	22/01/1991	19/01/1991	Rancho	3
PCH02	25/01/1991	22/01/1991	Rancho	3
PCH02	29/01/1991	26/01/1991	Rancho	3

Tabela II.2 - Parâmetros das Embarcações

Parâmetro para cada tipo de embarcação	Unidade	Astro Agulha	Astro Curimã	Astro Cação	Maersk Detector
Quantidade de cada tipo	unid	1	0	1	1
Disponibilidade Inicial	data (dia e hora)	01/01/91 6:30	30/12/90 00:00	30/12/90 00:00	30/12/90 00:00
Custo Unitário Variável	US\$/ton				
Especialidade	-	Multi	Multi	Rancho	Multi
Velocidade	nós	10	10	10	12
Tempo de atracação	horas	0.5	0.5	0.5	0.5
Tempo de preparação na base	horas	18	12	12	24
Consumo					
Água	ton/dia	6.10	3.00	3.00	12.50
Diesel					
Navegação	ton/dia	8.80	4.20	4.20	15.00
Manobras	ton/dia	4,40	2,10	2,10	7,50
Descarga	ton/dia	2,64	1,26	1,26	4,50
TPB	ton	450	150	200	1200
Carga de convés					
Área disponível	m2	300	100	150	600
Capacidade	ton	180	60	80	480
Carga a granel					
Capacidade					
Diesel	m3	300	90	130	700
Água	m3	500	100	270	800
Granel	ft3	3000	1000	-	5000
Cimento	ft3	3000	1000	-	5000
Lama	ft3	400	200	-	600
Taxas de bombeamento					
Diesel	m3/h	60	40	40	135
Água	m3/h	60	40	40	135
Granel	t/h	30	30	30	60
Cimento	t/h	30	30	30	60
Lama	bl/h	50	50	50	50

Tabela II.3 – Interrupções Programadas para cada Embarcação

Interrupções de cada embarcação	Unidade	Astro Agulha	Astro Curimã	Astro Cação	Maersk Detector
Início da Interrupção	data (dia e hora)	10/01/91 6:30	-	-	-
Duração	dias	5	-	-	-

Tabela II.4 - Parâmetros das Unidades Marítimas

Unidades Marítimas	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)	Taxas de Descarga		
			Convés (ton/h)	Rancho (unid/h)	Tubos (ton/h)
Macaé (base)	214830	7521770	-	-	-
PA06	311300	7488050	5	6	5
PA07	315620	7484260	5	6	5
PCH01	347501	7518651	5	6	5
PCH02	348744	7515021	5	6	5
PA27	337926	7585264	6	6	10

Tabela II.5 - Parâmetros Gerais

Parâmetros Gerais	Unidade	Valor
Início do período	data	01/01/91
Fim do período	data	31/01/91
Velocidade para conversão de distância em tempo	nós	12
Número de dias para critério de excesso de distância temporal	dias	
Permissão para unidade marítima receber mais de uma embarcação por dia	sim/não	não
Custo do diesel	US\$/m3	250.00
Densidade diesel	ton/m3	0.8000
Densidade água	ton/m3	1.0000
Densidade granel	ton/ft3	0.0560
Densidade cimento	ton/ft3	0.0560
Densidade lama	ton/bl	0.3000
Densidade rancho	ton/unid	3.0000
Acomodação rancho	m2/unid	4.0000
Acomodação tubos	ton/m2	0.8000
Acomodação convés	ton/m2	0.3000

APÊNDICE III**SOLUÇÕES PARA ANÁLISE DO EFEITO DOS PARÂMETROS α_1 e α_2**

Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações

Embarcação	Custo Var. Total	Carga Tansp.	Desloc. Total	Custo Var./Ton.	Viagens
Astro Agulha	25.839,21	1.225,00	837,43	21,09	4
Astro Cação	7.189,41	117,00	987,25	61,45	6
Maersk Detector	48.782,06	6.176,00	1.413,46	7,90	7
Frota : 3	81.810,68	7.518,00	3.238,15	10,88	17

Parâmetros utilizados :

Limite de dist. temporal (dias) : 1,50

Alpha 1 : 1,000

Mf : 1,000

Alpha 2 : 0,000

Lâmbda : 1,000

Relatório de Requisições não alocadas

Plataforma	Janela Inicia	Janela Final	Diesel	Água	Convés	Rancho	Tubos
PCH01	04/01/1991	05/01/1991	96,00	80,00	15,00	9,00	0,00
PCH01	07/01/1991	08/01/1991	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00
PA27	07/01/1991	08/01/1991	80,00	100,00	25,00	0,00	130,00
PCH02	09/01/1991	10/01/1991	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00
PCH01	09/01/1991	10/01/1991	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00
PCH01	12/01/1991	13/01/1991	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00
PCH01	16/01/1991	17/01/1991	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00
PCH02	17/01/1991	18/01/1991	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00
PA27	18/01/1991	19/01/1991	72,00	100,00	25,00	0,00	130,00
PA27	24/01/1991	25/01/1991	72,00	100,00	25,00	0,00	100,00
PA27	29/01/1991	30/01/1991	80,00	100,00	25,00	0,00	100,00

Roteiro de Atendimentos de Requisições

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA

Seq.	Plataforma	Destoc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 16:45	00:00	00:00	03/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 00:00	00:30	00:30	04/01/91 01:00	04/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
3	PA06	02:29	3 dia(s) 20:30 min.	08/01/91 00:00	00:30	02:40	08/01/91 03:10	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:00	2 dia(s) 20:50 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:40	11/01/91 03:10	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
5	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 08:41	00:00	00:00	11/01/91 08:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 06:00	00:00	00:00	15/01/91 06:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 13:09	00:30	00:30	15/01/91 14:09	15/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6
3	PA27	03:38	0 dia(s) 06:12 min.	16/01/91 00:00	00:30	00:20	16/01/91 00:50	16/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	9
4	PA06	05:26	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 06:16	00:30	02:40	16/01/91 09:26	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PA06	00:00	0 dia(s) 14:33 min.	17/01/91 00:00	00:30	00:20	17/01/91 00:50	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
6	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 01:08	00:30	00:20	17/01/91 01:58	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	5
7	PCH02	02:26	0 dia(s) 19:34 min.	18/01/91 00:00	00:30	00:30	18/01/91 01:00	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	7
8	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 01:12	00:30	00:30	18/01/91 02:12	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	8
9	PA06	02:33	3 dia(s) 19:14 min.	22/01/91 00:00	00:30	02:40	22/01/91 03:10	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
10	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	22/01/91 08:41	00:00	00:00	22/01/91 08:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 02:41	00:00	00:00	23/01/91 02:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 10:09	00:30	00:20	23/01/91 10:59	23/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	5
3	PCH01	03:38	1 dia(s) 09:22 min.	25/01/91 00:00	00:30	00:30	25/01/91 01:00	25/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
4	PA27	03:38	0 dia(s) 19:21 min.	26/01/91 00:00	00:30	00:30	26/01/91 01:00	26/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6
5	PA06	05:26	0 dia(s) 17:33 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:40	27/01/91 03:10	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
6	PA06	00:00	2 dia(s) 20:50 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:40	30/01/91 03:10	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
7	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	30/01/91 08:41	00:00	00:00	30/01/91 08:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/01/91 02:41	00:00	00:00	31/01/91 02:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	31/01/91 08:12	00:30	00:20	31/01/91 09:02	31/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	31/01/91 09:20	00:30	00:20	31/01/91 10:10	31/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	PCH02	02:26	0 dia(s) 00:00 min.	31/01/91 12:37	00:30	03:40	31/01/91 16:47	31/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	01/02/91 00:01	00:00	00:00	01/02/91 00:01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destoc.: 3 dia(s) 11:44 min.

Espera: 18 dia(s) 00:02 min.

Manobra: 0 dia(s) 09:30 min.

Atend.: 1 dia(s) 00:40 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO CAÇÃO

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Agua	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:31	00:00	00:00	04/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	00:30	05/01/91 01:00		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
3	PA06	05:26	1 dia(s) 17:33 min.	07/01/91 00:00	00:30	00:20	07/01/91 00:50		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 01:08	00:30	00:20	07/01/91 01:58		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
5	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 07:47	00:00	00:00	07/01/91 07:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 19:47	00:00	00:00	07/01/91 19:47		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	5
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 02:56	00:30	00:30	08/01/91 03:56		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 04:09	00:30	00:30	08/01/91 05:09		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
4	PA27	03:50	0 dia(s) 15:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	00:20	09/01/91 00:50		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	6
5	PA06	05:26	0 dia(s) 17:43 min.	10/01/91 00:00	00:30	00:20	10/01/91 00:50		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
6	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 01:08	00:30	00:20	10/01/91 01:58		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
7	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 07:47	00:00	00:00	10/01/91 07:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 19:47	00:00	00:00	10/01/91 19:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 02:56	00:30	00:30	11/01/91 03:56		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 04:09	00:30	00:30	11/01/91 05:09		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:50	0 dia(s) 15:00 min.	12/01/91 00:00	00:30	00:30	12/01/91 01:00		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
5	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 08:28	00:00	00:00	12/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 18:28	00:00	00:00	13/01/91 18:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 00:00	00:30	00:20	14/01/91 00:50		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 01:08	00:30	00:20	14/01/91 01:58		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 07:47	00:00	00:00	14/01/91 07:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 16:31	00:00	00:00	18/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	00:30	19/01/91 01:00		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 08:28	00:00	00:00	19/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	27/01/91 18:28	00:00	00:00	27/01/91 18:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 00:00	00:30	00:20	28/01/91 00:50		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 01:08	00:30	00:20	28/01/91 01:58		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 07:47	00:00	00:00	28/01/91 07:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 4 dia(s) 02:43 min.
 Espera: 3 dia(s) 17:17 min.
 Manobra: 0 dia(s) 08:00 min.
 Atend.: 0 dia(s) 06:30 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 18:01	00:00	00:00	31/12/90 18:01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	00:30	01/01/91 01:00	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	7
3	PCH02	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 01:10	00:30	00:30	01/01/91 02:10	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6
4	PA07	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 04:12	00:30	02:00	01/01/91 06:42	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
5	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 06:57	00:30	02:00	01/01/91 09:27	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
6	PCH02	02:04	0 dia(s) 12:27 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:00	02/01/91 03:30	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	8
7	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:40	00:30	03:00	02/01/91 07:10	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	9
8	PA27	03:01	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 10:12	00:30	00:20	02/01/91 11:02	02/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	11
9	PA27	00:00	0 dia(s) 12:57 min.	03/01/91 00:00	00:00	14:10	03/01/91 14:10	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	10
10	PA06	04:32	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 18:42	00:30	00:20	03/01/91 19:32	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
11	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 19:47	00:30	00:20	03/01/91 20:37	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4
12	MACAÉ	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 01:27	00:00	00:00	04/01/91 01:27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 01:27	00:00	00:00	05/01/91 01:27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 06:03	00:30	02:00	05/01/91 08:33	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 08:49	00:30	02:00	05/01/91 11:19	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 13:21	00:30	03:00	05/01/91 16:51	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 22:53	00:00	00:00	05/01/91 22:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 19:09	00:00	00:00	07/01/91 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 21:30 min.	08/01/91 00:00	00:30	02:00	08/01/91 02:30	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
3	PA07	00:00	2 dia(s) 21:44 min.	11/01/91 00:00	00:00	02:00	11/01/91 02:00	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
4	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 00:00	00:30	02:00	13/01/91 02:30	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
5	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 02:45	00:30	02:00	13/01/91 05:15	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
6	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 07:17	00:30	03:00	13/01/91 10:47	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	6
7	PA27	03:11	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 13:59	00:30	17:10	14/01/91 07:39	13/01/1991 00:0	64,00	100,00	25,00	130,00	0,00	7
8	MACAÉ	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 13:53	00:00	00:00	14/01/91 13:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 13:53	00:00	00:00	15/01/91 13:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 19:55	00:30	03:30	15/01/91 23:55	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	9,00	7
3	PA07	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 01:57	00:30	02:00	16/01/91 04:27	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
4	PA06	00:15	2 dia(s) 19:17 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:00	19/01/91 02:30	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
5	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 02:45	00:30	02:00	19/01/91 05:15	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
6	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 07:17	00:30	03:00	19/01/91 10:47	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	5
7	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 10:57	00:30	03:00	19/01/91 14:27	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	6
8	MACAÉ	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 20:26	00:00	00:00	19/01/91 20:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 20:26	00:00	00:00	20/01/91 20:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 01:02	00:30	00:20	21/01/91 01:52	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 02:07	00:30	00:20	21/01/91 02:57	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3

4	PCH01	02:06	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 05:04	00:30	03:00	21/01/91 08:34	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PCH01	00:00	0 dia(s)	15:25 min.	22/01/91 00:00	00:00	00:30	22/01/91 00:30	22/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	5	
6	PCH02	00:10	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 00:40	00:30	00:30	22/01/91 01:40	22/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6	
7	PA07	02:02	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 03:42	00:30	02:00	22/01/91 06:12	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	7	
8	MACAÉ	04:50	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 11:02	00:00	00:00	22/01/91 11:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 11:02	00:00	00:00	23/01/91 11:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
2	PCH02	06:02	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 17:04	00:30	03:00	23/01/91 20:34		96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	6	
3	PA06	02:04	0 dia(s)	01:20 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:20	24/01/91 02:50	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	6,00	2	
4	PA07	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 03:05	00:30	02:20	24/01/1991 05:55	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	6,00	3	
5	PCH01	02:06	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 08:02	00:30	03:00	24/01/91 11:32	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	9,00	4	
6	PCH02	00:10	0 dia(s)	12:17 min.	25/01/91 00:00	00:30	03:30	25/01/91 04:00	25/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	9,00	5	
7	MACAÉ	06:02	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 10:02	00:00	00:00	25/01/91 10:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 10:02	00:00	00:00	26/01/91 10:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
2	PCH01	05:58	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 16:00	00:30	03:00	26/01/91 19:30	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4	
3	PA07	02:06	0 dia(s)	02:23 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:00	27/01/91 02:30	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3	
4	PCH02	02:02	1 dia(s)	19:27 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:30	29/01/91 04:00	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	9,00	5	
5	PCH01	00:10	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:10	00:30	03:30	29/01/91 08:10	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	9,00	6	
6	PA07	02:06	0 dia(s)	13:43 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2	
7	MACAÉ	04:50	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 07:20	00:00	00:00	30/01/91 07:20		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	

Totais de tempos :

Destloc.: 4 dia(s) 21:47 min.
Espera: 12 dia(s) 08:35 min.
Manobra: 0 dia(s) 19:00 min.
Atend.: 4 dia(s) 15:40 min.

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% utili.
Maersk Detector	31/12/1990 18:01	04/01/1991 01:27	440,00	400,00	100,00	36,00	75,00	1.051,00	87,58
Maersk Detector	05/01/1991 01:27	05/01/1991 22:53	240,00	224,00			35,00	499,00	41,58
Maersk Detector	07/01/1991 19:09	14/01/1991 13:53	540,00	416,00	130,00		80,00	1.166,00	97,17
Maersk Detector	15/01/1991 13:53	19/01/1991 20:26	540,00	480,00		9,00	75,00	1.104,00	92,00
Maersk Detector	20/01/1991 20:26	22/01/1991 11:02	200,00	160,00		30,00	25,00	415,00	34,58
Maersk Detector	23/01/1991 11:02	25/01/1991 10:02	500,00	416,00		21,00	65,00	1.002,00	83,50
Maersk Detector	26/01/1991 10:02	30/01/1991 07:20	440,00	416,00		18,00	65,00	939,00	78,25
Astro Aguilha	03/01/1991 16:45	11/01/1991 08:41	160,00	128,00		9,00	20,00	317,00	70,44
Astro Aguilha	15/01/1991 06:00	22/01/1991 08:41	160,00	128,00		45,00	20,00	353,00	78,44
Astro Aguilha	23/01/1991 02:41	30/01/1991 08:41	160,00	128,00		24,00	20,00	332,00	73,78
Astro Aguilha	31/01/1991 02:41	01/02/1991 00:01	100,00	96,00		12,00	15,00	223,00	49,56
Astro Caçãõ	04/01/1991 16:31	07/01/1991 07:47				21,00	0,00	21,00	10,50
Astro Caçãõ	07/01/1991 19:47	10/01/1991 07:47				36,00	0,00	36,00	18,00
Astro Caçãõ	10/01/1991 19:47	12/01/1991 08:28				27,00	0,00	27,00	13,50
Astro Caçãõ	13/01/1991 18:28	14/01/1991 07:47				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçãõ	18/01/1991 16:31	19/01/1991 08:28				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Caçãõ	27/01/1991 18:28	28/01/1991 07:47				12,00	0,00	12,00	6,00

Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações

Embarcação	Custo Var.Total	Carga Tansp.	Desloc. Total	Custo Var./Ton.	Viagens
Astro Cação	8.532,75	138,00	1.398,01	61,83	10
Astro Aguilha	24.439,01	3.192,00	1.686,84	7,66	10
Maersk Detector	46.690,93	6.619,00	2.078,28	7,05	11
Frota :	79.662,69	9.949,00	5.163,13	8,01	31

Parâmetros utilizados :

Limite de dist. temporal (dias) : 1,50

Alpha 1 : 0,000

Mi : 1,000

Alpha 2 : 1,000

Lambda : 1,000

Relatório de Requisições não alocadas

Plataforma	Janela Inicia	Janela Final	Diesel	Água	Convés	Rancho	Tubos
PA27	13/01/1991	14/01/1991	64,00	100,00	25,00	0,00	130,00

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Maersk Detektor	31/12/1990 17:58	04/01/1991 01:50	440,00	400,00	100,00	36,00	75,00	1.051,00	87,58
Maersk Detektor	05/01/1991 01:50	05/01/1991 20:45	160,00	160,00			25,00	345,00	28,75
Maersk Detektor	06/01/1991 20:45	08/01/1991 08:38	180,00	144,00	130,00		35,00	489,00	40,75
Maersk Detektor	09/01/1991 08:38	10/01/1991 03:49	220,00	192,00			30,00	442,00	36,83
Maersk Detektor	11/01/1991 03:49	12/01/1991 09:28	260,00	224,00			35,00	519,00	43,25
Maersk Detektor	13/01/1991 09:28	14/01/1991 06:53	280,00	224,00			35,00	539,00	44,92
Maersk Detektor	15/01/1991 19:09	16/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detektor	17/01/1991 09:51	19/01/1991 12:43	420,00	328,00	130,00		65,00	943,00	78,58
Maersk Detektor	22/01/1991 17:58	23/01/1991 09:32	120,00	96,00			15,00	231,00	19,25
Maersk Detektor	24/01/1991 09:32	26/01/1991 09:28	300,00	264,00	100,00		55,00	719,00	59,92
Maersk Detektor	28/01/1991 17:58	30/01/1991 16:22	440,00	400,00	100,00		75,00	1.033,00	86,08
Maersk Detektor	03/01/1991 16:45	05/01/1991 08:41	160,00	160,00		18,00	25,00	363,00	80,67
Astro Aguilha	06/01/1991 16:50	09/01/1991 08:18	180,00	160,00		36,00	25,00	401,00	89,11
Astro Aguilha	15/01/1991 06:30	17/01/1991 07:29	160,00	192,00		36,00	30,00	418,00	92,89
Astro Aguilha	18/01/1991 01:29	19/01/1991 22:05	180,00	160,00		27,00	25,00	392,00	87,11
Astro Aguilha	20/01/1991 16:50	21/01/1991 11:39	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha	22/01/1991 05:39	22/01/1991 23:38	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha	23/01/1991 18:11	24/01/1991 12:09	160,00	128,00		12,00	20,00	320,00	71,11
Astro Aguilha	25/01/1991 06:09	26/01/1991 01:08	120,00	96,00		9,00	15,00	240,00	53,33
Astro Aguilha	26/01/1991 19:08	27/01/1991 13:06	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha	30/01/1991 16:45	31/01/1991 11:24	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Cação	04/01/1991 16:31	05/01/1991 08:28				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	09/01/1991 18:11	10/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	10/01/1991 19:29	12/01/1991 08:28				27,00	0,00	27,00	13,50
Astro Cação	13/01/1991 18:11	14/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	20/01/1991 18:11	21/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	21/01/1991 19:29	23/01/1991 08:18				24,00	0,00	24,00	12,00
Astro Cação	24/01/1991 16:50	25/01/1991 08:09				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	25/01/1991 20:09	26/01/1991 12:07				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	27/01/1991 18:11	28/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	30/01/1991 18:11	31/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00

Roteiro de Atendimentos de Requisições

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 16:45	00:00	00:00	03/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 00:00	00:30	00:30	04/01/91 01:00	04/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 01:12	00:30	03:30	04/01/91 05:12	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	9,00	3
4	PA06	02:33	0 dia(s) 16:14 min.	05/01/91 00:00	00:30	02:40	05/01/91 03:10	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 08:41	00:00	00:00	05/01/91 08:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 16:50	00:00	00:00	06/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	03:40	07/01/91 04:10	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
3	PA07	02:31	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 06:41	00:30	00:20	07/01/91 07:31	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 07:50	00:30	00:20	07/01/91 08:40	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
5	PCH02	02:29	0 dia(s) 12:49 min.	08/01/91 00:00	00:30	00:30	08/01/91 01:00	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6
6	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 01:12	00:30	00:30	08/01/91 02:12	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	5
7	PA06	02:33	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 04:46	00:30	02:40	08/01/91 07:56	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	7
8	PA27	05:26	0 dia(s) 10:37 min.	09/01/91 00:00	00:30	00:20	09/01/91 00:50	09/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	8
9	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 08:18	00:00	00:00	09/01/91 08:18		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 06:30	00:00	00:00	15/01/91 06:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 13:39	00:30	00:30	15/01/91 14:39	15/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 14:52	00:30	03:30	15/01/91 18:52	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:50	0 dia(s) 01:17 min.	16/01/91 00:00	00:30	00:20	16/01/91 00:50	16/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4
5	PCH01	03:38	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 04:28	00:30	03:20	16/01/91 08:18	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	5
6	PA07	02:31	0 dia(s) 13:10 min.	17/01/91 00:00	00:30	00:20	17/01/91 00:50	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	7
7	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 01:08	00:30	00:20	17/01/91 01:58	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	6
8	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 07:29	00:00	00:00	17/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 01:29	00:00	00:00	18/01/91 01:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 08:39	00:30	00:30	18/01/91 09:39	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 09:52	00:30	00:30	18/01/91 10:52	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA07	02:26	0 dia(s) 10:41 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:40	19/01/91 03:10	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
5	PCH02	02:26	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 05:36	00:30	03:40	19/01/91 09:46	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	5
6	PA27	03:50	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 13:36	00:30	00:30	19/01/91 14:36	19/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
7	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 22:05	00:00	00:00	19/01/91 22:05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 16:50	00:00	00:00	20/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 11:39	00:00	00:00	21/01/91 11:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 05:39	00:00	00:00	00:00	22/01/91 05:39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 11:11	00:30	02:40	00:00	22/01/91 14:21	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 14:39	00:30	02:40	00:00	22/01/91 17:49	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 23:38	00:00	00:00	00:00	22/01/91 23:38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 18:11	00:00	00:00	00:00	23/01/91 18:11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:40	00:00	24/01/91 03:10	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
3	PA06	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 03:28	00:30	02:40	00:00	24/01/91 06:38	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 12:09	00:00	00:00	00:00	24/01/91 12:09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 06:09	00:00	00:00	00:00	25/01/91 06:09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 13:24	00:30	04:00	00:00	25/01/91 17:54	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 01:08	00:00	00:00	00:00	26/01/91 01:08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 19:08	00:00	00:00	00:00	26/01/91 19:08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 00:39	00:30	02:40	00:00	27/01/91 03:49	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 04:08	00:30	02:40	00:00	27/01/91 07:18	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 13:06	00:00	00:00	00:00	27/01/91 13:06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 16:45	00:00	00:00	00:00	30/01/91 16:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 00:00	00:30	03:40	00:00	31/01/91 04:10	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 11:24	00:00	00:00	00:00	31/01/91 11:24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destoc.: 7 dia(s) 00:41 min.

Espera: 2 dia(s) 16:50 min.

Manobra: 0 dia(s) 15:00 min.

Atend.: 2 dia(s) 10:50 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO CAÇÃO

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ihs.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:31	00:00	00:00	04/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	00:30	05/01/91 01:00	05/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 08:28	00:00	00:00	05/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 18:11	00:00	00:00	09/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 00:00	00:30	00:20	10/01/91 00:50	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 01:08	00:30	00:20	10/01/91 01:58	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 07:29	00:00	00:00	10/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 19:29	00:00	00:00	10/01/91 19:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 02:39	00:30	00:30	11/01/91 03:39	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 03:52	00:30	00:30	11/01/1991 04:52	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:50	0 dia(s) 15:17 min.	12/01/91 00:00	00:30	00:20	12/01/91 00:50	12/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4
5	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 08:28	00:00	00:00	12/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 18:11	00:00	00:00	13/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 00:00	00:30	00:20	14/01/91 00:50	14/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 01:08	00:30	00:20	14/01/91 01:58	14/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 07:29	00:00	00:00	14/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 18:11	00:00	00:00	20/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	00:20	21/01/91 00:50	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 01:08	00:30	00:20	21/01/91 01:58	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	1
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 07:29	00:00	00:00	21/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 19:29	00:00	00:00	21/01/91 19:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	22/01/91 02:39	00:30	00:30	22/01/91 03:39	22/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	22/01/91 03:52	00:30	00:30	22/01/91 04:52	22/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:50	0 dia(s) 15:17 min.	23/01/91 00:00	00:30	00:20	23/01/91 00:50	23/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4
5	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 08:18	00:00	00:00	23/01/91 08:18		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	24/01/91 16:50	00:30	00:30	24/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	25/01/91 00:00	00:00	00:00	25/01/91 00:00	25/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	25/01/91 08:09	00:00	00:00	25/01/91 08:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	25/01/91 20:09	00:00	00:00	25/01/91 20:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	26/01/91 03:38	00:30	00:30	26/01/91 04:38	26/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	26/01/91 12:07	00:00	00:00	26/01/91 12:07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	27/01/91 18:11	00:00	00:00	27/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 00:00	00:30	00:20	28/01/91 00:50	28/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 01:08	00:30	00:20	28/01/91 01:58	28/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 07:29	00:00	00:00	28/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	30/01/91 18:11	00:00	00:00	30/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

2	PA07	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91	00:00	00:30	00:20	31/01/91	00:50	31/01/1991	00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
3	PA06	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91	01:08	00:30	00:20	31/01/91	01:58	31/01/1991	00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	MACAE	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91	07:29	00:00	00:00	31/01/91	07:29			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totals de tempos :

Desloc.: 5 dia(s) 19:48 min.
 Espera: 1 dia(s) 06:35 min.
 Manobra: 0 dia(s) 09:30 min.
 Atend.: 0 dia(s) 07:40 min.



Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 17:58	00:00	00:00	31/12/90 17:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	00:30	01/01/91 01:00	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 01:10	00:30	00:30	01/01/91 02:10	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA07	02:06	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 04:16	00:30	02:00	01/01/91 06:46	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 07:02	00:30	02:00	01/01/91 09:32	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA27	04:32	0 dia(s) 09:55 min.	02/01/91 00:00	00:30	00:20	02/01/91 00:50	02/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	6
7	PCH01	03:01	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:51	00:30	03:00	02/01/91 07:21	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	7
8	PCH02	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 07:32	00:30	03:00	02/01/91 11:02	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	8
9	PA27	03:11	0 dia(s) 09:46 min.	03/01/91 00:00	00:30	14:10	03/01/91 14:40	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	11
10	PA07	04:39	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 19:19	00:30	00:20	03/01/91 20:09	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	9
11	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 20:24	00:30	00:20	03/01/91 21:14	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	10
12	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 01:50	00:00	00:00	04/01/91 01:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 01:50	00:00	00:00	05/01/91 01:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 06:41	00:30	02:00	05/01/91 09:11	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 11:13	00:30	03:00	05/01/91 14:43	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 20:45	00:00	00:00	05/01/91 20:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 20:45	00:00	00:00	06/01/91 20:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 02:59	00:30	17:10	07/01/91 20:39	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	130,00	0,00	2
3	PA07	04:39	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 01:18	00:30	02:00	08/01/91 03:48	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 08:38	00:00	00:00	08/01/91 08:38		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 08:38	00:00	00:00	09/01/91 08:38		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 14:36	00:30	03:00	09/01/91 18:06	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH02	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 18:17	00:30	03:00	09/01/91 21:47	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 03:49	00:00	00:00	10/01/91 03:49		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 03:49	00:00	00:00	11/01/91 03:49		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 08:25	00:30	02:00	11/01/91 10:55	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 11:10	00:30	02:00	11/01/91 13:40	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PCH01	02:06	0 dia(s) 08:12 min.	12/01/91 00:00	00:30	03:00	12/01/91 03:30	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
1	MACAÉ	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 09:28	00:00	00:00	12/01/91 09:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
5	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 09:28	00:00	00:00	13/01/91 09:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 14:04	00:30	02:00	13/01/91 16:34	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 16:49	00:30	02:00	13/01/91 19:19	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 21:21	00:30	03:00	14/01/91 00:51	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 06:53	00:00	00:00	14/01/91 06:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 19:09	00:00	00:00	15/01/91 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	02:00	16/01/91 02:30	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2

3	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	16/01/91 02:45	00:30	02:00	16/01/91 05:15	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	16/01/91 09:51	00:00	00:00	16/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	17/01/91 09:51	00:00	00:00	17/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dias(s)	00:00 min.	17/01/91 15:53	00:30	03:00	17/01/91 19:23	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA27	03:11	0 dias(s)	01:24 min.	18/01/91 00:00	00:30	17:10	18/01/91 17:40	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	130,00	0,00	0,00	3
4	PCH01	03:01	0 dias(s)	03:18 min.	19/01/91 00:00	00:30	03:00	19/01/91 03:30	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
5	PA06	02:07	0 dias(s)	00:00 min.	19/01/91 05:37	00:30	02:00	19/01/91 08:07	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	4
6	MACAÉ	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	19/01/91 12:43	00:00	00:00	19/01/91 12:43		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	22/01/91 17:58	00:00	00:00	22/01/91 17:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dias(s)	00:00 min.	23/01/91 00:00	00:30	03:00	23/01/91 03:30	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	06:02	0 dias(s)	00:00 min.	23/01/91 09:32	00:00	00:00	23/01/91 09:32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	23/01/91 09:32	00:00	00:00	23/01/91 09:32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 15:30	00:30	03:00	24/01/91 19:00	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA27	03:01	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 22:01	00:30	14:10	25/01/91 12:41	24/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	3
4	PCH01	03:01	0 dias(s)	08:16 min.	26/01/91 00:00	00:30	03:00	26/01/91 03:30	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	05:58	0 dias(s)	00:00 min.	26/01/91 09:28	00:00	00:00	26/01/91 09:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	28/01/91 17:58	00:00	00:00	28/01/91 17:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dias(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:30	29/01/91 04:00	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH01	00:10	0 dias(s)	00:00 min.	29/01/91 04:10	00:30	03:30	29/01/91 08:10	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:01	0 dias(s)	00:00 min.	29/01/91 11:12	00:30	14:10	30/01/91 01:52	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	4
5	PA07	04:39	0 dias(s)	00:00 min.	30/01/91 06:31	00:30	02:00	30/01/91 09:01	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
6	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	30/01/91 09:16	00:30	02:00	30/01/91 11:46	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5
7	MACAÉ	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	30/01/91 16:22	00:00	00:00	30/01/91 16:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destloc.: 7 dias(s) 05:11 min.
Espera: 1 dia(s) 16:53 min.
Manobra: 0 dia(s) 18:30 min.
Atend.: 6 dias(s) 03:50 min.

APÊNDICE IV**DETALHAMENTO DA MELHOR SOLUÇÃO OBTIDA COM O ALGORITMO
APTSP PARA O CENÁRIO EM ESCALA REDUZIDA**

Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações

Embarcação	Custo Var. Total	Carga Tansp.	Desloc. Total	Custo Var./Ton.	Viagens	
Astro Caçãõ	8.357,77	132,00	1.461,28	63,32	11	
Astro Aguilha	25.914,92	3.718,00	1.943,25	6,97	12	
Maersk Detector	46.235,45	6.418,00	2.094,32	7,20	12	
Frota :	3	80.508,14	10.268,00	5.498,85	7,84	35

Parâmetros utilizados :

Limite de dist. temporal (dias) : 1,30

Alpha 1 : 0,900 Alpha 2 : 0,100
Mi : 1,000 Lâmbda : 2,000

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Maersk Detector	31/12/1990 19:24	01/01/1991 15:26	160,00	128,00		18,00	20,00	326,00	27,17
Maersk Detector	02/01/1991 17:46	04/01/1991 09:58	180,00	176,00	100,00	9,00	40,00	505,00	42,08
Maersk Detector	05/01/1991 09:58	05/01/1991 21:40	80,00	64,00			10,00	154,00	12,83
Maersk Detector	06/01/1991 21:40	08/01/1991 12:04	260,00	208,00	130,00		45,00	643,00	53,58
Maersk Detector	10/01/1991 19:24	11/01/1991 15:26	160,00	128,00		18,00	20,00	326,00	27,17
Maersk Detector	12/01/1991 15:26	14/01/1991 21:15	480,00	384,00	130,00	12,00	75,00	1.081,00	90,08
Maersk Detector	15/01/1991 21:15	16/01/1991 11:56	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detector	17/01/1991 17:46	19/01/1991 13:12	320,00	264,00	130,00		55,00	769,00	64,08
Maersk Detector	21/01/1991 19:09	22/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detector	23/01/1991 18:01	26/01/1991 07:13	480,00	392,00	100,00	30,00	75,00	1.077,00	89,75
Maersk Detector	27/01/1991 07:13	27/01/1991 21:55	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detector	28/01/1991 21:55	30/01/1991 09:51	260,00	208,00	100,00		45,00	613,00	51,08
Maersk Detector	01/01/1991 16:31	03/01/1991 07:29	180,00	192,00		18,00	30,00	420,00	93,33
Astro Aguilha	04/01/1991 16:31	05/01/1991 20:05	160,00	160,00		9,00	25,00	354,00	78,67
Astro Aguilha	06/01/1991 16:50	07/01/1991 11:19	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha	08/01/1991 16:31	09/01/1991 20:34	220,00	192,00		6,00	30,00	448,00	99,56
Astro Aguilha	15/01/1991 06:00	16/01/1991 15:46	160,00	192,00		24,00	30,00	406,00	90,22
Astro Aguilha	17/01/1991 09:46	18/01/1991 09:05	120,00	96,00		30,00	15,00	261,00	58,00
Astro Aguilha	19/01/1991 03:05	19/01/1991 21:03	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha	20/01/1991 16:50	21/01/1991 11:39	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha	22/01/1991 16:31	23/01/1991 16:24	120,00	96,00		6,00	15,00	237,00	52,67
Astro Aguilha	25/01/1991 16:50	26/01/1991 11:19	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha	28/01/1991 16:45	29/01/1991 15:32	180,00	192,00		18,00	30,00	420,00	93,33
Astro Aguilha	30/01/1991 16:45	31/01/1991 11:24	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Cação	03/01/1991 16:45	04/01/1991 08:14				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	06/01/1991 18:11	07/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	07/01/1991 19:29	08/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Cação	09/01/1991 18:11	10/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	11/01/1991 16:31	12/01/1991 08:28				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	18/01/1991 16:31	19/01/1991 08:28				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	20/01/1991 18:11	21/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	21/01/1991 19:29	22/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Cação	24/01/1991 16:50	25/01/1991 08:09				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Cação	27/01/1991 18:11	28/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Cação	30/01/1991 18:11	31/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00

Roteiro de Atendimentos de Requisições

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/07/91 16:31	00:00	00:00	01/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 00:00	00:30	00:20	02/01/91 00:50	02/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PCH01	03:38	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 04:28	00:30	03:40	02/01/91 08:38	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 08:50	00:30	03:20	02/01/91 12:40	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	4
5	PA07	02:26	0 dia(s) 08:53 min.	03/01/91 00:00	00:30	00:20	03/01/91 00:50	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	5
6	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 01:08	00:30	00:20	03/01/91 01:58	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	6
7	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 07:29	00:00	00:00	03/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:31	00:00	00:00	04/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	00:30	05/01/91 01:00	05/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	03:50	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 04:50	00:30	03:20	05/01/91 08:40	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PA07	02:26	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 11:06	00:30	02:40	05/01/91 14:16	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 20:05	00:00	00:00	05/01/91 20:05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 16:50	00:00	00:00	06/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	03:40	07/01/91 04:10	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 11:19	00:00	00:00	07/01/91 11:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 16:31	00:00	00:00	08/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	00:20	09/01/91 00:50	09/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PCH01	03:38	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 04:28	00:30	04:00	09/01/91 08:58	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 09:10	00:30	03:40	09/01/91 13:20	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 20:34	00:00	00:00	09/01/91 20:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 06:00	00:00	00:00	15/01/91 06:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 13:09	00:30	00:30	15/01/91 14:09	15/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 14:22	00:30	03:30	15/01/91 18:22	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	9,00	3
4	PCH01	00:12	0 dia(s) 05:25 min.	16/01/91 00:00	00:30	03:20	16/01/91 03:50	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	4
5	PA27	03:38	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 07:28	00:30	00:20	16/01/91 08:18	16/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	5
6	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 15:46	00:00	00:00	16/01/91 15:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 09:46	00:00	00:00	17/01/91 09:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 15:17	00:30	00:20	17/01/91 16:07	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 16:26	00:30	00:20	17/01/91 17:16	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	PCH02	02:26	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 19:42	00:30	04:00	18/01/91 00:12	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	4
5	PCH02	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 00:12	00:00	00:30	18/01/91 00:42	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	5
6	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 00:55	00:30	00:30	18/01/91 01:55	18/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	6

7	MACAE	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	18/01/91 09:05	00:00	00:00	00:00	18/01/91 09:05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 03:05	00:00	00:00	00:00	19/01/91 03:05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 08:36	00:30	02:40	00:00	19/01/91 11:46	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 12:04	00:30	02:40	00:00	19/01/91 15:14	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 21:03	00:00	00:00	00:00	19/01/91 21:03		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	20/01/91 16:50	00:00	00:00	00:00	20/01/91 16:50		0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
2	PCH01	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	00:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 11:39	00:00	00:00	00:00	21/01/91 11:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 16:31	00:00	00:00	00:00	22/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 00:00	00:30	00:20	00:00	23/01/91 00:50	23/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PCH02	03:50	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 04:40	00:30	04:00	00:00	23/01/91 09:10	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 16:24	00:00	00:00	00:00	23/01/91 16:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 16:50	00:00	00:00	00:00	25/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 00:00	00:30	03:40	00:00	26/01/91 04:10	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 11:19	00:00	00:00	00:00	26/01/91 11:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 16:45	00:00	00:00	00:00	28/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:40	00:00	29/01/91 04:10	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
3	PCH01	00:12	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:22	00:30	03:30	00:00	29/01/91 08:22	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
4	MACAE	07:09	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 15:32	00:00	00:00	00:00	29/01/91 15:32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 16:45	00:00	00:00	00:00	30/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 00:00	00:30	03:40	00:00	31/01/91 04:10	31/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	07:14	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 11:24	00:00	00:00	00:00	31/01/91 11:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destloc.: 8 dia(s) 02:19 min.
 Espera: 0 dia(s) 14:18 min.
 Manobra: 0 dia(s) 14:30 min.
 Atend.: 2 dia(s) 19:40 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO CAÇÃO

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 16:45	00:00	00:00	03/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 00:00	00:30	00:30	04/01/91 01:00	04/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 08:14	00:00	00:00	04/01/91 08:14		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 18:11	00:00	00:00	06/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	00:20	07/01/91 00:50	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 01:08	00:30	00:20	07/01/91 01:58	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 07:29	00:00	00:00	07/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 19:29	00:00	00:00	07/01/91 19:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 02:39	00:30	00:30	08/01/91 03:39	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 03:52	00:30	00:30	08/01/91 04:52	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 12:06	00:00	00:00	08/01/91 12:06		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 18:11	00:00	00:00	09/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 00:00	00:30	00:20	10/01/91 00:50	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 01:08	00:30	00:20	10/01/91 01:58	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 07:29	00:00	00:00	10/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 16:31	00:00	00:00	11/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 16:31	00:00	00:00	11/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	PA07	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 00:00	00:30	00:30	12/01/91 01:00	12/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 08:28	00:00	00:00	12/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 16:31	00:00	00:00	18/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	00:30	19/01/91 01:00	19/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 08:28	00:00	00:00	19/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 18:11	00:00	00:00	20/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	00:20	21/01/91 00:50	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 07:29	00:00	00:00	21/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 19:29	00:00	00:00	21/01/91 19:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 01:08	00:30	00:20	21/01/91 01:58	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
3	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 03:52	00:00	00:00	21/01/91 03:52		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	22/01/91 12:06	00:00	00:00	22/01/91 12:06		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	24/01/91 16:50	00:00	00:00	24/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	25/01/91 00:00	00:30	00:30	25/01/91 01:00	25/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	25/01/91 08:09	00:00	00:00	25/01/91 08:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	27/01/91 18:11	00:00	00:00	27/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 00:00	00:30	00:20	28/01/91 00:50	28/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 01:08	00:30	00:20	28/01/91 01:58	28/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	28/01/91 07:29	00:00	00:00	28/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 18:11	00:00	00:00	30/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 00:00	00:30	00:20	31/01/91 00:50	31/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00			2
3	PA06	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 01:08	00:30	00:20	31/01/91 01:58	31/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00			3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 07:29	00:00	00:00	31/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			1

Totais de tempos :

Desloc.: 6 dia(s) 02:07 min.

Espera: 0 dia(s) 00:00 min.

Manobra: 0 dia(s) 09:00 min.

Atend.: 0 dia(s) 07:20 min.



Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Infs.
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 19:24	00:00	00:00	31/12/90 19:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	02:00	01/01/91 02:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 02:45	00:30	02:00	01/01/91 05:15	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
4	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 07:17	00:30	00:30	01/01/91 08:17	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
5	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 08:27	00:30	00:30	01/01/91 09:27	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
6	MACAE	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 15:26	00:00	00:00	01/01/91 15:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 17:46	00:30	00:00	02/01/91 17:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 00:00	00:30	14:10	03/01/91 14:40	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	03:01	0 dia(s) 06:18 min.	04/01/91 00:00	00:30	03:30	04/01/91 04:00	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 09:58	00:00	00:00	04/01/91 09:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 09:58	00:00	00:00	05/01/91 09:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 14:34	00:30	02:00	05/01/91 17:04	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 21:40	00:00	00:00	05/01/91 21:40		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 21:40	00:00	00:00	06/01/91 21:40		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 03:54	00:30	17:10	07/01/91 21:34	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	130,00	0,00	2
3	PA07	04:39	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 02:13	00:30	02:00	08/01/91 04:43	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 04:58	00:30	02:00	08/01/91 07:28	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	MACAE	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 12:04	00:00	00:00	08/01/91 12:04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 19:24	00:00	00:00	10/01/91 19:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:00	11/01/91 02:30	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
3	PA07	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 02:45	00:30	02:00	11/01/91 05:15	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
4	PCH02	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 07:17	00:30	00:30	11/01/91 08:17	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
5	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 08:27	00:30	00:30	11/01/91 09:27	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
6	MACAE	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 15:26	00:00	00:00	11/01/91 15:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 15:26	00:00	00:00	12/01/91 15:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 21:24	00:30	03:00	13/01/91 00:54	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH02	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 01:04	00:30	03:00	13/01/91 04:34	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PA07	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 06:36	00:30	02:00	13/01/91 09:06	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 09:22	00:30	02:00	13/01/91 11:52	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA27	04:32	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 16:24	00:30	17:10	14/01/91 10:04	13/01/1991 00:0	64,00	100,00	25,00	130,00	0,00	6
7	PA07	04:39	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 14:43	00:30	00:20	14/01/91 15:33	14/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	7
8	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 15:49	00:30	00:20	14/01/91 16:39	14/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	8
9	MACAE	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 21:15	00:00	00:00	14/01/91 21:15		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 21:15	00:00	00:00	15/01/91 21:15		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 02:05	00:30	02:00	16/01/91 04:35	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 04:51	00:30	02:00	16/01/91 07:21	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3

4	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 11:56	00:00	00:00	00:00	00:00	16/01/91 11:56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	17/01/91 17:46	00:00	00:00	00:00	00:00	17/01/91 17:46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s)	00:00 min.	18/01/91 00:00	00:30	17:10	00:30	00:30	18/01/91 17:40	72,00	100,00	25,00	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	03:01	0 dia(s)	03:18 min.	19/01/91 00:00	00:30	03:00	00:30	03:00	19/01/91 03:30	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	00:10	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 03:40	00:30	03:00	00:30	03:00	19/01/91 07:10	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	06:02	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 13:12	00:00	00:00	00:00	00:00	19/01/91 13:12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 19:09	00:00	00:00	00:00	00:00	21/01/91 19:09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 00:00	00:30	02:00	00:30	02:00	22/01/91 02:30	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 02:45	00:30	02:00	00:30	02:00	22/01/91 05:15	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 09:51	00:00	00:00	00:00	00:00	22/01/91 09:51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 18:01	00:00	00:00	00:00	00:00	23/01/91 18:01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	03:00	00:30	03:00	24/01/91 03:30	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	02:06	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 05:36	00:30	02:20	00:30	02:20	24/01/91 08:26	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 08:42	00:30	02:20	00:30	02:20	24/01/91 11:32	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PA27	04:32	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 16:04	00:30	14:10	00:30	14:10	25/01/91 06:44	72,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
6	PCH02	03:11	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 09:56	00:30	03:30	00:30	03:30	25/01/91 13:56	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
7	PA27	03:11	0 dia(s)	06:52 min.	26/01/91 00:00	00:30	00:30	00:30	00:30	26/01/91 01:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	06:13	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 07:13	00:00	00:00	00:00	00:00	26/01/91 07:13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 07:13	00:00	00:00	00:00	00:00	27/01/91 07:13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 12:04	00:30	02:00	00:30	02:00	27/01/91 14:34	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 14:49	00:30	02:00	00:30	02:00	27/01/91 17:19	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 21:55	00:00	00:00	00:00	00:00	27/01/91 21:55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 21:55	00:00	00:00	00:00	00:00	28/01/91 21:55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:09	00:30	14:10	00:30	14:10	29/01/91 18:49	80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	04:39	0 dia(s)	00:31 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 02:45	00:30	02:00	00:30	02:00	30/01/91 05:15	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 09:51	00:00	00:00	00:00	00:00	30/01/91 09:51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 7 dia(s) 06:31 min.
 Espera: 0 dia(s) 16:59 min.
 Manobra: 0 dia(s) 19:30 min.
 Atend.: 6 dia(s) 13:50 min.

APÊNDICE V

DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO OBTIDA COM O ALGORITMO APTSP PARA O CENÁRIO EM ESCALA REDUZIDA, COM A PROIBIÇÃO DAS EMBARCAÇÕES ASTRO AGULHA E MAERSK DETECTOR TRANSPORTAREM CARGA TIPO RANCHO, E COM A ELIMINAÇÃO DA RESTRIÇÃO DE VISITAS NAS UNIDADES MARÍTIMAS

Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações

Embarcação	Custo Var. Total	Carga Tansp.	Desloc. Total	Custo Var./Ton.	Viagens
Astro Aguilha	22.609,97	3.607,00	1.720,08	6,27	12
Maersk Detector	43.107,33	6.331,00	1.934,08	6,81	12
Astro Cação	18.666,98	330,00	3.131,93	56,57	22
Frota : 3	84.384,29	10.268,00	6.786,08	8,22	46

Parâmetros utilizados :

Limite de dist. temporal (dias) : 1,30

Alpha 1 : 0,900 Alpha 2 : 0,100
Mf : 1,000 Lâmbda : 2,000

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Maersk Detetor	31/12/1990 19:09	01/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detetor	02/01/1991 17:46	04/01/1991 09:28	180,00	176,00	100,00		40,00	496,00	41,33
Maersk Detetor	05/01/1991 09:28	05/01/1991 21:10	80,00	64,00			10,00	154,00	12,83
Maersk Detetor	06/01/1991 21:10	08/01/1991 11:34	260,00	208,00	130,00		45,00	643,00	53,58
Maersk Detetor	10/01/1991 09:51	11/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detetor	12/01/1991 09:51	14/01/1991 15:13	480,00	384,00	130,00		75,00	1.069,00	89,08
Maersk Detetor	15/01/1991 19:09	16/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detetor	17/01/1991 17:46	19/01/1991 13:12	320,00	264,00	130,00		55,00	769,00	64,08
Maersk Detetor	21/01/1991 19:09	22/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detetor	23/01/1991 18:01	25/01/1991 18:48	480,00	392,00	100,00		75,00	1.047,00	87,25
Maersk Detetor	26/01/1991 19:09	27/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detetor	28/01/1991 17:46	30/01/1991 09:51	260,00	208,00	100,00		45,00	613,00	51,08
Maersk Detetor	01/01/1991 16:45	02/01/1991 15:22	180,00	192,00			30,00	402,00	89,33
Astro Aguilha	04/01/1991 16:45	05/01/1991 15:14	160,00	160,00			25,00	345,00	76,67
Astro Aguilha	06/01/1991 16:50	07/01/1991 11:19	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha	08/01/1991 16:45	09/01/1991 16:02	220,00	192,00			30,00	442,00	98,22
Astro Aguilha	15/01/1991 06:00	16/01/1991 10:59	160,00	192,00			30,00	382,00	84,89
Astro Aguilha	17/01/1991 04:59	17/01/1991 23:58	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha	18/01/1991 18:11	19/01/1991 12:09	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha	20/01/1991 16:50	21/01/1991 11:39	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha	22/01/1991 16:45	23/01/1991 11:44	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha	25/01/1991 16:50	26/01/1991 11:19	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha	28/01/1991 16:45	29/01/1991 15:22	180,00	192,00			30,00	402,00	89,33
Astro Aguilha	30/01/1991 16:45	31/01/1991 11:24	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Caçãõ	31/12/1990 16:45	01/01/1991 09:22				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Caçãõ	01/01/1991 21:22	02/01/1991 13:09				6,00	0,00	6,00	3,00
Astro Caçãõ	03/01/1991 01:09	03/01/1991 14:27				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçãõ	04/01/1991 02:27	05/01/1991 08:28				27,00	0,00	27,00	13,50
Astro Caçãõ	06/01/1991 18:11	07/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçãõ	07/01/1991 19:29	08/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Caçãõ	09/01/1991 00:06	09/01/1991 15:53				6,00	0,00	6,00	3,00
Astro Caçãõ	10/01/1991 03:53	11/01/1991 09:22				30,00	0,00	30,00	15,00
Astro Caçãõ	11/01/1991 21:22	12/01/1991 13:19				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Caçãõ	13/01/1991 18:11	14/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçãõ	14/01/1991 19:29	15/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Astro Caçã	16/01/1991 00:06	16/01/1991 15:53				6,00	0,00	6,00	3,00
Astro Caçã	17/01/1991 03:53	18/01/1991 09:22				30,00	0,00	30,00	15,00
Astro Caçã	18/01/1991 21:22	19/01/1991 13:19				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Caçã	20/01/1991 18:11	21/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçã	21/01/1991 19:29	22/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Caçã	23/01/1991 00:06	23/01/1991 15:53				6,00	0,00	6,00	3,00
Astro Caçã	24/01/1991 03:53	25/01/1991 09:22				30,00	0,00	30,00	15,00
Astro Caçã	25/01/1991 21:22	26/01/1991 13:19				9,00	0,00	9,00	4,50
Astro Caçã	27/01/1991 18:11	28/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00
Astro Caçã	28/01/1991 19:29	29/01/1991 12:06				18,00	0,00	18,00	9,00
Astro Caçã	30/01/1991 18:11	31/01/1991 07:29				12,00	0,00	12,00	6,00

Roteiro de Atendimentos de Requisições

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 16:45	00:00	00:00	01/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:20	02/01/91 03:50	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 04:02	00:30	03:40	02/01/91 08:12	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 15:22	00:00	00:00	02/01/91 15:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:45	00:00	00:00	04/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	03:20	05/01/91 03:50	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PA07	02:26	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 06:16	00:30	02:40	05/01/91 09:26	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 15:14	00:00	00:00	05/01/91 15:14		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 16:50	00:00	00:00	06/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	03:40	07/01/91 04:10	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 11:19	00:00	00:00	07/01/91 11:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 16:45	00:00	00:00	08/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	03:40	09/01/91 04:10	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 04:22	00:30	04:00	09/01/91 08:52	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 16:02	00:00	00:00	09/01/91 16:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 06:00	00:00	00:00	15/01/91 06:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 13:14	00:30	03:20	15/01/91 17:04	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	03:20	16/01/91 03:50	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 10:59	00:00	00:00	16/01/91 10:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 04:59	00:00	00:00	17/01/91 04:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 12:14	00:30	04:00	17/01/91 16:44	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 23:58	00:00	00:00	17/01/91 23:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 18:11	00:00	00:00	18/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:40	19/01/91 03:10	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 03:28	00:30	02:40	19/01/91 06:38	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 12:09	00:00	00:00	19/01/91 12:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 16:50	00:00	00:00	20/01/91 16:50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 11:39	00:00	00:00	21/01/91 11:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	22/01/91 16:45	00:00	00:00	22/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 00:00	00:30	04:00	23/01/91 04:30	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 11:44	00:00	00:00	23/01/91 11:44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO CAÇÃO

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 16:45	00:00	00:00	31/12/90 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	00:30	01/01/91 01:00	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 01:12	00:30	00:30	01/01/91 02:12	01/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 09:22	00:00	00:00	01/01/91 09:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 21:22	00:00	00:00	01/01/91 21:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 04:51	00:30	00:20	02/01/91 05:41	02/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 13:09	00:00	00:00	02/01/91 13:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 01:09	00:00	00:00	03/01/91 01:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 06:40	00:30	00:20	03/01/91 07:30	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 07:49	00:00	00:00	03/01/91 08:39	03/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 14:27	00:00	00:00	03/01/91 14:27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 02:27	00:00	00:00	04/01/91 02:27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 09:37	00:30	00:30	04/01/91 10:37	04/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 10:50	00:30	00:30	04/01/91 11:50	04/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	PA27	03:50	0 dia(s) 08:19 min.	05/01/91 00:00	00:30	00:30	05/01/91 01:00	05/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
5	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 08:28	00:00	00:00	05/01/91 08:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 18:11	00:00	00:00	06/01/91 18:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	05:48	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	00:20	07/01/91 00:50	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA06	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 01:08	00:30	00:20	07/01/91 01:58	07/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 07:29	00:00	00:00	07/01/91 07:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 19:29	00:00	00:00	07/01/91 19:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 02:39	00:30	00:30	08/01/91 03:39	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	PCH02	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 03:52	00:30	00:30	08/01/91 04:52	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	3
4	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 12:06	00:00	00:00	08/01/91 12:06		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 00:06	00:00	00:00	09/01/91 00:06		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 07:35	00:30	00:20	09/01/91 08:25	09/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 15:53	00:00	00:00	09/01/91 15:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 03:53	00:00	00:00	10/01/91 03:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 09:25	00:30	00:20	10/01/91 10:15	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2
3	PA07	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 10:33	00:30	00:20	10/01/91 11:23	10/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3
4	PCH02	02:26	0 dia(s) 10:09 min.	11/01/91 00:00	00:30	00:30	11/01/91 01:00	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	4
5	PCH01	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 01:12	00:30	00:30	11/01/91 02:12	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	5
6	MACAÉ	07:09	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 09:22	00:00	00:00	11/01/91 09:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 21:22	00:00	00:00	11/01/91 21:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 04:51	00:30	00:30	12/01/91 05:51	12/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2
3	MACAÉ	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 13:19	00:00	00:00	12/01/91 13:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 19:09	00:00	00:00	31/12/90 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	02:00	01/01/91 02:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 02:45	00:30	02:00	01/01/91 05:15	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 09:51	00:00	00:00	01/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 17:46	00:00	00:00	02/01/91 17:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 00:00	00:30	03:00	03/01/91 14:40	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	2
3	PCH01	03:01	0 dia(s) 06:18 min.	04/01/91 00:00	00:30	03:00	04/01/91 03:30	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 09:28	00:00	00:00	04/01/91 09:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 09:28	00:00	00:00	05/01/91 09:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 14:04	00:30	02:00	05/01/91 16:34	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 21:10	00:00	00:00	05/01/91 21:10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 21:10	00:00	00:00	06/01/91 21:10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 03:24	00:30	17:10	07/01/91 21:04	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	130,00	0,00	2
3	PA07	04:39	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 01:43	00:30	02:00	08/01/91 04:13	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 04:28	00:30	02:00	08/01/91 06:58	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 11:34	00:00	00:00	08/01/91 11:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 19:09	00:00	00:00	10/01/91 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:00	11/01/91 02:30	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 02:45	00:30	02:00	11/01/91 05:15	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 09:51	00:00	00:00	11/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 09:51	00:00	00:00	12/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 15:49	00:30	03:00	12/01/91 19:19	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH02	00:10	0 dia(s) 04:29 min.	13/01/91 00:00	00:30	03:00	13/01/91 03:30	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PA07	02:02	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 05:32	00:30	02:00	13/01/91 08:02	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 08:17	00:30	02:00	13/01/91 10:47	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA27	04:32	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 15:19	00:30	17:10	14/01/91 08:59	13/01/1991 00:0	64,00	100,00	25,00	130,00	0,00	6
7	MACAÉ	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 15:13	00:00	00:00	14/01/91 15:13		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 19:09	00:00	00:00	15/01/91 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	02:00	16/01/91 02:30	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 02:45	00:30	02:00	16/01/91 05:15	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 09:51	00:00	00:00	16/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 17:46	00:00	00:00	17/01/91 17:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 00:00	00:30	17:10	18/01/91 17:40	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	130,00	0,00	2
3	PCH01	03:01	0 dia(s) 03:18 min.	19/01/91 00:00	00:30	03:00	19/01/91 03:30	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PCH02	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 03:40	00:30	03:00	19/01/91 07:10	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 13:12	00:00	00:00	19/01/91 13:12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

1	MACAE	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	21/01/91 19:09	00:00	00:00	00:00	21/01/91 19:09	00:00	22/01/91 02:30	22/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dias(s)	00:00 min.	22/01/91 00:00	00:30	02:00	22/01/91 02:30	22/01/91 02:30	00:00	22/01/91 05:15	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	22/01/91 02:45	00:30	02:00	22/01/91 05:15	22/01/91 05:15	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	22/01/91 09:51	00:00	00:00	22/01/91 09:51	22/01/91 09:51	00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	23/01/91 18:01	00:00	00:00	23/01/91 18:01	23/01/91 18:01	00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	03:00	24/01/91 03:30	24/01/91 03:30	00:00			96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	02:06	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 05:36	00:30	02:00	24/01/91 08:06	24/01/91 08:06	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 08:22	00:30	02:00	24/01/91 10:52	24/01/91 10:52	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PA27	04:32	0 dias(s)	00:00 min.	24/01/91 15:24	00:30	14:10	25/01/91 06:04	24/01/1991 00:0	00:00			72,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
6	PCH02	03:11	0 dias(s)	00:00 min.	25/01/91 09:16	00:30	03:00	25/01/91 12:46	25/01/1991 00:0	00:00			96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
7	MACAE	06:02	0 dias(s)	00:00 min.	25/01/91 18:48	00:00	00:00	26/01/91 18:48		00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	26/01/91 19:09	00:00	00:00	26/01/91 19:09		00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dias(s)	00:00 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:00	27/01/91 02:30	27/01/1991 00:0	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	27/01/91 02:45	00:30	02:00	27/01/91 05:15	27/01/1991 00:0	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	27/01/91 09:51	00:00	00:00	27/01/91 09:51		00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dias(s)	00:00 min.	28/01/91 17:46	00:00	00:00	28/01/91 17:46		00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	06:13	0 dias(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	14:10	29/01/91 14:40	29/01/1991 00:0	00:00			80,00	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA07	04:39	0 dias(s)	04:40 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	30/01/1991 00:0	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PA06	00:15	0 dias(s)	00:00 min.	30/01/91 02:45	00:30	02:00	30/01/91 05:15	30/01/1991 00:0	00:00			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	MACAE	04:35	0 dias(s)	00:00 min.	30/01/91 09:51	00:00	00:00	30/01/91 09:51		00:00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 6 dia(s) 17:10 min.
 Espera: 0 dia(s) 18:47 min.
 Manobra: 0 dia(s) 16:00 min.
 Atend.: 6 dia(s) 09:00 min.

APÊNDICE VI**DADOS DO CENÁRIO EM ESCALA SEMI-REAL E DETALHAMENTO DA
SOLUÇÃO OBTIDA COM O ALGORITMO APTSP**

Tabela VI.1 - Parâmetros das Embarcações

Parâmetro para cada tipo de embarcação	Unidade	Astro Agulha	Astro Curimã	Astro Cação	Maersk Detector
Quantidade de cada tipo	unid	4	0	0	4
Disponibilidade Inicial	data (dia e hora)	01/01/91 6:30	30/12/90 00:00	30/12/90 00:00	30/12/90 00:00
Custo Unitário Variável	US\$/ton				
Especialidade	-	Multi	Multi	Rancho	Multi
Velocidade	nós	10	10	10	12
Tempo de atracação	horas	0.5	0.5	0.5	0.5
Tempo de preparação na base	horas	18	12	12	24
Consumo					
Água	ton/dia	6.10	3.00	3.00	12.50
Diesel					
Navegação	ton/dia	8.80	4.20	4.20	15.00
Manobras	ton/dia	4,40	2,10	2,10	7,50
Descarga	ton/dia	2,64	1,26	1,26	4,50
TPB	ton	450	150	200	1200
Carga de convés					
Área disponível	m2	300	100	150	600
Capacidade	ton	180	60	80	480
Carga a granel					
Capacidade					
Diesel	m3	300	90	130	700
Água	m3	500	100	270	800
Granel	ft3	3000	1000	-	5000
Cimento	ft3	3000	1000	-	5000
Lama	ft3	400	200	-	600
Taxas de bombeamento					
Diesel	m3/h	60	40	40	135
Água	m3/h	60	40	40	135
Granel	t/h	30	30	30	60
Cimento	t/h	30	30	30	60
Lama	bl/h	50	50	50	50

Tabela VI.2 - Parâmetros das Unidades Marítimas

Unidades Marítimas	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)	Taxas de Descarga		
			Convés (ton/h)	Rancho (unid/h)	Tubos (ton/h)
Macaé (base)	214830	7521770	-	-	-
PA06	311300	7488050	5	6	5
PA07	315620	7484260	5	6	5
PCH01	347501	7518651	5	6	5
PCH02	348744	7515021	5	6	5
PA27	337926	7585264	6	6	10
NS03	366550	7547362	5	6	5
NS11	338608	7792716	5	6	5
PCE01	325941	7487933	5	6	5
PGP01	353939	7525160	5	6	5
PNA01	353254	7518078	5	6	5
PNA02	354564	7516751	5	6	5
PPM01	318000	7480000	5	6	5
SFJS	320000	7481000	5	6	5
SM05	348000	7524000	5	6	5
SM06	327000	7487000	5	6	5
SM07	354000	7522000	5	6	5
SM09	355000	7523000	5	6	5
SM10	349000	7516000	5	6	5
SM11	322000	7482000	5	6	5
SM12	324000	7483000	5	6	5
SS01	344118	7513662	5	6	5
SS05	381668	7539293	5	6	5
SS06	325674	7483080	5	6	5
SS08	330053	7487815	5	6	5
SS09	367997	7549020	5	6	5
SS11	368094	7529746	5	6	5
SS14	316956	7486066	5	6	5
SS15	342811	7503009	5	6	5
SS16	326988	7482246	5	6	5
SS17	317906	7475537	5	6	5

Relatório de desempenho econômico-operacional das embarcações

Embarcação	Custo Var./Total	Carga Tansp.	Desloc. Total	Custo Var./Ton.	Viagens
Astro Agulha2	21.823,45	3.758,00	1.640,59	5,81	11
Astro Agulha3	23.446,40	3.338,00	1.807,73	7,02	11
Astro Agulha4	26.862,08	3.578,00	2.072,59	7,51	11
Maersk Detector3	35.370,64	7.597,00	1.571,19	4,66	11
Maersk Detector4	64.256,68	9.465,00	3.232,29	6,79	11
Astro Agulha1	24.407,04	3.935,00	1.849,57	6,20	12
Maersk Detector1	50.913,09	11.167,00	2.247,74	4,56	12
Maersk Detector2	43.196,60	10.730,00	1.794,83	4,03	12
Frota : 8	290.275,97	53.568,00	16.216,53	5,42	91

Parâmetros utilizados :

Limite de dist. temporal (dias) : 1,30

Alpha 1 : 0,900 Alpha 2 : 0,100
Mf : 1,000 Lâmbda : 2,000

Relatório de Requisições não alocadas

Plataforma	Janela Inicia	Janela Final	Diesel	Água	Convés	Rancho	Tubos
SS17	13/01/1991	14/01/1991	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00
SS15	13/01/1991	14/01/1991	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00
SS06	13/01/1991	14/01/1991	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00
SM10	13/01/1991	14/01/1991	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00
SFJS	13/01/1991	14/01/1991	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00
PCH02	13/01/1991	14/01/1991	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00
SFJS	24/01/1991	25/01/1991	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00
PCE01	24/01/1991	25/01/1991	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00
PA07	24/01/1991	25/01/1991	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00
PA06	24/01/1991	25/01/1991	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Maersk Detector1	31/12/1990 10:35	02/01/1991 17:36	580,00	512,00			80,00	1.172,00	97,67
Maersk Detector1	03/01/1991 18:01	05/01/1991 15:56	480,00	480,00			75,00	1.035,00	86,25
Maersk Detector1	06/01/1991 18:01	08/01/1991 13:17	560,00	496,00			90,00	1.146,00	95,50
Maersk Detector1	09/01/1991 13:17	10/01/1991 06:47	100,00	96,00			15,00	211,00	17,58
Maersk Detector1	11/01/1991 06:47	12/01/1991 16:59	540,00	480,00			75,00	1.095,00	91,25
Maersk Detector1	13/01/1991 16:59	14/01/1991 07:08	80,00	64,00			10,00	154,00	12,83
Maersk Detector1	15/01/1991 19:07	17/01/1991 09:32	520,00	512,00			80,00	1.112,00	92,67
Maersk Detector1	18/01/1991 18:00	19/01/1991 23:24	540,00	448,00			70,00	1.058,00	88,17
Maersk Detector1	20/01/1991 23:24	22/01/1991 12:41	600,00	480,00			75,00	1.155,00	96,25
Maersk Detector1	23/01/1991 18:00	25/01/1991 07:24	580,00	496,00			105,00	1.181,00	98,42
Maersk Detector1	26/01/1991 18:10	27/01/1991 19:37	400,00	320,00			50,00	770,00	64,17
Maersk Detector1	29/01/1991 17:04	31/01/1991 02:17	560,00	448,00			70,00	1.078,00	89,83
Maersk Detector1	31/12/1990 18:59	02/01/1991 13:16	560,00	512,00			80,00	1.152,00	96,00
Maersk Detector2	03/01/1991 13:16	04/01/1991 16:30	340,00	368,00			70,00	778,00	64,83
Maersk Detector2	05/01/1991 16:30	06/01/1991 04:12	80,00	64,00			10,00	154,00	12,83
Maersk Detector2	07/01/1991 17:41	09/01/1991 08:51	520,00	416,00			65,00	1.001,00	83,42
Maersk Detector2	10/01/1991 18:10	12/01/1991 12:41	600,00	512,00			80,00	1.192,00	99,33
Maersk Detector2	13/01/1991 12:41	14/01/1991 05:12	200,00	160,00			25,00	385,00	32,08
Maersk Detector2	15/01/1991 18:35	16/01/1991 23:47	480,00	480,00			75,00	1.035,00	86,25
Maersk Detector2	18/01/1991 19:07	20/01/1991 01:19	600,00	512,00			80,00	1.192,00	99,33
Maersk Detector2	21/01/1991 17:41	23/01/1991 08:42	520,00	424,00			65,00	1.001,00	83,42
Maersk Detector2	24/01/1991 08:42	25/01/1991 14:07	520,00	424,00			80,00	1.024,00	85,33
Maersk Detector2	28/01/1991 16:59	30/01/1991 08:47	560,00	528,00			95,00	1.183,00	98,58
Maersk Detector2	31/01/1991 08:47	01/02/1991 06:19	300,00	288,00			45,00	633,00	52,75
Maersk Detector3	31/12/1990 19:09	01/01/1991 09:51	160,00	128,00			20,00	308,00	25,67
Maersk Detector3	02/01/1991 18:55	03/01/1991 10:34	100,00	80,00			25,00	205,00	17,08
Maersk Detector3	04/01/1991 18:55	05/01/1991 08:35	80,00	96,00			15,00	191,00	15,92
Maersk Detector3	08/01/1991 18:00	10/01/1991 00:28	560,00	480,00			75,00	1.115,00	92,92
Maersk Detector3	11/01/1991 18:51	12/01/1991 08:38	100,00	96,00			15,00	211,00	17,58
Maersk Detector3	13/01/1991 08:38	14/01/1991 06:47	300,00	224,00			50,00	574,00	47,83
Maersk Detector3	16/01/1991 17:46	18/01/1991 10:46	580,00	456,00			85,00	1.121,00	93,42
Maersk Detector3	19/01/1991 10:46	20/01/1991 06:51	300,00	256,00			40,00	596,00	49,67
Maersk Detector3	22/01/1991 17:58	24/01/1991 11:25	540,00	448,00			70,00	1.058,00	88,17
Maersk Detector3	25/01/1991 11:25	26/01/1991 22:46	520,00	480,00			75,00	1.075,00	89,58
Maersk Detector3	28/01/1991 18:00	30/01/1991 07:30	520,00	528,00			95,00	1.143,00	95,25

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Maersk Detector4	01/01/1991 18:00	03/01/1991 01:02	480,00	480,00			75,00	1.035,00	86,25
Maersk Detector4	04/01/1991 10:35	06/01/1991 08:26	400,00	352,00			55,00	807,00	67,25
Maersk Detector4	07/01/1991 08:26	08/01/1991 15:57	540,00	464,00			85,00	1.089,00	90,75
Maersk Detector4	09/01/1991 15:57	10/01/1991 06:16	120,00	96,00			15,00	231,00	19,25
Maersk Detector4	12/01/1991 10:35	14/01/1991 08:34	380,00	288,00			60,00	728,00	60,67
Maersk Detector4	15/01/1991 08:34	16/01/1991 23:46	560,00	480,00			75,00	1.115,00	92,92
Maersk Detector4	17/01/1991 23:46	20/01/1991 09:59	520,00	424,00			80,00	1.024,00	85,33
Maersk Detector4	21/01/1991 10:35	23/01/1991 14:46	560,00	448,00			70,00	1.078,00	89,83
Maersk Detector4	24/01/1991 14:46	26/01/1991 09:28	540,00	448,00			70,00	1.058,00	88,17
Maersk Detector4	27/01/1991 09:28	28/01/1991 14:46	80,00	64,00			10,00	154,00	12,83
Maersk Detector4	29/01/1991 14:46	01/02/1991 03:17	560,00	496,00			30,00	1.146,00	95,50
Astro Aguilha1	01/01/1991 17:44	02/01/1991 14:17	180,00	192,00			25,00	402,00	89,33
Astro Aguilha1	04/01/1991 16:45	05/01/1991 14:15	160,00	160,00			40,00	416,00	92,44
Astro Aguilha1	06/01/1991 17:39	07/01/1991 16:02	200,00	176,00			30,00	422,00	93,78
Astro Aguilha1	08/01/1991 17:39	09/01/1991 14:51	200,00	192,00			30,00	308,00	68,44
Astro Aguilha1	12/01/1991 14:56	13/01/1991 15:30	160,00	128,00			30,00	382,00	84,89
Astro Aguilha1	14/01/1991 16:31	15/01/1991 15:12	160,00	192,00			50,00	394,00	87,56
Astro Aguilha1	17/01/1991 16:44	18/01/1991 18:45	200,00	144,00			10,00	351,00	34,22
Astro Aguilha1	19/01/1991 12:45	20/01/1991 02:57	80,00	64,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha1	23/01/1991 07:54	25/01/1991 03:20	180,00	136,00			40,00	396,00	88,00
Astro Aguilha1	25/01/1991 21:20	26/01/1991 15:53	100,00	96,00			15,00	211,00	46,89
Astro Aguilha1	28/01/1991 17:34	29/01/1991 15:45	180,00	176,00			40,00	396,00	88,00
Astro Aguilha1	30/01/1991 09:45	30/01/1991 23:57	80,00	64,00			15,00	191,00	42,44
Astro Aguilha1	01/01/1991 17:54	02/01/1991 09:56	80,00	96,00			30,00	382,00	84,89
Astro Aguilha2	04/01/1991 16:31	05/01/1991 16:12	160,00	192,00			30,00	442,00	98,22
Astro Aguilha2	06/01/1991 16:31	07/01/1991 22:26	200,00	160,00			50,00	442,00	98,22
Astro Aguilha2	08/01/1991 17:49	09/01/1991 15:10	220,00	192,00			30,00	442,00	98,22
Astro Aguilha2	12/01/1991 16:25	13/01/1991 13:55	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha2	14/01/1991 17:39	15/01/1991 14:11	160,00	192,00			30,00	382,00	84,89
Astro Aguilha2	17/01/1991 17:43	18/01/1991 17:35	200,00	144,00			50,00	394,00	87,56
Astro Aguilha2	20/01/1991 16:29	21/01/1991 12:00	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha2	23/01/1991 15:41	24/01/1991 15:34	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha2	26/01/1991 14:56	27/01/1991 15:30	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha2	28/01/1991 17:44	29/01/1991 14:17	180,00	192,00			30,00	402,00	89,33
Astro Aguilha3	02/01/1991 16:31	03/01/1991 22:02	200,00	160,00			50,00	410,00	91,11

Relatório de Viagens

Embarcação	Início	Fim	Água	Diesel	Tubos	Rancho	Convés	Total	% util.
Astro Aguilha3	04/01/1991 17:44	05/01/1991 13:22	160,00	160,00			25,00	345,00	76,67
Astro Aguilha3	06/01/1991 17:54	07/01/1991 11:35	100,00	80,00			25,00	205,00	45,56
Astro Aguilha3	10/01/1991 07:54	12/01/1991 05:16	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha3	12/01/1991 23:16	13/01/1991 17:17	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha3	14/01/1991 17:54	15/01/1991 09:56	80,00	96,00			15,00	191,00	42,44
Astro Aguilha3	18/01/1991 16:25	19/01/1991 13:55	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha3	20/01/1991 16:48	21/01/1991 11:41	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha3	23/01/1991 16:25	24/01/1991 13:55	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha3	26/01/1991 15:41	27/01/1991 15:21	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha3	28/01/1991 17:54	29/01/1991 16:04	200,00	176,00			40,00	416,00	92,44
Astro Aguilha4	02/01/1991 17:00	03/01/1991 18:29	200,00	160,00			50,00	410,00	91,11
Astro Aguilha4	04/01/1991 18:09	05/01/1991 12:15	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha4	07/01/1991 07:54	09/01/1991 03:58	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha4	10/01/1991 15:41	11/01/1991 15:34	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha4	12/01/1991 16:27	13/01/1991 15:14	200,00	160,00			25,00	385,00	85,56
Astro Aguilha4	15/01/1991 07:54	17/01/1991 12:54	200,00	160,00			25,00	385,00	85,56
Astro Aguilha4	18/01/1991 16:27	19/01/1991 14:54	180,00	160,00			25,00	365,00	81,11
Astro Aguilha4	20/01/1991 16:50	21/01/1991 11:39	120,00	96,00			15,00	231,00	51,33
Astro Aguilha4	23/01/1991 16:27	24/01/1991 15:18	180,00	160,00			25,00	365,00	81,11
Astro Aguilha4	26/01/1991 16:27	27/01/1991 14:07	160,00	128,00			20,00	308,00	68,44
Astro Aguilha4	28/01/1991 17:43	29/01/1991 11:46	100,00	80,00			25,00	205,00	45,56

Roteiro de Atendimentos de Requisições

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA1

Seq.	Plataforma	Destloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 17:44	00:00	00:00	01/01/91 17:44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM12	06:15	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:20	02/01/91 03:50	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	SM11	00:07	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:57	00:30	03:40	02/01/91 08:07	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:10	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 14:17	00:00	00:00	02/01/91 14:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:45	00:00	00:00	04/01/91 16:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	03:20	05/01/91 03:50	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
3	SS01	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 04:05	00:30	02:40	05/01/91 07:15	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
4	MACAÉ	06:59	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 14:15	00:00	00:00	05/01/91 14:15		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 17:39	00:00	00:00	06/01/91 17:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS06	06:20	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	05:00	07/01/91 05:30	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
3	SM11	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 05:42	00:30	03:40	07/01/91 09:52	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
4	MACAÉ	06:10	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 16:02	00:00	00:00	07/01/91 16:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 17:39	00:00	00:00	08/01/91 17:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM06	06:20	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	03:40	09/01/91 04:10	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	SM12	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 04:26	00:30	03:40	09/01/91 08:36	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:15	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 14:51	00:00	00:00	09/01/91 14:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 04:56	00:00	00:00	12/01/91 14:56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS05	09:03	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 00:00	00:30	02:40	13/01/91 03:10	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SS11	00:53	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 04:03	00:30	02:40	13/01/91 07:13	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	08:17	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 15:30	00:00	00:00	13/01/91 15:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 16:31	00:00	00:00	14/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PNA01	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 00:00	00:30	03:20	15/01/91 03:50	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH02	00:17	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 04:07	00:30	03:20	15/01/91 07:57	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	07:14	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 15:12	00:00	00:00	15/01/91 15:12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 16:44	00:00	00:00	17/01/91 16:44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM10	07:15	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 00:00	00:30	05:00	18/01/91 05:30	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	SS15	00:46	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 06:16	00:30	05:00	18/01/91 11:46	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:59	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 18:45	00:00	00:00	18/01/91 18:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 12:45	00:00	00:00	19/01/91 12:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 18:16	00:30	02:40	19/01/91 21:26	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 02:57	00:00	00:00	20/01/91 02:57		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 07:54	00:00	00:00	23/01/91 07:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

2	NS11	16:05	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:40	24/01/91 03:10	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PA27	11:12	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 14:22	00:30	05:00	24/01/91 19:52	24/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	07:28	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 03:20	00:00	00:00	25/01/91 03:20		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 21:20	00:00	00:00	25/01/91 21:20		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM05	07:11	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 04:32	00:30	03:40	26/01/91 08:42	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	07:11	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 15:53	00:00	00:00	26/01/91 15:53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 17:34	00:00	00:00	28/01/91 17:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS16	06:25	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:20	29/01/91 03:50	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SS06	00:05	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 03:55	00:30	05:00	29/01/91 09:25	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	06:20	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 15:45	00:00	00:00	29/01/91 15:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 09:45	00:00	00:00	30/01/91 09:45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 15:16	00:30	02:40	30/01/91 18:26	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	05:31	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 23:57	00:00	00:00	30/01/91 23:57		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destloc.: 7 dia(s) 16:57 min.
 Espera: 0 dia(s) 00:00 min.
 Manobra: 0 dia(s) 10:30 min.
 Atend.: 3 dia(s) 04:00 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA2

Seq.	Plataforma	Destloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	07/01/91 17:54	00:00	00:00	01/01/91 17:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS17	06:06	0 dias) 00:00 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:20	02/01/91 03:50	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	06:06	0 dias) 00:00 min.	02/01/91 09:56	00:00	00:00	02/01/91 09:56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	04/01/91 16:31	00:00	00:00	04/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PNA01	07:28	0 dias) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	03:20	05/01/91 03:50	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	SM06	02:11	0 dias) 00:00 min.	05/01/91 06:01	00:30	03:20	05/01/91 09:51	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:20	0 dias) 00:00 min.	05/01/91 16:12	00:00	00:00	05/01/91 16:12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	06/01/91 16:31	00:00	00:00	06/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA27	07:28	0 dias) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	05:00	07/01/91 05:30	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	SS15	04:26	0 dias) 00:00 min.	07/01/91 09:56	00:30	05:00	07/01/91 15:26	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:59	0 dias) 00:00 min.	07/01/91 22:26	00:00	00:00	07/01/91 22:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	08/01/91 17:49	00:00	00:00	08/01/91 17:49		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM11	06:10	0 dias) 00:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	04:00	09/01/91 04:30	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
3	SS17	00:24	0 dias) 00:00 min.	09/01/91 04:54	00:30	03:40	09/01/91 09:04	09/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	06:06	0 dias) 00:00 min.	09/01/91 15:10	00:00	00:00	09/01/91 15:10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	12/01/91 16:25	00:00	00:00	12/01/91 16:25		64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	SM09	07:34	0 dias) 00:00 min.	13/01/91 00:00	00:30	02:40	13/01/91 03:10	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SM07	00:04	0 dias) 00:00 min.	13/01/91 03:14	00:30	02:40	13/01/91 06:24	13/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:30	0 dias) 00:00 min.	13/01/91 13:55	00:00	00:00	13/01/91 13:55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	14/01/91 17:39	00:00	00:00	14/01/91 17:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM06	06:20	0 dias) 00:00 min.	15/01/91 00:00	00:30	03:20	15/01/91 03:50	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	SM12	00:16	0 dias) 00:00 min.	15/01/91 04:06	00:30	03:20	15/01/91 07:56	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:15	0 dias) 00:00 min.	15/01/91 14:11	00:00	00:00	15/01/91 14:11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	17/01/91 17:43	00:00	00:00	17/01/91 17:43		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCE01	06:16	0 dias) 00:00 min.	18/01/91 00:00	00:30	05:00	18/01/91 05:30	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	SFJS	00:29	0 dias) 00:00 min.	18/01/91 05:59	00:30	05:00	18/01/91 11:29	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:05	0 dias) 00:00 min.	18/01/91 17:35	00:00	00:00	18/01/91 17:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	20/01/91 16:29	00:00	00:00	20/01/91 16:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PGP01	07:30	0 dias) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:30	0 dias) 00:00 min.	21/01/91 12:00	00:00	00:00	21/01/91 12:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	23/01/91 15:41	00:00	00:00	23/01/91 15:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS03	08:18	0 dias) 00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:40	24/01/91 03:10	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SS11	00:57	0 dias) 00:00 min.	24/01/91 04:07	00:30	02:40	24/01/91 07:17	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	08:17	0 dias) 00:00 min.	24/01/91 15:34	00:00	00:00	24/01/91 15:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias) 00:00 min.	26/01/91 14:56	00:00	00:00	26/01/91 14:56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS05	09:03	0 dias) 00:00 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:40	27/01/91 03:10	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2

3	SS11	00:53	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 04:03	00:30	02:40	27/01/91 07:13	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	08:17	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 15:30	00:00	00:00	27/01/91 15:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 17:44	00:00	00:00	28/01/91 17:44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM12	06:15	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:40	29/01/91 04:10	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
3	SM11	00:07	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:17	00:30	03:20	29/01/91 08:07	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
4	MACAÉ	06:10	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 14:17	00:00	00:00	29/01/91 14:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 6 dia(s) 20:03 min.
Espera: 0 dia(s) 00:00 min.
Manobra: 0 dia(s) 10:00 min.
Atend.: 2 dia(s) 23:20 min.



Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHAS

Seq.	Plataforma	Destloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 16:31	00:00	00:00	02/01/91 16:31		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PAZ7	07:28	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 00:00	00:30	05:00	03/01/91 05:30	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	SM10	03:47	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 09:17	00:30	05:00	03/01/91 14:47	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	07:15	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 22:02	00:00	00:00	03/01/91 22:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 17:44	00:00	00:00	04/01/91 17:44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM12	06:15	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	03:20	05/01/91 03:50	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
3	PPM01	00:21	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 04:11	00:30	02:40	05/01/91 07:21	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
4	MACAÉ	06:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 13:22	00:00	00:00	05/01/91 13:22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 00:00	00:30	00:00	06/01/91 17:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SFJS	06:05	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	05:00	07/01/91 05:30	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	06:05	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 11:35	00:00	00:00	07/01/91 11:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 07:54	00:00	00:00	10/01/91 07:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS11	16:05	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:40	11/01/91 03:10	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SS05	13:52	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 17:02	00:30	02:40	12/01/91 05:16	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	09:03	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 05:16	00:00	00:00	12/01/91 05:16		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 23:16	00:30	02:40	13/01/91 07:57	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	PA06	05:31	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 04:47	00:30	02:40	13/01/91 11:26	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SS14	00:19	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 08:16	00:30	02:40	13/01/91 17:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	05:50	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 17:17	00:00	00:00	14/01/91 17:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 17:54	00:00	00:00	15/01/91 03:50	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
2	SS17	06:06	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 00:00	00:30	03:20	15/01/91 09:56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	06:06	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 09:56	00:00	00:00	18/01/91 16:25		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 16:25	00:00	00:00	19/01/91 03:10	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	SM09	07:34	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:40	19/01/91 06:24	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SM07	00:04	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 03:14	00:30	02:40	19/01/91 13:55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:30	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 13:55	00:00	00:00	20/01/91 16:48		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	20/01/91 16:48	00:00	00:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
2	SM05	07:11	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	21/01/91 11:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	07:11	0 dia(s) 00:00 min.	21/01/91 11:41	00:00	00:00	23/01/91 16:25		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	23/01/91 16:25	00:00	00:00	24/01/91 03:10	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	SM09	07:34	0 dia(s) 00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:40	24/01/91 06:24	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SM07	00:04	0 dia(s) 00:00 min.	24/01/91 03:14	00:30	02:40	24/01/91 13:55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:30	0 dia(s) 00:00 min.	24/01/91 13:55	00:00	00:00	26/01/91 15:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	26/01/91 15:41	00:00	00:00	27/01/91 03:10	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	NS03	08:18	0 dia(s) 00:00 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:40	27/01/91 07:47	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SM09	01:27	0 dia(s) 00:00 min.	27/01/91 04:37	00:30	02:40			64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3

4	MACAÉ	07:34	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 15:21	00:00	00:00	27/01/91 15:21		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 17:54	00:00	00:00	28/01/91 17:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS17	06:06	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:40	29/01/91 04:10	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SFJS	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:28	00:30	05:00	29/01/91 09:58	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:05	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 16:04	00:00	00:00	29/01/91 16:04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destloc.: 7 dia(s) 12:46 min.
 Espera: 0 dia(s) 00:00 min.
 Manobra: 0 dia(s) 09:30 min.
 Atend.: 2 dia(s) 15:40 min.



Roteiro de Atendimento da embarcação ASTRO AGULHA4

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	02/01/91 17:00	00:00	00:00	02/01/91 17:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS15	06:59	0 dias(s) 00:00 min.	03/01/91 00:00	00:30	05:00	03/01/91 05:30	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	PCE01	01:13	0 dias(s) 00:00 min.	03/01/91 06:43	00:30	05:00	03/01/91 12:13	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	06:16	0 dias(s) 00:00 min.	03/01/91 18:29	00:00	00:00	03/01/91 18:29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	04/01/91 18:09	00:00	00:00	04/01/91 18:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS14	05:50	0 dias(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	02:40	05/01/91 03:10	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA07	00:07	0 dias(s) 00:00 min.	05/01/91 03:17	00:30	02:40	05/01/91 06:27	05/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:48	0 dias(s) 00:00 min.	05/01/91 12:15	00:00	00:00	05/01/91 12:15		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	07/01/91 07:54	00:00	00:00	07/01/91 07:54	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	NS11	16:05	0 dias(s) 00:00 min.	08/01/91 00:00	00:30	02:40	08/01/91 03:10	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	NS03	13:20	0 dias(s) 00:00 min.	08/01/91 16:30	00:30	02:40	08/01/91 19:40	08/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	08:18	0 dias(s) 00:00 min.	08/01/91 03:58	00:00	00:00	09/01/91 03:58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	10/01/91 15:41	00:00	00:00	10/01/91 15:41	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	NS03	08:18	0 dias(s) 00:00 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:40	11/01/91 03:10	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SS11	00:57	0 dias(s) 00:00 min.	11/01/91 04:07	00:30	02:40	11/01/91 07:17	11/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	08:17	0 dias(s) 00:00 min.	11/01/91 15:34	00:00	00:00	11/01/91 15:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	12/01/91 16:27	00:00	00:00	12/01/91 16:27	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	PNA02	07:33	0 dias(s) 00:00 min.	13/01/91 00:00	00:30	02:40	13/01/91 03:10	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
3	PNA01	00:06	0 dias(s) 00:00 min.	13/01/91 03:16	00:30	04:00	13/01/91 07:46	13/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:28	0 dias(s) 00:00 min.	13/01/91 15:14	00:00	00:00	13/01/91 15:14		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	15/01/91 07:54	00:00	00:00	15/01/91 07:54	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	NS11	16:05	0 dias(s) 00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	02:40	16/01/91 03:10	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
3	SS09	13:15	0 dias(s) 07:34 min.	17/01/91 00:00	00:30	04:00	17/01/91 04:30	17/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	08:24	0 dias(s) 00:00 min.	17/01/91 12:54	00:00	00:00	17/01/91 12:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	18/01/91 16:27	00:00	00:00	18/01/91 16:27	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	PNA02	07:33	0 dias(s) 00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:40	19/01/91 03:10	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
3	PNA01	00:06	0 dias(s) 00:00 min.	19/01/91 03:16	00:30	03:40	19/01/91 07:26	19/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:28	0 dias(s) 00:00 min.	19/01/91 14:54	00:00	00:00	19/01/91 14:54		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	20/01/91 16:50	00:00	00:00	20/01/91 16:50	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
2	PCH01	07:09	0 dias(s) 00:00 min.	21/01/91 00:00	00:30	04:00	21/01/91 04:30	21/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3	MACAÉ	07:09	0 dias(s) 00:00 min.	21/01/91 11:39	00:00	00:00	21/01/91 11:39		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	23/01/91 16:27	00:00	00:00	23/01/91 16:27	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
2	PNA02	07:33	0 dias(s) 00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	02:40	24/01/91 03:10	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
3	PGP01	00:27	0 dias(s) 00:00 min.	24/01/91 03:37	00:30	03:40	24/01/91 07:47	24/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	MACAÉ	07:30	0 dias(s) 00:00 min.	24/01/91 15:18	00:00	00:00	24/01/91 15:18		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dias(s) 00:00 min.	26/01/91 16:27	00:00	00:00	26/01/91 16:27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

2	PNA02	07:33	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:40	27/01/91 03:10	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM07	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 03:27	00:30	02:40	27/01/91 06:37	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAE	07:30	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 14:07	00:00	00:00	27/01/91 14:07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 17:43	00:00	00:00	28/01/91 17:43		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCE01	06:16	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	05:00	29/01/91 05:30	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAE	06:16	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 11:46	00:00	00:00	29/01/91 11:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 8 dia(s) 15:15 min.

Espera: 0 dia(s) 07:34 min.

Manobra: 0 dia(s) 10:00 min.

Atend.: 2 dia(s) 18:20 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR1

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 10:35	00:00	00:00	31/12/90 10:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS11	13:24	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	02:00	01/01/91 02:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	NS03	11:06	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 13:36	00:30	02:00	01/01/91 16:06	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
4	SS05	00:46	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 16:52	00:30	02:00	01/01/91 19:22	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
5	SS11	00:44	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 20:07	00:30	02:00	01/01/91 22:37	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
6	SM09	00:39	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 23:17	00:30	02:00	02/01/91 01:47	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	8
7	SS09	01:18	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:06	00:30	03:00	02/01/91 06:36	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	6
8	PGP01	01:14	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 07:50	00:30	03:00	02/01/91 11:20	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	7
9	MACAÉ	06:15	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 17:36	00:00	00:00	03/01/91 17:36		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 18:01	00:00	00:00	03/01/91 18:01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 00:00	00:30	03:00	04/01/91 03:30	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	4
3	PGP01	00:24	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 03:54	00:30	03:00	04/01/91 07:24	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
4	SM05	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 07:41	00:30	03:00	04/01/91 11:11	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
5	SS11	00:56	0 dia(s) 11:52 min.	05/01/91 00:00	00:30	02:00	05/01/91 02:30	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	SS05	00:44	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 03:14	00:30	02:00	05/01/91 05:44	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	NS03	00:46	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 06:31	00:30	02:00	05/01/91 09:01	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	06:55	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 15:56	00:00	00:00	05/01/91 15:56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 18:01	00:00	00:00	06/01/91 18:01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH01	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 00:00	00:30	03:00	07/01/91 03:30	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
3	SM10	00:08	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 03:38	00:30	05:00	07/01/91 09:08	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	5
4	PGP01	00:28	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 09:36	00:30	03:00	07/01/91 13:06	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
5	SM05	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 13:22	00:30	03:00	07/01/91 16:52	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
6	SS11	00:56	0 dia(s) 06:10 min.	08/01/91 00:00	00:30	02:00	08/01/91 02:30	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	SS05	00:44	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 03:14	00:30	02:00	08/01/91 05:44	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	07:32	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 13:17	00:00	00:00	08/01/91 13:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 13:17	00:00	00:00	09/01/91 13:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS09	07:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 20:17	00:30	03:00	09/01/91 23:47	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	07:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 06:47	00:00	00:00	10/01/91 06:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 06:47	00:00	00:00	11/01/91 06:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM07	06:15	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 13:03	00:30	02:00	11/01/91 15:33	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
3	SM09	00:03	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 15:37	00:30	02:00	11/01/91 18:07	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
4	PNA02	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 18:24	00:30	02:00	11/01/91 20:54	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PGP01	00:22	0 dia(s) 02:43 min.	12/01/91 00:00	00:30	03:00	12/01/91 03:30	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	5
6	SM05	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 03:46	00:30	03:00	12/01/91 07:16	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	6
7	PCH01	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 07:30	00:30	03:00	12/01/91 11:00	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 16:59	00:00	00:00	12/01/91 16:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	13/01/91 16:59	00:00	00:00	00:00	13/01/91 16:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS01	05:49	0 dia(s)	00:00 min.	13/01/91 22:48	00:30	02:00	00:00	14/01/91 01:18	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	05:49	0 dia(s)	00:00 min.	14/01/91 07:08	00:00	00:00	00:00	14/01/91 07:08		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	04:52	0 dia(s)	00:00 min.	15/01/91 19:07	00:00	00:00	00:00	15/01/91 19:07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS14	02:12	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	02:00	00:00	16/01/91 02:30	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
3	SS05	00:16	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 04:42	00:30	03:00	00:00	16/01/91 08:12	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
4	PGP01	00:16	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 08:28	00:30	03:00	00:00	16/01/91 11:58	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PCH01	00:24	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 12:23	00:30	03:00	00:00	16/01/91 15:53	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
6	SS01	00:16	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 16:09	00:30	02:00	00:00	16/01/91 18:39	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
7	PCH02	00:13	0 dia(s)	05:07 min.	17/01/91 00:00	00:30	03:00	00:00	17/01/91 03:30	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	6
8	MACAÉ	06:02	0 dia(s)	00:00 min.	17/01/91 09:32	00:00	00:00	00:00	17/01/91 09:32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	18/01/91 18:00	00:00	00:00	00:00	18/01/91 18:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS05	05:59	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	03:00	00:00	19/01/91 03:30	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	6
3	PGP01	00:16	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 03:46	00:30	03:00	00:00	19/01/91 07:16	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
4	PCH01	00:24	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 07:41	00:30	03:00	00:00	19/01/91 11:11	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PCH02	00:10	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 11:21	00:30	03:00	00:00	19/01/91 14:51	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
6	SS01	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 15:04	00:30	02:00	00:00	19/01/91 17:34	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
7	MACAÉ	05:49	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 23:24	00:00	00:00	00:00	19/01/91 23:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	20/01/91 23:24	00:00	00:00	00:00	20/01/91 23:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS08	05:24	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 04:48	00:30	03:00	00:00	21/01/91 08:18	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SS16	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 08:35	00:30	03:00	00:00	21/01/91 12:05	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SSM11	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 12:19	00:30	03:00	00:00	21/01/91 15:49	21/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PPM01	00:12	0 dia(s)	07:58 min.	22/01/91 00:00	00:30	02:00	00:00	22/01/91 02:30	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5
6	PA07	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 02:43	00:30	02:00	00:00	22/01/91 05:13	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
7	SS14	00:06	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 05:19	00:30	02:00	00:00	22/01/91 07:49	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	04:52	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 12:41	00:00	00:00	00:00	22/01/91 12:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 18:00	00:00	00:00	00:00	23/01/91 18:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SSM05	05:59	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 00:00	00:30	03:00	00:00	24/01/91 03:30	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
3	PCH01	00:14	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 03:44	00:30	03:00	00:00	24/01/91 07:14	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SM10	00:08	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 07:22	00:30	05:00	00:00	24/01/91 12:52	24/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SS01	00:14	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 13:07	00:30	02:00	00:00	24/01/91 15:37	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
6	SS15	00:28	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 16:06	00:30	05:00	00:00	24/01/91 21:36	24/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	6
7	SS08	00:53	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 22:29	00:30	03:00	00:00	25/01/91 01:59	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	05:24	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 07:24	00:00	00:00	00:00	25/01/91 07:24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 18:10	00:00	00:00	00:00	26/01/91 18:10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS01	05:49	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 00:00	00:30	02:00	00:00	27/01/91 02:30	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SS14	01:44	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 04:14	00:30	02:00	00:00	27/01/91 06:44	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PA07	00:06	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 06:50	00:30	02:00	00:00	27/01/91 09:20	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	4
5	PPM01	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 09:33	00:30	02:00	00:00	27/01/91 12:03	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5

6	PA06	00:28	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 12:32	00:30	02:00	27/01/91 15:02	27/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	27/01/91 19:37	00:00	00:00	27/01/91 19:37		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 17:04	00:00	00:00	29/01/91 17:04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS03	06:55	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SS11	00:47	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 03:17	00:30	02:00	30/01/91 05:47	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SM09	00:39	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 06:27	00:30	02:00	30/01/91 08:57	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SM07	00:03	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 09:01	00:30	02:00	30/01/91 11:31	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5
6	SS01	00:34	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 12:06	00:30	02:00	30/01/91 14:36	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
7	SS14	01:44	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 16:20	00:30	02:00	30/01/91 18:50	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
8	PA07	00:06	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 18:56	00:30	02:00	30/01/91 21:26	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	8
9	MACAÉ	04:50	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 02:17	00:00	00:00	31/01/91 02:17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Desloc.: 7 dia(s) 19:18 min.

Espera: 1 dia(s) 09:52 min.

Manobra: 1 dia(s) 07:00 min.

Atend.: 6 dia(s) 15:00 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR2

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 18:59	00:00	00:00	31/12/90 18:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PPM01	05:00	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	02:00	01/01/91 02:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	8
3	SS14	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 02:46	00:30	02:00	01/01/91 05:16	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
4	SS01	01:44	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 07:01	00:30	02:00	01/01/91 09:31	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PNA02	00:29	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 10:00	00:30	02:00	01/01/91 12:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
6	SM07	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 12:44	00:30	02:00	01/01/91 15:14	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
7	PNA01	00:10	0 dia(s) 08:34 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:00	02/01/91 03:30	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	6
8	PCH02	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:44	00:30	03:00	02/01/91 07:14	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	7
9	MACAÉ	06:02	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 13:16	00:00	00:00	02/01/91 13:16		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 13:16	00:00	00:00	03/01/91 13:16		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS06	05:16	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 18:33	00:30	05:00	04/01/91 00:03	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	SS16	00:04	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 00:07	00:30	03:00	04/01/91 03:37	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	SS08	00:17	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 03:55	00:30	03:00	04/01/91 07:25	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	4
5	SM11	00:26	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 07:51	00:30	03:00	04/01/91 11:21	04/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	5
6	MACAÉ	05:08	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 16:30	00:00	00:00	04/01/91 16:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 16:30	00:00	00:00	05/01/91 16:30		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA06	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 21:06	00:30	02:00	05/01/91 23:36	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 04:12	00:00	00:00	06/01/91 04:12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 17:41	00:00	00:00	07/01/91 17:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM09	06:18	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 00:00	00:30	02:00	08/01/91 02:30	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SM07	00:03	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 02:33	00:30	02:00	08/01/91 05:03	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PNA02	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 05:18	00:30	02:00	08/01/91 07:48	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	SS01	00:29	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 08:17	00:30	02:00	08/01/91 10:47	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA06	01:52	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 12:39	00:30	02:00	08/01/91 15:09	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	SS16	00:45	0 dia(s) 08:04 min.	09/01/91 00:00	00:30	03:00	09/01/91 03:30	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	05:21	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 08:51	00:00	00:00	09/01/91 08:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 18:10	00:00	00:00	10/01/91 18:10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS01	05:49	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 00:00	00:30	02:00	11/01/91 02:30	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SS14	01:44	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 04:14	00:30	02:00	11/01/91 06:44	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	PA07	00:06	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 06:50	00:30	02:00	11/01/91 09:20	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	PPM01	00:13	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 09:33	00:30	02:00	11/01/91 12:03	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA06	00:28	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 12:32	00:30	02:00	11/01/91 15:02	11/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	SS16	00:45	0 dia(s) 08:12 min.	12/01/91 00:00	00:30	03:00	12/01/91 03:30	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	7
8	SS08	00:17	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 03:47	00:30	03:00	12/01/91 07:17	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	8
9	MACAÉ	05:24	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 12:41	00:00	00:00	12/01/91 12:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 12:41	00:00	00:00	13/01/91 12:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

2	PPM01	05:00	0 dia(s)	00:00 min.	13/01/91 17:41	00:30	02:00	13/01/91 20:11	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM12	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	13/01/91 20:30	00:30	03:00	14/01/91 00:00	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	05:12	0 dia(s)	00:00 min.	14/01/91 05:12	00:00	00:00	14/01/91 05:12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	15/01/91 18:35	00:00	00:00	15/01/91 18:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS08	05:24	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 00:00	00:30	03:00	16/01/91 03:30	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
3	SS16	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 03:47	00:30	03:00	16/01/91 07:17	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SM11	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 07:30	00:30	03:00	16/01/91 11:00	16/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
5	PPM01	00:12	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 11:12	00:30	02:00	16/01/91 13:42	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
6	PA07	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 13:55	00:30	02:00	16/01/91 16:25	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
7	PA06	00:15	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 16:41	00:30	02:00	16/01/91 19:11	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	04:35	0 dia(s)	00:00 min.	16/01/91 23:47	00:00	00:00	16/01/91 23:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	18/01/91 19:07	00:00	00:00	18/01/91 19:07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS14	04:52	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 00:00	00:30	02:00	19/01/91 02:30	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
3	SM06	00:27	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 02:57	00:30	03:00	19/01/91 06:27	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
4	SS08	00:08	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 06:35	00:30	03:00	19/01/91 10:05	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SS16	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 10:22	00:30	03:00	19/01/91 13:52	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
6	SM12	00:08	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 14:01	00:30	03:00	19/01/91 17:31	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	6
7	PPM01	00:18	0 dia(s)	00:00 min.	19/01/91 17:49	00:30	02:00	19/01/91 20:19	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
8	MACAÉ	05:00	0 dia(s)	00:00 min.	20/01/91 01:19	00:00	00:00	20/01/91 01:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	21/01/91 17:41	00:00	00:00	21/01/91 17:41		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM09	06:18	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 00:00	00:30	02:00	22/01/91 02:30	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM07	00:03	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 02:33	00:30	02:00	22/01/91 05:03	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PNA02	00:14	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 05:18	00:30	02:00	22/01/91 07:48	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SS01	00:29	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 08:17	00:30	02:00	22/01/91 10:47	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	5
6	PA06	01:52	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 12:39	00:30	02:00	22/01/91 15:09	22/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	6
7	SM12	00:36	0 dia(s)	08:13 min.	23/01/91 00:00	00:30	03:00	23/01/91 03:30	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	05:12	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 08:42	00:00	00:00	23/01/91 08:42		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 08:42	00:00	00:00	24/01/91 08:42		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS14	04:52	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 13:34	00:30	02:00	24/01/91 16:04	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM11	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 16:22	00:30	03:00	24/01/91 19:52	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SS06	00:10	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 20:02	00:30	05:00	25/01/91 01:32	24/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SM12	00:04	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 01:37	00:30	03:00	25/01/91 05:07	25/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
6	SM06	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 05:20	00:30	03:00	25/01/91 08:50	25/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	05:17	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 14:07	00:00	00:00	25/01/91 14:07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 16:59	00:00	00:00	28/01/91 16:59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS09	07:00	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:00	29/01/91 03:30	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PGP01	01:14	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 04:44	00:30	03:00	29/01/91 08:14	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	PNA01	00:19	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 08:33	00:30	03:00	29/01/91 12:03	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SM10	00:12	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 12:16	00:30	05:00	29/01/91 17:46	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	6

6	PCH02	00:02	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 17:49	00:30	03:00	29/01/91 21:19	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	5
7	PNA02	00:16	0 dia(s)	02:24 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAE	06:17	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 08:47	00:00	00:00	30/01/91 08:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 08:47	00:00	00:00	31/01/91 08:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM06	05:17	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 14:04	00:30	03:00	31/01/91 17:34	31/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM12	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 17:48	00:30	03:00	31/01/91 21:18	31/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SS17	00:26	0 dia(s)	00:00 min.	31/01/91 21:44	00:30	03:00	01/02/91 01:14	31/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	4
5	MACAE	05:05	0 dia(s)	00:00 min.	01/02/91 06:19	00:00	00:00	01/02/91 06:19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destloc.: 6 dia(s) 05:34 min.
 Espera: 1 dia(s) 11:29 min.
 Manobra: 1 dia(s) 05:30 min.
 Atend.: 6 dia(s) 10:00 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR3

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	31/12/90 19:09	00:00	00:00	31/12/90 19:09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 00:00	00:30	02:00	01/01/91 02:30	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA06	00:15	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 02:45	00:30	02:00	01/01/91 05:15	01/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
4	MACAÉ	04:35	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 09:51	00:00	00:00	01/01/91 09:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 18:55	00:00	00:00	02/01/91 18:55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SFJS	05:04	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 00:00	00:30	05:00	03/01/91 05:30	03/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	05:04	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 10:34	00:00	00:00	03/01/91 10:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 18:55	00:00	00:00	04/01/91 18:55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS17	05:05	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	03:00	05/01/91 03:30	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	00:05	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 08:35	00:00	00:00	05/01/91 08:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 18:00	00:00	00:00	08/01/91 18:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM05	05:59	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 00:00	00:30	03:00	09/01/91 03:30	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	5
3	PGP01	00:16	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 03:46	00:30	03:00	09/01/91 07:16	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
4	PNA01	00:19	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 07:35	00:30	03:00	09/01/91 11:05	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
5	PCH02	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 11:20	00:30	03:00	09/01/91 14:50	09/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
6	PCH01	00:10	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 15:00	00:30	03:00	09/01/91 18:30	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	05:58	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 00:28	00:00	00:00	10/01/91 00:28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	11/01/91 18:51	00:00	00:00	11/01/91 18:51		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM11	05:08	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 00:00	00:30	03:00	12/01/91 03:30	12/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 08:38	00:00	00:00	12/01/91 08:38		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 08:38	00:00	00:00	13/01/91 08:38		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 13:28	00:30	02:00	13/01/91 15:58	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SM06	00:31	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 16:30	00:30	03:00	13/01/91 20:00	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	PCE01	00:03	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 20:04	00:30	05:00	14/01/91 01:34	13/01/1991 00:0	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00	4
5	MACAÉ	05:13	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 06:47	00:00	00:00	14/01/91 06:47		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 17:46	00:00	00:00	16/01/91 17:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PNA01	06:13	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 00:00	00:30	03:00	17/01/1991 00:0	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	SM06	01:49	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 05:19	00:30	03:00	17/01/91 08:49	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	SM12	00:13	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 09:03	00:30	03:00	17/01/1991 00:0	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	4
5	SS17	00:26	0 dia(s) 00:00 min.	17/01/91 12:59	00:30	03:00	17/01/91 16:29	17/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	5
6	SS06	00:29	0 dia(s) 07:01 min.	18/01/91 00:00	00:30	05:00	18/01/91 05:30	18/01/1991 00:0	72,00	100,00	25,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	05:16	0 dia(s) 00:00 min.	18/01/91 10:46	00:00	00:00	18/01/91 10:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 10:46	00:00	00:00	19/01/91 10:46		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PA07	04:50	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 15:37	00:30	02:00	19/01/91 18:07	19/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SM11	00:18	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 18:25	00:30	03:00	19/01/91 21:55	19/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	3
4	SS17	00:20	0 dia(s) 00:00 min.	19/01/91 22:16	00:30	03:00	20/01/91 01:46	19/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4

5	MACAE	05:05	0 dia(s)	00:00 min.	20/01/91 06:51	00:00	00:00	20/01/91 06:51	00:00	20/01/91 06:51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	22/01/91 17:58	00:00	00:00	22/01/91 17:58	00:00	22/01/91 17:58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	PCH02	06:02	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 00:00	00:30	03:00	23/01/91 03:30	03:00	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM06	01:35	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 05:05	00:30	03:00	23/01/91 08:35	03:00	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SS17	00:39	0 dia(s)	00:00 min.	23/01/91 09:15	00:30	03:00	23/01/91 12:45	03:00	23/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SS16	00:30	0 dia(s)	10:44 min.	24/01/91 00:00	00:30	03:00	24/01/91 03:30	03:00	24/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
6	PPM01	00:25	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 03:55	00:30	02:00	24/01/91 06:25	02:00	24/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
7	MACAE	05:00	0 dia(s)	00:00 min.	24/01/91 11:25	00:00	00:00	24/01/91 11:25	00:00	24/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 11:25	00:00	00:00	25/01/91 11:25	00:00	25/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS17	05:05	0 dia(s)	00:00 min.	25/01/91 16:30	00:30	03:00	25/01/91 20:00	03:00	25/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	SM11	00:20	0 dia(s)	03:38 min.	26/01/91 00:00	00:30	03:00	26/01/91 03:30	03:00	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
4	SS16	00:13	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 03:43	00:30	03:00	26/01/91 07:13	03:00	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
5	SS08	00:17	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 07:30	00:30	03:00	26/01/91 11:00	03:00	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
6	PGP01	01:59	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 13:00	00:30	03:00	26/01/91 16:30	03:00	26/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
7	MACAE	06:15	0 dia(s)	00:00 min.	26/01/91 22:46	00:00	00:00	26/01/91 22:46	00:00	26/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAE	00:00	0 dia(s)	00:00 min.	28/01/91 18:00	00:00	00:00	28/01/91 18:00	00:00	28/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM05	05:59	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 00:00	00:30	03:00	29/01/91 03:30	03:00	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	00:14	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 03:44	00:30	03:00	29/01/91 07:14	03:00	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	SS15	00:44	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 07:58	00:30	05:00	29/01/91 13:28	05:00	29/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
5	SS08	00:53	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 14:22	00:30	03:00	29/01/91 17:52	03:00	29/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
6	SM06	00:08	0 dia(s)	00:00 min.	29/01/91 18:00	00:30	03:00	29/01/91 21:30	03:00	29/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
7	PPM01	00:30	0 dia(s)	01:58 min.	30/01/91 00:00	00:30	02:00	30/01/91 02:30	02:00	30/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7
8	MACAE	05:00	0 dia(s)	00:00 min.	30/01/91 07:30	00:00	00:00	30/01/91 07:30	00:00	30/01/1991 00:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Totais de tempos :

Destoc.: 5 dia(s) 10:55 min.

Espera: 0 dia(s) 23:23 min.

Manobra: 0 dia(s) 18:30 min.

Atend.: 4 dia(s) 17:00 min.

Roteiro de Atendimento da embarcação MAERSK DETECTOR4

Seq.	Plataforma	Desloc.	Espera	Inicia o atend	Manobra	Atend.	Encerra o atend.	Data Atend.	Diesel	Água	Convés	Tubos	Rancho	Ins.
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	01/01/91 18:00	00:00	00:00	01/01/91 18:00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SM05	05:59	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 00:00	00:30	03:00	02/01/91 03:30	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
3	PCH01	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 03:44	00:30	03:00	02/01/91 07:14	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
4	SS08	01:35	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 08:50	00:30	03:00	02/01/91 12:20	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	4
5	SM06	00:08	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 12:28	00:30	03:00	02/01/91 15:58	02/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	5
6	SS16	00:12	0 dia(s) 00:00 min.	02/01/91 16:11	00:30	03:00	02/01/91 19:41	02/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	05:21	0 dia(s) 00:00 min.	03/01/91 01:02	00:00	00:00	03/01/91 01:02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	04/01/91 10:35	00:00	00:00	04/01/91 10:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS11	13:24	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 00:00	00:30	02:00	05/01/91 02:30	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	SS09	11:02	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 13:32	00:30	03:00	05/01/91 17:02	05/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	3
4	SM09	01:18	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 18:21	00:30	02:00	05/01/91 20:51	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	SM07	00:03	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 20:55	00:30	02:00	05/01/91 23:25	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PNA02	00:14	0 dia(s) 00:00 min.	05/01/91 23:39	00:30	02:00	06/01/91 02:09	05/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	MACAÉ	06:17	0 dia(s) 00:00 min.	06/01/91 08:26	00:00	00:00	06/01/91 08:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 08:26	00:00	00:00	07/01/91 08:26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS16	05:21	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 13:47	00:30	03:00	07/01/91 17:17	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	3
3	SS08	00:17	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 17:35	00:30	03:00	07/01/91 21:05	07/01/1991 00:0	96,00	100,00	15,00	0,00	0,00	2
4	PCE01	00:11	0 dia(s) 00:00 min.	07/01/91 21:16	00:30	05:00	08/01/91 02:46	07/01/1991 00:0	80,00	100,00	25,00	0,00	0,00	4
5	PPM01	00:30	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 03:16	00:30	02:00	08/01/91 05:46	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
6	PA07	00:13	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 05:59	00:30	02:00	08/01/91 08:29	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	6
7	SS14	00:06	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 08:35	00:30	02:00	08/01/91 11:05	08/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	7
8	MACAÉ	04:52	0 dia(s) 00:00 min.	08/01/91 15:57	00:00	00:00	08/01/91 15:57		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 15:57	00:00	00:00	09/01/91 15:57		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS08	05:24	0 dia(s) 00:00 min.	09/01/91 21:22	00:30	03:00	10/01/91 00:52	09/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	2
3	MACAÉ	05:24	0 dia(s) 00:00 min.	10/01/91 06:16	00:00	00:00	10/01/91 06:16		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	12/01/91 10:35	00:00	00:00	12/01/91 10:35		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	NS11	13:24	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 00:00	00:30	02:00	13/01/1991 00:0	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	2
3	PA27	09:20	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 11:50	00:30	05:00	13/01/91 17:20	13/01/1991 00:0	64,00	100,00	25,00	0,00	0,00	3
4	NS03	02:08	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 19:28	00:30	02:00	13/01/91 21:58	13/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4
5	SS09	00:05	0 dia(s) 00:00 min.	13/01/91 22:04	00:30	03:00	14/01/91 01:34	13/01/1991 00:0	96,00	120,00	15,00	0,00	0,00	5
6	MACAÉ	07:00	0 dia(s) 00:00 min.	14/01/91 08:34	00:00	00:00	14/01/91 08:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1	MACAÉ	00:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 08:34	00:00	00:00	15/01/91 08:34		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	SS09	07:00	0 dia(s) 00:00 min.	15/01/91 15:34	00:30	03:00	15/01/91 19:04	15/01/1991 00:0	96,00	80,00	15,00	0,00	0,00	2
3	NS03	00:05	0 dia(s) 04:49 min.	16/01/91 00:00	00:30	02:00	16/01/91 02:30	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	5
4	SS05	00:46	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 03:16	00:30	02:00	16/01/91 05:46	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	3
5	SS11	00:44	0 dia(s) 00:00 min.	16/01/91 06:31	00:30	02:00	16/01/91 09:01	16/01/1991 00:0	64,00	80,00	10,00	0,00	0,00	4

Totais de tempos :

Desloc.: 11 dia(s) 05:21 min.
Espera: 0 dia(s) 18:27 min.
Manobra: 1 dia(s) 02:00 min.
Atend.: 5 dia(s) 17:00 min.

