

FABIANO SANTOS DE SOUZA

APLICAÇÃO DO MODELO DE ROTEAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS À
DISTRIBUIÇÃO DE FARDAMENTO DESTINADA AOS POSTOS DE VENDAS E DE
ENCOMENDAS NA MARINHA DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Apoio à Decisão e Logística.

Orientador: LUIS ERNESTO TORRES GUARDIA, D. Sc.

Niterói
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FABIANO SANTOS DE SOUZA

APLICAÇÃO DO MODELO DE ROTEAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS À
DISTRIBUIÇÃO DE FARDAMENTO DESTINADA AOS POSTOS DE VENDAS E DE
ENCOMENDAS NA MARINHA DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Apoio à Decisão e Logística.

Aprovada em 01 de junho de 2007.

BANCA EXAMINADORA

LUIS ERNESTO TORRES GUARDIA, D. Sc - Orientador
UFF

Prof. Dr. RUBEN HUAMANCHUMO GUTIERREZ
UFF

Prof. Dr. LUIZ BIONDI NETO
UERJ

Niterói
2007

Dedico este trabalho a minha querida Beta e ao meu filho Artur, com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha esposa, Betânia, e ao meu filho, Artur, pela compreensão, carinho e amor que preencheram os meus afastamentos em dedicação aos compromissos deste estudo.

Aos meus pais, Aires e Lúcia, pela infância feliz e digna que me deram e à minha Irmã, Ariane, pela companhia sempre harmoniosa.

Ao meu Orientador, Professor Torres, pelas qualidades que muito me impressionaram sendo comunicativo, positivo, polido e amigo.

Ao Capitão-Tenente (IM) Ricardo Morcillo, que dedicou tempo para prestar informações valiosas à consecução deste trabalho.

À Universidade Federal Fluminense e seus funcionários.

Aos Professores do Mestrado.

Ao Depósito de Fardamento da Marinha.

Ao Centro de Obtenção da Marinha.

EPIGRAFE

É plenamente confortável a situação passiva de aceitar as coisas já definidas. Certamente existiu algo que não precisasse ser mudado. Quantas interferências bem sucedidas ou não causaram seus resultados pelas mãos de seus agentes? É a vigência do desconforto presente na natureza que faz do mundo o lar do dinamismo. Não existe marasmo. A dúvida é sempre presente, seja em qualquer grau.

Na evolução do homem, num contexto geral, não há espaço para uma paisagem modesta, desde o início de sua história. A raiz de todo o conhecimento é resultante de um eterno desconforto interior e, assim, permanece indo adiante. Jamais seremos passíveis, pois nunca fomos antes.

A arte da vida está nos desdobramentos das ações humanas, transformando erros e acertos em conhecimento adquirido passado adiante e, devidamente, continuado. E apesar da aparente estagnação que possa alcançar, haverá sempre mais um passo a ser dado.

Esse estudo tem o sentido de contribuir para esse sentimento de inconformidade, tratando de um tema em “aparente” estabilidade. Ainda assim, a sua função não é revolucionar os métodos já em aplicação, mas apenas utilizar-se de outros para uma comparação de resultados. E, dessa forma, sugestionar a possibilidade de melhorias, caso existam.

O AUTOR.

RESUMO

Com o propósito de apresentar a estrutura logística de distribuição de uniformes no âmbito da Marinha do Brasil, analisando e identificando os elementos-chave do Canal de Distribuição dessa categoria de material, esse estudo recaiu sobre o emprego dos conceitos de Otimização Combinatória, mais propriamente os modelos de Roteamento e Programação de Veículos com vasto referencial teórico. O modelo atual de distribuição de uniformes é carente da estrutura e do planejamento necessário à condução da Política de Estoques contida nas normas da Marinha. Por esse motivo, o foco principal foi o desenvolvimento de uma estrutura ajustada a essas condições. Atualmente, o Canal de Distribuição é composto por elementos distribuídos pelo País, sendo responsáveis por uma sistemática de varejo. Os postos de distribuição e de encomendas são os elementos básicos desse sistema, onde o uniforme é destinado ao consumidor final, o militar. De início, esse estudo almejou alcançar todos os 25 postos existentes para a construção de um modelo. Entretanto, as características distintas entre os elementos de distribuição situados no Rio de Janeiro e os demais em outros estados fizeram com que houvesse a divisão dessas variáveis. Assim, o estudo voltou-se para a estrutura de distribuição em vias urbanas da Região Metropolitana do Rio, reduzindo o tamanho do problema para os quatro postos de maior demanda. Procurou-se, assim, estabelecer uma estrutura para a distribuição em lide, uma vez que o modelo atual é carente de planejamento e de recursos apropriados. A visualização de grafos foi parte integrante da modelagem envolvendo roteamento, sendo aplicadas distâncias e demandas entre os nós selecionados para serem estudados. Contudo, face às características de complexidade (NP-difícil) desses modelos, o pacote computacional utilizado, o LINDO 6.1, não permitiu estender o número de fatores em análise, devido à demanda excessiva de tempo para a simulação das variáveis e das restrições envolvidas. Por fim, os resultados obtidos demonstraram ser possível realizar melhorias no modelo existente, uma vez que a modelagem final estabeleceu condições estruturais possíveis de aplicação numa situação real.

Palavras-chave: Canal de Distribuição. Teoria dos Grafos. Roteamento de Veículos.

ABSTRACT

With the intention to present the logistic structure of distribution of uniforms in the scope of the Navy of Brazil, being analyzed and identifying the element-key of the Canal of Distribution of this category of material, this study it fell again on the job of the concepts of Combinatorial Optimization, more properly the models of Routing and Programming de Vehicles with vast theoretical refer. The current model of distribution of uniforms is devoid of the structure and the necessary planning to the conduction of the Politics of Supplies contained in the norms of the Navy. For this reason, the main focus was the development of a structure adjusted to these conditions. Currently, the Canal of Distribution is composed for elements distributed for the Country, being responsible for retail systematic. The ranks of distribution and orders are the basic elements of this system, where the uniform is destined to the final consumer, the military man. Of beginning, this study it longed for to reach all the 25 existing ranks for the construction of a model. However, the distinct characteristics between the situated elements of distribution in Rio de Janeiro and excessively in other states had made with that it had the division of these variables. Thus, the study Metropolitan of the Rio turned itself toward the structure of distribution in urban ways of the Region, reducing the size of the problem for the four ranks of bigger demand. It was looked, thus, to establish a structure for the distribution in deals, a time that the current model is devoid of planning and appropriate resources. The visualization of graphs was integrant part of the modeling involving routing, being applied distances and demands between we selected to be studied. However, face to the characteristics of complexity (NP-hard) of these models, used computational package, LINDO 6.1, and did not allow extending the number of factors in analysis, due to extreme demand of time for the simulation of the variable and the involved restrictions. Finally, the gotten results had demonstrated to be possible to carry through improvements in the existing model, a time that the final modeling established possible structural conditions of application in a real situation.

Keywords: Supply chain. Graph's Theory. Vehicle Routing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1 As típicas estruturas de canais, f. 18
- Fig. 2 A estrutura organizacional do SABM, f. 32
- Fig. 3 O mapeamento do canal de distribuição de uniformes, f. 33
- Fig. 4 A interação das informações no SINGRA, f. 35
- Fig. 5 A área de jurisdição dos Distritos Navais, f. 44
- Fig. 6 A distribuição geográfica de PDU/PEU, f. 45
- Fig. 7 Os tipos de problemas de roteirização, f. 51
- Fig. 8 Exemplo de grafo, f. 52
- Fig. 9 Lista de adjacências, f. 53
- Fig. 10 Matriz de adjacências, f. 53
- Fig. 11 A cidade de Königsberg, f. 54
- Fig. 12 O grafo das 7 pontes, f. 55
- Fig. 13 Exemplo de grafo Hamiltoniano, f. 55
- Fig. 14 O dodecaedro de Hamilton, f. 56
- Fig. 15 Conjunto de Caminhos (Festinger), f. 58
- Fig. 16 Algoritmo de Clarke e Wright, f. 61
- Fig. 17 Fórmula de penalidade, f. 63
- Fig. 18 Fórmula de penalidade máxima, f. 63
- Fig. 19 Matriz simétrica, f. 63
- Fig. 20 Matriz de alocação da solução inicial, f. 64
- Fig. 21 Subconjuntos de soluções, f. 64
- Fig. 22 Algoritmo húngaro, f. 65
- Fig. 23 Algoritmo húngaro após a fase 2, f. 66
- Fig. 24 Resultado obtido com o algoritmo húngaro, f. 66
- Fig. 25 Árvore de busca, f. 67
- Fig. 26 A relação geral entre o nível de serviço da distribuição física e as vendas, f. 68
- Fig. 27 A Compensação generalizada entre receitas e custos para diversos níveis de serviço logístico, f. 69
- Fig. 28 O modelo atual, f. 74
- Fig. 29 A área de cobertura no Rio de Janeiro, f. 76
- Fig. 30 O processo de tradução, f. 77
- Fig. 31 O processo de resolução de um problema, f. 78
- Fig. 32 As etapas de construção do modelo de programação matemática, f. 79
- Fig. 33 O processo de modelagem matemática, f. 83
- Fig. 34 A programação linear, f. 84
- Fig. 35 As formulações e suas transformações, f. 85
- Fig. 36 Rótulo de informações sobre o Lindo, f. 87
- Quadro 1 Características da modelagem, f. 87
- Quadro 2 Distâncias entre os postos selecionados, f. 88
- Fig. 37 Lindo Solver Status, f. 92
- Fig. 38 A dinâmica de resolução em *branch-and-bound*, f. 93
- Fig. 39 Resultado da função-objetivo, f. 94
- Fig. 40 Caminho executado pelo veículo “1”, f. 94

Fig. 41	Caminho executado pelo veículo “2”, f. 94
Quadro 3	Distâncias entre os postos de distribuição e o depósito, f. 146
Quadro 4	Modelagem matemática para 4 postos de distribuição, f. 147
Quadro 5	Mapa decorrente das iterações no LINDO, f. 148

LISTAS DE TABELAS

- TABELA 1 – Demanda dos postos considerados na modelagem, f. 88
TABELA 2 – Demanda por posto de distribuição em 2004 em m³, f. 104
TABELA 3 – Demanda por posto de distribuição em 2005 em m³, f. 105
TABELA 4 – Demanda por posto de distribuição em 2006 em m³, f. 105
TABELA 5 – Número de entregas mensais realizadas em 2004, f. 106
TABELA 6 – Número de entregas mensais realizadas em 2005, f. 106
TABELA 7 – Número de entregas mensais realizadas em 2006, f. 107
TABELA 8 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2004 em m³, f. 107
TABELA 9 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2005 em m³, f. 108
TABELA 10 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2006 em m³, f. 108
TABELA 11 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2004 a 2006 em m³, f. 109
TABELA 12 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2004, f. 110
TABELA 13 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2004, f. 111
TABELA 14 – Mapa de movimentação diária de março de 2004, f. 112
TABELA 15 – Mapa de movimentação diária de abril de 2004, f. 113
TABELA 16 – Mapa de movimentação diária de maio de 2004, f. 114
TABELA 17 – Mapa de movimentação diária de junho de 2004, f. 115
TABELA 18 – Mapa de movimentação diária de julho de 2004, f. 116
TABELA 19 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2004, f. 117
TABELA 20 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2004, f. 118
TABELA 21 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2004, f. 119
TABELA 22 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2004, f. 120
TABELA 23 – Mapa de movimentação diária de dezembro de 2004, f. 121
TABELA 24 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2005, f. 122
TABELA 25 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2005, f. 123
TABELA 26 – Mapa de movimentação diária de março de 2005, f. 124
TABELA 27 – Mapa de movimentação diária de abril de 2005, f. 125
TABELA 28 – Mapa de movimentação diária de maio de 2005, f. 126
TABELA 29 – Mapa de movimentação diária de junho de 2005, f. 127
TABELA 30 – Mapa de movimentação diária de julho de 2005, f. 128
TABELA 31 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2005, f. 129
TABELA 32 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2005, f. 130
TABELA 33 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2005, f. 131
TABELA 34 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2005, f. 132
TABELA 35 – Mapa de movimentação diária de dezembro de 2005, f. 133
TABELA 36 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2006, f. 134
TABELA 37 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2006, f. 135
TABELA 38 – Mapa de movimentação diária de março de 2006, f. 136
TABELA 39 – Mapa de movimentação diária de abril de 2006, f. 137
TABELA 40 – Mapa de movimentação diária de maio de 2006, f. 138
TABELA 41 – Mapa de movimentação diária de junho de 2006, f. 139
TABELA 42 – Mapa de movimentação diária de julho de 2006, f. 140
TABELA 43 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2006, f. 141

TABELA 44 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2006, f. 142
TABELA 45 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2006, f. 143
TABELA 46 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2006, f. 144
TABELA 47 – Mapa de movimentação diária de dezembro de 2006, f. 145

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMRJ	Arsenal da Marinha no Rio de Janeiro
Apud	Citada por; extraída de
BAMRJ	Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro
BP	Bilhete de Pagamento
CAM	Centro Acumulador de Material
CCIM	Centro de Controle de Inventário da Marinha
Cf.	Confira
CD	Central de Distribuição
CIAW	Centro de Instrução Almirante Wandenkolk
CNab	Complexo Naval de Abastecimento
COMRJ	Centro de Obtenção da Marinha
CREDIFARDA	Crédito de Fardamento
DAbM	Diretoria de Abastecimento da Marinha
DepFMRJ	Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro
DFM	Diretoria de Finanças da Marinha
DN	Distrito Naval
DepNavRJ	Depósito Naval do Rio de Janeiro
et. al	E outros
e. g.	<i>Exempli gratia</i> ; por exemplo
f.	Folha
et. seq.	Seguinte
FAB	Força Aérea Brasileira
Fig.	Figura
ibid.	Na mesma obra
JIT	Just in Time
MB	Marinha do Brasil
NBE	Número Brasileiro de Estoque
NIP	Número Identificador de Pessoal
OD	Órgão de Distribuição
OF	Oficiais
OM	Organização Militar
OMC	Organização Militar Consumidora
OMTC	Organização Militar de Tráfego de Carga
PDU	Posto de Distribuição de Uniformes
p.	Página
Passim	Aqui e ali
PEU	Posto de Encomendas de Uniformes
PO	Pedido de Obtenção
PRV	Problema de Roteamento de Veículos
RUMB	Regulamento de Uniformes da Marinha
SAbM	Sistema de Abastecimento da Marinha
SG	Sargento
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SINGRA	Sistema de Informações Gerenciais de Abastecimento

SISPDU	Sistema Informatizado dos Postos de Distribuição de Uniformes
SISVTR	Sistema de Controle de Viaturas
SJ	Símbolo de Jurisdição
SO	Suboficial
STC	Solicitação de Tráfego de Carga
RM	Requisição de Material
RMC	Requisição de Material para Consumo
RMT	Requisição de Material para Transferência
RTC	Requisição de Tráfego de Carga

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO, p. 16

- 1.1 APRESENTAÇÃO, p. 16
- 1.2 A ESCOLHA DO TÍTULO E A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA, p. 17
- 1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO, p. 19
 - 1.3.1 **Objetivo Geral**, p. 19
 - 1.3.2 **Objetivos Específicos**, p. 19
- 1.4 QUESTÕES DO ESTUDO, p. 20
- 1.5 JUSTIFICATIVA, p. 20
- 1.6 DELIMITAÇÃO DO OBJETO EM ESTUDO, p. 21
- 1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, p. 22
- 1.8 METODOLOGIA EMPREGADA, p. 23

2 CONTEXTO DA PESQUISA, p. 25

- 2.1 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA, p. 25
 - 2.1.1 **A Diretoria de Abastecimento da Marinha**, p. 29
 - 2.1.2 **A Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro**, p. 30
- 2.2 O FORNECIMENTO DE UNIFORMES NA MB, p. 32
 - 2.2.1 **O Canal de Distribuição**, p. 32
 - 2.2.2 **O Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento**, p. 35
 - 2.2.3 **Os Elementos de Distribuição**, p. 39
 - 2.2.4 **As Modalidades de Fornecimento**, p. 41
 - 2.2.5 **A Área de Cobertura**, p. 43

3 O PROBLEMA EM ESTUDO, p. 46

- 3.1 O REFERENCIAL TEÓRICO, p. 46
 - 3.1.1 **O Problema de Roteirização e Programação de Veículos**, p. 46
 - 3.1.2 **A Teoria dos Grafos**, p. 51
 - 3.1.3 **Heurísticas de Solução**, p. 60
 - 3.1.4 **Métodos Exatos**, p. 62
 - 3.1.5 **O Nível de Serviço Logístico da Distribuição Física**, p. 67
 - 3.1.6 **O Tipo de Distribuição**, p. 70
 - 3.1.7 **A Administração do Varejo**, p. 71
- 3.2 O MODELO ATUAL, p. 73
- 3.3 O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO, p. 76
 - 3.3.1 **O Sistema de Roteamento**, p. 79

4 A MODELAGEM MATEMÁTICA,	p. 82
4.1 A MODELAGEM E O APOIO A DECISÃO,	p. 82
4.2 A PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA,	p. 83
4.3 A FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS,	p. 85
4.3.1 Elementos constitutivos do modelo,	p. 85
4.3.2 Características da modelagem,	p. 86
5 RESULTADO,	p. 92
6 CONCLUSÃO,	p. 96
7 OBRAS CITADAS,	p. 98
8 OBRAS CONSULTADAS,	p. 103
9 APÊNDICES,	p. 104
10 ANEXOS,	p. 146

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Qualquer atividade exige condições mínimas para que ocorra, sendo fundamental a junção de elementos indispensáveis. Caberá sempre o planejamento de ações secundárias que subsidiem a atividade principal, fomentando relações com outras ações mais distantes, porém necessárias. À essa intercambialidade entre diversas tarefas deve-se atribuir que não há isolamento perfeito que permita afastá-las entre si.

A História descreve a evolução das relações entre as ações que promoveram o desenvolvimento mundial, trazendo progressivas inovações do conhecimento humano nas áreas sociais, econômicas e políticas. O que se observa é que o acúmulo de conhecimento tem levado o homem a procurar interpretações distintas que, com o passar dos anos, têm apresentado correlações tão próximas.

Para esse desenvolvimento o homem buscou suporte de experimentação, caracterizando situações desejáveis para que o objetivo principal fosse alcançado. A consciência de obter tal infra-estrutura antes de resolver seus problemas trouxe ao mundo a relevância das provisões no âmbito real. A provisão de meios mínimos ou totais, não importa, seria uma condição inerente ao sucesso.

Em seguida, a importância dos provimentos tornou-se ainda mais notória e o objeto, antes secundário, passou a ser observado como principal num dado momento de sua essencialidade. Assim, desenvolveu-se a Logística como objeto de estudo científico. E em seguida foram sendo atribuídas as relações com muitas outras áreas de estudos.

Primeiramente, a Logística foi empregada amplamente nas atividades militares, cujo teor das ações era o mais complexo desde épocas mais remotas na História. A evolução tecnológica e o desenvolvimento do conhecimento humano reservaram um imenso espaço

para o emprego dos conceitos logísticos criados.

Desse modo, a atualidade propõe o desafio de trazer novas diferenciações para esse conhecimento, que permitam a continuidade de uma evolução tão remota.

1.2 A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Dentre muitos recursos necessários ao desempenho da Força Militar Naval, destacam-se também os uniformes, símbolo do orgulho e do reconhecimento da condição de militar, que sugere um comprometimento com a representação investida por cada indivíduo. A falta desse produto tem, além de outros efeitos, a diminuição moral de pertencimento. A farda é algo institucional e a distribuição de seus componentes deve ser alvo de constante aprimoramento. Instituída tal condição, a distribuição de uniformes é a base da otimização em diversas partes da cadeia de suprimentos. O uniforme militar é uma categoria de material identificada no âmbito da Marinha pelo Símbolo de Jurisdição (SJ) “U”, contendo mais de 3.000 itens registrados no SINGRA. A distinção entre os itens se dá por tipo e, na maioria dos casos, também pelo tamanho. A distribuição de uniformes aos militares se dá na forma de varejo, contemplando uma rede de distribuição composta por 26 postos de Distribuição/Encomendas posicionados geograficamente pelo País. Nesse caso, pode-se dizer que o DepFMRJ faz o papel do atacadista, servindo de intermediário entre os fabricantes/fornecedores e os varejistas (Fig. 1). Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2006, p. 99) o principal papel do atacadista está em sua especialização em desempenhar sortimento de modo a reduzir custos e risco para os outros membros do canal e os varejistas são os participantes mais visíveis para os consumidores, desempenhando funções que se combinam para oferecer aos seus clientes-alvo os produtos certos, no local certo, no tempo certo, na quantidade certa e no preço certo. O desempenho dessas atividades está diretamente relacionado com a administração dos níveis de serviço do canal de distribuição, sendo desejável o alcance dos patamares estabelecidos no planejamento. Contudo a fixação de níveis de serviços compreende a identificação de elementos-chave que determinam o serviço e a forma como podem ser medidos, cabendo a administração fixar os padrões de nível de serviço após o conhecimento desses elementos. (BALLOU, 1993, p. 80 et seq.)

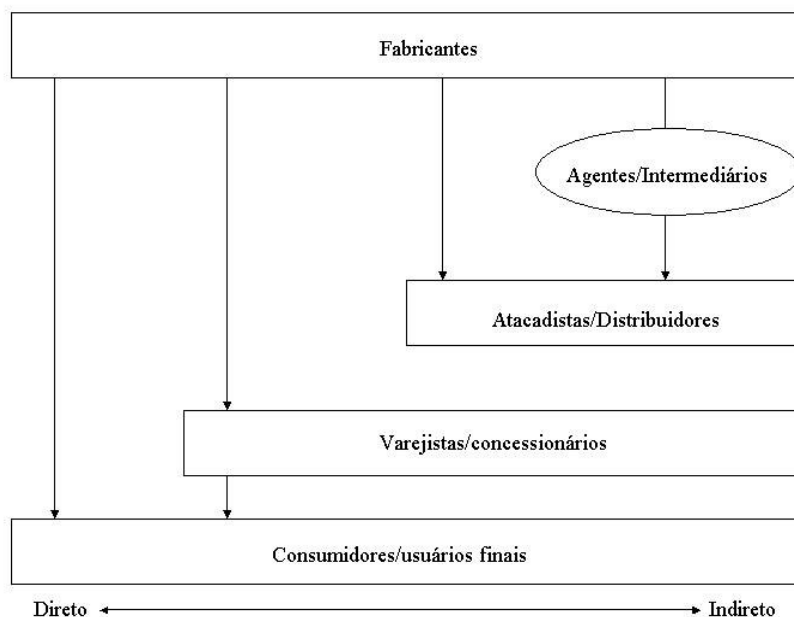


Figura 1 – As típicas estruturas de canais.
 Fonte: Bowersox, Closs e Cooper, 2006, p. 100.

Apesar da estrutura estabelecida na Marinha, o fluxo não tem garantido os níveis de serviço desejados, possibilitando o atendimento ideal das necessidades do cliente-alvo desse sistema. Dentre as muitas causas, citam-se as principais:

- a) a falta de recursos financeiros para a manutenção dos níveis de estoques adequados;
- b) o processo moroso de aquisição provocada pelas barreiras da legislação vigente para as aquisições no âmbito governamental;
- c) a diversidade de itens registrados necessários ao estabelecimento da andaina básica de uniformes; e
- d) a falta de planejamento adequado na execução da distribuição e transporte de uniformes, garantindo o fluxo DepFMRJ-PDU/PEU.

Observou-se que o estudo desse canal de distribuição traria uma série de questionamentos, cujas respostas conduziram a sua otimização. Sendo assim, a problemática se deu na aplicação de métodos de roteamento dos veículos utilizados na distribuição de uniformes entre o Depósito de Fardamento e os postos mais próximos, localizados na região

metropolitana do Grande Rio, Estado do Rio de Janeiro. Esperava-se obter o menor custo de transporte percorrendo a menor distância entre os postos e o depósito, havendo apenas uma única visita sem a sobreposição das rotas. Ao final, restaria um modelo delineado para esse tipo de distribuição rápida com veículos de pequeno porte, cuja finalidade seria o atendimento a uma programação linear de distribuição, com saídas freqüentes em períodos constantes.

Dessa forma, esperou-se, ao final desse estudo, uma resposta para o problema a seguir: a distribuição de uniformes necessários à provisão das vendas particulares nos PDU/PEU é adequada para o atendimento às necessidades dos militares da Marinha do Brasil?

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.3.1 **Objetivo Geral**

Descrever e analisar a estrutura logística de distribuição de uniformes adotada no âmbito do Sistema de Abastecimento da Marinha para aplicação do modelo de roteamento de veículos.

1.3.2 **Objetivos Específicos**

- a) Apresentar as atividades de distribuição desenvolvidas nos âmbitos da logística militar e empresarial, enfocando, principalmente, as principais ações adotadas para o provimento dos sistemas de varejo;
- b) Expor a estrutura de aquisição e distribuição de uniformes na Marinha do Brasil;
- c) Identificar as variáveis que afetam a distribuição de uniformes;
- d) Reproduzir e analisar os dados de distribuição de uniformes que são manuseados pelo CCIM e o DepFMRJ;
- e) Comparar a sistemática de distribuição de uniformes em uso com a roteirização proposta para otimização;
- f) Modelar matematicamente, sob a ótica da Programação Linear, utilizando-se pacote computacional (*package computer*), a roteirização simulada, de forma a possibilitar a realização de inferências acerca da otimização; e
- g) Propor soluções para o problema em questão.

1.4 QUESTÕES DO ESTUDO

O presente estudo pretendeu obter as respostas para a superação dos questionamentos que contribuirão para a solução do problema apresentado:

- a) Quais são as metas previstas para a política de estocagem e distribuição de uniformes no âmbito do Sistema de Abastecimento da Marinha?
- b) Qual a estrutura logística de abastecimento de uniformes no âmbito do Sistema de Abastecimento da Marinha?
- c) Quais são as variáveis que interferem no abastecimento de uniformes ao longo da cadeia de abastecimento?
- d) Quais as definições usadas pela Marinha do Brasil para a mensuração dos Níveis de Serviços adotados?
- e) Quais os aspectos do modelo de otimização combinatória a ser adotado estão mais próximos da situação apresentada?
- f) Quais as possibilidades de melhorias do processo de abastecimento de uniformes?

1.5 JUSTIFICATIVA

Esse estudo procurou avaliar a viabilidade do modelo de distribuição de uniformes existente perante as normas da Marinha do Brasil para esse tipo de distribuição. O intuito foi fazer da estrutura atual um modelo de análise de comparação entre a prática e a teoria proposta nos manuais, a fim de obter, ao final do estudo, os meios que levem a um processo de otimização.

De início, a deficiência orçamentária para manutenção de elevados níveis de estoques foi o ponto de partida para a formação da primeira hipótese do estudo, considerando-se tal fator inalterável, diante do ambiente em estudo. É fato que o provimento de recursos não interferiu no escopo do problema, devendo ser feita análise contemplando-se a disponibilidade de estoques para distribuição. Em seqüência, a identificação dos diversos problemas encontrados, levou a pontuar sobre o mesmo aspecto em todas as referências feitas, ou seja, o processo de distribuição e suas condições estruturais para isso. Desse modo, a pesquisa sobre a demanda de uniformes encerrou a discussão sobre o objeto central desse estudo, a qual se aprofundava em todo o contexto a otimização do movimento de veículos

empregados no modelo. Assim sendo, a aplicação de uma programação das entregas com base nessa estrutura, sendo definidos o tipo de veículo e o roteamento adequado, almejou fornecer a melhor contribuição possível, tendo como pressupostos os conceitos que destacam a determinação dos Níveis de Serviços, a aplicação da política do *Just in Time* (JIT), a programação de veículos e o estabelecimento de uma nova política de estoques para esses itens.

O estudo de logística a ser delineado envolverá somente os aspectos relacionados à cadeia de abastecimento de uniformes no âmbito do Sistema de Abastecimento da Marinha, tratando de suas tarefas, funções e qualidades.

1.6 DELIMITAÇÃO DO OBJETO EM ESTUDO

O ambiente do objeto em estudo foi posicionado dentro da estrutura logística da Marinha do Brasil, instituição de governo com vínculo ao Ministério da Defesa, criado para integrar as três Forças Singulares, como descrito em sua página na internet:

São raros os países que atualmente não reúnem suas Forças Armadas sob um único órgão de defesa, subordinado ao Chefe do Poder Executivo. No Brasil, as três Forças Armadas mantinham-se em ministérios independentes, até a criação oficial do Ministério da Defesa em 10 de junho de 1999. [...] o Ministério da Defesa foi oficialmente criado, o Estado-Maior das Forças Armadas extinto e os Ministérios da Marinha, do Exército e da Aeronáutica transformados em Comandos.¹

O Sistema de Abastecimento da Marinha foi abordado em sentido amplo. Esse estudo limitou-se às Organizações Militares que interagem com o fluxo de itens de uniformes de forma direta ou indireta. O foco principal foi a distribuição desses itens para a venda particular realizada nos Postos de Distribuição e de Encomenda posicionados pelo país, com a missão de prover os militares nas proximidades de seus domicílios².

Almejou-se, assim, a avaliação das condições vigentes e a proposição de métodos e possibilidades ainda não aplicados, que certamente trarão resultados quando aplicados. No levantamento estatístico de dados foram considerados os últimos três anos, ou seja, de 2004 a 2006.

¹ Disponível em <https://www.defesa.gov.br/conheca_md/index.php?page=historico>. Acesso em 13 set. 2006.

² Cf. Código Civil, art. 33, alínea c: “o militar - o lugar onde servir, e, se for da Marinha ou da Aeronáutica, a sede do comando a que se encontrar imediatamente subordinado”.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi desenvolvido em 10 capítulos, que definem, em sentido amplo, a introdução, o desenvolvimento, a conclusão e a base de dados pesquisada.

No capítulo 1, realizou-se uma breve apresentação do tema proposto inserindo-o no escopo do trabalho a ser elaborado. Nesse capítulo, foi identificado o problema e traçados os objetivos do estudo, para que obtivesse respostas aos quesitos formulados. Após a definição dos procedimentos metodológicos realizados, foi possível obter a montagem da estrutura do trabalho científico ora apresentado.

No capítulo 2, iniciou-se o desenvolvimento do trabalho, com a apresentação do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) e seus elementos organizacionais, que serviram de alicerce para uma avaliação da teoria existente no âmbito militar.

No capítulo 3, foi apresentado uma breve exposição do ambiente em estudo e todo o referencial teórico relacionados com a Teoria dos Grafos, o Nível de Serviço Logístico, a Administração de Varejo e o Tipo de Distribuição de Material numa Cadeia de Abastecimento, com enfoque na distribuição de uniformes para venda aos militares da Marinha do Brasil. Mais adiante se encontram identificadas e analisadas as variáveis componentes da distribuição de uniformes, no âmbito do universo pesquisado, dando ênfase ao nível de serviço, ao roteamento de veículos, ao transporte e a distribuição, permitindo a antecipação de algumas conclusões que serviram de base para o estabelecimento da análise das diversas variáveis e das peculiaridades inerentes ao objeto estudado. Ainda nesse capítulo, buscou-se analisar conclusivamente, à luz dos fundamentos conceituais e das informações obtidas junto aos órgãos pertencentes ao universo de estudo, as melhores alternativas para a solução do problema proposto, de forma a se ter eficiência e eficácia nas medidas sugeridas.

No capítulo 4, consta uma modelagem matemática com o uso do *software* de otimização LINDO 6.1, que permitiu sugerir os caminhos a serem realizados para minimizar a distância percorrida entre os postos de distribuição de uniformes, baseando-se na fixação da demanda, na distância obtida para cada aresta e na padronização dos veículos com capacidade de carga definida. O capítulo 5 contém os resultados apurados após a aplicação do algoritmo no Lindo 6.1, tendo sido explicitados os fatos que acarretaram a situação final alcançada com a otimização desejada.

No capítulo 6, constam as respostas aos quesitos formulados no início do estudo, realizando uma conclusão geral do trabalho e apresentando sugestões para pesquisas futuras,

que pudessem concorrer para a evolução do Sistema de Abastecimento da Marinha, sobretudo na distribuição de uniformes destinada à venda no varejo por meio dos postos estabelecidos.

Nos capítulos 7, 8, 9 e 10 estão disponíveis as Obras Citadas, as Obras Consultadas, os Apêndices e os Anexos, respectivamente.

1.8 METODOLOGIA EMPREGADA

A pesquisa em questão consistiu em apresentar um estudo de caso sobre a distribuição de uniformes na estrutura de abastecimento da Marinha do Brasil. Sendo assim, os procedimentos a serem empregados reservam-se a esse tipo. A pesquisa tem caráter exploratório com amplo levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, além da análise dos processos em uso. Assim, desejou-se apresentar as características do abastecimento de uniformes no âmbito da Marinha, identificando as variáveis que atuam nesse sistema.

Além do levantamento bibliográfico, foi realizada a consulta documental aos manuais de procedimentos vigentes na Marinha, relacionados ao objeto dessa pesquisa. Em paralelo, foi elaborada uma pesquisa descritiva a respeito das rotinas de distribuição de uniformes aos Postos de Distribuição e de Encomendas, situados na área do Comando do 1º Distrito Naval com sede na cidade do Rio de Janeiro. Os dados estatísticos levantados são provenientes do CCIM e do DepFMRJ, sendo as Organizações Militares diretamente envolvidas nos processos. Posteriormente, foi elaborado o modelo matemático, baseado em Programação Linear, aplicando o método de Roteamento de Veículos, para o delineamento do roteiro de distribuição de uniformes.

O levantamento estatístico consistiu na utilização de amostragem com base nos fatos ocorridos nos últimos três anos, sendo a data-limite o mês de dezembro de 2006. Os dados obtidos permitiram observar:

- a) A demanda de uniformes desacoplada por unidade de venda, durante o período;
- b) O volume de material movimentado para cada unidade de venda (Apêndices);
- c) Os tempos de processamento e atendimento das RMT, para os itens disponíveis em estoque; e

- d) A comparação dos tempos de expedição e distribuição entre os Postos de Distribuição e de Encomendas, localizados na área do 1º Distrito Naval com sede no Rio de Janeiro.

A busca das informações seguiu o seguinte ordenamento:

- a) Consultas às publicações sobre os assuntos tratados;
- b) Consultas aos bancos de dados informatizados, possibilitando a extração de dados utilizados na amostragem; e
- c) Entrevistas com os profissionais das áreas relacionadas com os assuntos estudados.

2 CONTEXTO DA PESQUISA

2.1 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA

A pesquisa em questão foi desenvolvida dentro do contexto pertinente ao Sistema de Abastecimento da Marinha, que é um subsistema do Sistema de Apoio Logístico, cujos pilares foram desenvolvidos ao longo de anos de emprego dos meios militares. No âmbito da Marinha do Brasil (MB), o Abastecimento é um conjunto de atividades que tem o propósito de prever e prover, para as Forças e demais OM da MB, o material necessário a mantê-las em condições de plena eficiência.

Assim, o Abastecimento proporciona um fluxo adequado do material necessário, desde as fontes de obtenção até as Organizações Militares Consumidoras (OMC), abrangendo a Função Logística Suprimento e parte da Função Logística Transporte, além de relacionar-se, estreitamente, com a Função Logística Manutenção. Aplicam-se ao Abastecimento as mesmas atividades das Fases Básicas da Logística:

- a) Determinação de Necessidades – conforme definido na Doutrina de Logística Militar, a Determinação de Necessidades decorre do exame pormenorizado dos planos propostos e, em particular, das ações e operações previstas, definindo quais são as necessidades, quando, em que quantidade, com que qualidades e em que local deverão estar disponíveis. A importância desta fase é ressaltada pela complexidade a ela inerente e por se constituir na base em que se assentarão as fases subseqüentes. É importante acrescentar que, em função da escassez de recursos, a Determinação de Necessidades não pode prescindir do estabelecimento de prioridades;

- b) Obtenção – é a fase em que são identificadas as fontes e tomadas as medidas para a aquisição das necessidades apresentadas; e
- c) Distribuição – consiste em fazer chegar, oportuna e eficazmente, aos usuários, todos os recursos fixados pela determinação das necessidades.

Essas Fases Básicas descritas são desdobradas, na MB, em várias atividades que devem ser executadas, quase todas, muito antes de ocorrer a necessidade do material, a fim de que possa ser garantido o apoio eficaz, no momento adequado.

O provimento dos itens de material, de qualquer natureza, necessários às OM, é decorrência do processamento de todas estas atividades.

Em virtude das características e requisitos envolvidos, as Atividades de Abastecimento são agrupadas em dois tipos: Atividades Técnicas e Gerenciais.

As Atividades Técnicas são aquelas relativas à orientação especializada pertinente às características qualitativas, funcionais e de utilização do material, traduzidas na elaboração e estabelecimento de normas que assegurem a consecução dos padrões a serem observados e dos resultados esperados com a sua utilização; variam conforme a natureza do material e devem ser exercidas antes das Atividades Gerenciais, pois lhes servem de base.

As Atividades Técnicas de Abastecimento são as seguintes:

- a) Pesquisa – é a atividade onde se empregam procedimentos teóricos e experimentais, visando à ampliação dos conhecimentos fundamentais. Quando não se pretende a aplicação imediata dos resultados obtidos na solução de problemas práticos preestabelecidos, diz-se que se trata de Pesquisa Básica, Pura ou Científica; caso contrário, a atividade recebe o nome de Pesquisa Aplicada ou Tecnológica;
- b) Desenvolvimento – é a aplicação de conhecimentos teóricos ou tecnológicos à criação, ao aperfeiçoamento ou à modificação de técnicas, itens de material, equipamentos ou sistemas. Esta Atividade se processa partindo de um estágio preliminar (desenvolvimento de um protótipo ou demonstração de exequibilidade) passa pela fase de provas ou testes e progride até atingir o estágio de plena industrialização e emprego;
- c) Avaliação – é o processo de comparação entre o desempenho de um item de material, equipamento ou sistema e os padrões teóricos ou práticos previamente

estabelecidos. No caso mais corrente, consiste em verificar se um material satisfaz a uma necessidade existente. Pode ser encarada de duas maneiras:

- 1) Avaliação Técnica – é o processo de estudo e investigação, conduzido pelo encarregado do desenvolvimento do material, tendo por propósito determinar a sua adequabilidade técnica para emprego na Marinha; e
 - 2) Avaliação Operativa – é o processo de prova e análise de um material específico, conduzido, tanto quanto possível, sob condições reais de emprego. Seu propósito é determinar a adequabilidade de sua produção, em face dos seguintes fatores básicos: aumento de eficácia militar conseguido pela adoção do material e eficácia do material avaliado, em comparação com o material já disponível;
- d) Especificação – é o estabelecimento das características técnicas detalhadas de cada material (matéria-prima, composição, forma, dimensões, tolerâncias, rendimento, estrutura, aparência etc.) e dos requisitos de verificação destas características;
- e) Inspeção – é a verificação dos materiais através de testes e exames, durante e após a produção, a fim de verificar a fiel observância das especificações preestabelecidas;
- f) Determinação Técnica de Necessidades – é a fixação, para um determinado período de tempo, das quantidades correspondentes às dotações iniciais do material necessário ao adequado apoio aos meios operativos e às demais OM da Marinha. A Determinação Técnica de Necessidades materializa-se através da elaboração de Listas de Dotação, organizadas com base na Configuração de Equipamentos da OM e em função de fatores de natureza técnica, tais como: a importância do componente para o funcionamento do conjunto; a probabilidade de avaria; a manutenção planejada e as características e emprego do material; e
- g) Orientação Técnica – é o estabelecimento de normas e procedimentos relacionados com a administração e o emprego do material. A Orientação Técnica materializa-se através da elaboração de instrução e da prestação da assistência técnica necessária. Compreende, principalmente, os seguintes aspectos:
- 1) Orientação Técnica do Fornecimento – orientação sobre o material cujo fornecimento, por motivos técnicos, deve sofrer restrições;
 - 2) Orientação Técnica da Catalogação – orientação quanto à identificação, nomenclatura, classificação, aplicação, substituição, intercambialidade, introdução e cancelamento do material no universo de material da Marinha;

- 3) Orientação Técnica da Armazenagem – orientação quanto ao recebimento, perícia, estocagem, segregação, preservação e acondicionamento requeridos pelas características especiais de determinados itens de material;
- 4) Orientação Técnica da Destinação de Excessos – orientação quanto ao destino a ser dado ao material considerado em excesso (ocioso, recuperável, antieconômico e inservível); e
- 5) Orientação Técnica da Utilização – orientação quanto à montagem, instalação, operação, emprego e manutenção do material, de acordo com as condições programadas.

As Atividades Gerenciais são aquelas de caráter administrativo, diretamente relacionadas com a manutenção do fluxo adequado do material necessário às Forças e demais OM da MB, desenvolvidas com base nos padrões fixados através do prévio desempenho das Atividades Técnicas. São executadas sobre quaisquer categorias de material, independentes de sua natureza, e correspondem à etapa de PROVISÃO do material.

As Atividades Gerenciais de Abastecimento são as seguintes:

- a) Catalogação – é a atividade que compreende a simbolização do material e a organização, confecção, publicação, distribuição, regulamentação do manuseio e permanente atualização do CATÁLOGO DA MARINHA. A Catalogação tem como propósitos classificar e atribuir símbolos aos itens de material e estabelecer uma linguagem única de material entre os elementos envolvidos no processo de Abastecimento. Emprega métodos padronizados para identificação, classificação e atribuição de símbolos, divulgando-os através de publicações específicas;
- b) Contabilidade do Material – é a atividade que compreende a contabilização de todo o material existente em estoque, mediante adequado processo de escrituração;
- c) Determinação Corrente de Necessidades – é a atividade que fixa as reais necessidades de material em determinado momento. Tem seu cálculo baseado na integração e racionalização das necessidades estimadas pelos Setores Técnicos, corrigidas através da utilização de índices apurados por ocasião do acompanhamento da demanda real de cada item. De seu desempenho resultam os NÍVEIS DE ESTOQUE, que possuem um caráter altamente dinâmico;
- d) Controle de Estoque – é o registro sistemático da movimentação do material ocorrida em cada ponto de acumulação. Possibilita o conhecimento, a qualquer

momento, das quantidades existentes em estoque e da localização de cada item nas áreas de armazenagem;

- e) Controle de Inventário – é a atividade relacionada com a manutenção do adequado equilíbrio entre as necessidades da Marinha e as disponibilidades de material nos pontos de acumulação. Define, assim, a ação de reabastecimento ou de redistribuição de estoque, visando a evitar imobilização desnecessária de capital, sem prejuízo do atendimento das necessidades. Consiste no permanente confronto entre a Determinação Corrente de Necessidades e as efetivas disponibilidades apontadas pelo Controle de Estoque, resultando providências de Obtenção ou de Destinação de Excessos;
- f) Obtenção – é a atividade relacionada com a procura e a aquisição do material necessário e com a promoção do fluxo entre as fontes de obtenção e os pontos de acumulação. É exercida, normalmente, com base nas informações resultantes do Controle de Inventário;
- g) Armazenagem – é a atividade relacionada com a acumulação e a movimentação do material, compreendendo o recebimento, a perícia, a estocagem, a guarda e a conservação desse material;
- h) Tráfego de Carga – é a atividade relacionada com a seleção do adequado meio de transporte e o estabelecimento de acordos para a movimentação do material, de um ponto a outro, incluindo a administração e o controle desta tarefa;
- i) Fornecimento – é a atividade relacionada com a entrega do material ao utilizador;
e
- j) Destinação de Excessos – é a atividade relacionada com a redistribuição, transferência, alienação, cessão, destruição ou confinamento do material classificado como excesso nos pontos de acumulação.

2.1.1 A Diretoria de Abastecimento da Marinha

A Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), subordinada à Secretaria Geral da Marinha (SGM), foi criada juntamente com a Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), em 13 de abril de 1977, a partir do desmembramento da Diretoria de Intendência da Marinha. Sua primeira sede era localizada no complexo da Avenida Brasil, nº 10500 - Olaria.

Em 30 de maio de 1995 foi transferida para o centro da cidade, no Edifício 23 do AMRJ, e em 18 de setembro de 1998 assumiu suas novas instalações no 4º andar do Edifício Almirante Gastão Motta, onde se encontra atualmente. É o órgão do Comando da Marinha que tem por finalidade exercer a Direção Gerencial do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM), que se constitui em um conjunto de órgãos, processos e recursos de qualquer natureza, interligados e interdependentes. Para a consecução de seu propósito, cabem a DAbM as seguintes tarefas:

- a) Atuar como órgão central do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM);
- b) Planejar, orientar, coordenar e controlar as atividades gerenciais de Abastecimento;
- c) Executar ou promover a execução da Atividade Gerencial de Abastecimento “Catalogação”;
- d) Administrar a armazenagem e o fornecimento das Dotações Iniciais de Bordo e de Base dos novos meios obtidos pela MB;
- e) Desenvolver e manter sistemas de informações gerenciais, apoiados em processamento eletrônico de dados (PED); e
- f) Atuar como Órgão Técnico dos itens: Viaturas Administrativas, Material Comum, Gêneros Alimentícios e Fardamento.

2.1.2 A Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro

A Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro (BAMRJ), com sede na cidade do Rio de Janeiro, RJ, foi criada pela Portaria Ministerial nº 0771, de 21 de dezembro de 1993, com denominação de Base Almirante Newton Braga, posteriormente alterada para a atual denominação, por intermédio da Portaria Ministerial nº 0467, de 11 de setembro de 1995. A BAMRJ teve o primeiro Regulamento aprovado pela Portaria nº 0050, de 06 de abril de 1994, e revogada pela Portaria nº 0409, de 05 de outubro de 1998, ambas do Chefe do Estado-Maior da Armada.

Passou a ter sua organização e atividades estruturadas pelo Regulamento aprovado pela portaria nº 0033, de 17 de setembro de 1998 e revogada pela Portaria nº 3, de 12 de janeiro de 2000, ambas do Secretário-Geral da Marinha. A BAMRJ passa a ter sua organização e atividades estruturadas pelo presente Regulamento, aprovado pela Portaria nº 3,

de 12 de janeiro de 2000, do Secretário-Geral da Marinha. Atualmente a BAMRJ está subordinada à Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM). A BAMRJ tem o propósito de apoiar, no que diz respeito aos serviços gerais, as Organizações Militares localizadas na área do Complexo Naval de Abastecimento da Avenida Brasil – CNAb, sendo elas:

- a) Centro de Controle de Inventários da Marinha (CCIM);
- b) Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ);
- c) Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSubMRJ);
- d) Depósito de Sobressalentes da Marinha no Rio de Janeiro (DepSMRJ);
- e) Depósito de Material de Eletrônica da Marinha no Rio de Janeiro (DepMEMRJ);
- f) Depósito de Material Comum da Marinha no Rio de Janeiro (DepMCMRJ);
- g) Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro (DepFMRJ);
- h) Depósito Naval da Marinha no Rio de Janeiro (DepNavRJ); e
- i) Centro de Catalogação das Forças Armadas (CECAFA), subordinado ao Ministério da Defesa.

Para consecução de seu propósito, cabem a BAMRJ as seguintes tarefas:

- a) Prover facilidades de apoio a rancho, assistência social, transporte, saúde e prática de esporte, ao pessoal do CNAb;
- b) Manter as instalações das OM do CNAb;
- c) Prover a segurança da Base; e
- d) Executar atividades administrativas, de forma integrada, em apoio às OM do CNAb.

Em situação de mobilização, conflito, estado de defesa, estado de sítio, intervenção federal, e em regimes especiais, cabem a BAMRJ as tarefas concernentes à mobilização e à desmobilização que lhes forem atribuídas pelas Normas e Diretrizes referentes à Mobilização Marítima e as emanadas pelo Diretor de Abastecimento da Marinha.

A estrutura organizacional do Sistema de Abastecimento da Marinha do Brasil (SAbM) é demonstrada na figura (Fig. 2) a seguir. A Diretoria de Abastecimento está estabelecida sobre três órgãos organizados para desenvolverem as tarefas de determinação das necessidades, obtenção e distribuição ou apoio, cabendo, respectivamente ao CCIM, COMRJ e à BAMRJ. Os depósitos, subordinados ao CCIM, desempenham as tarefas de armazenagem,

perícia, recebimento, controle de estoques e expedição das encomendas realizadas pelos demais órgãos clientes (OMC), incluindo os postos de distribuição e venda de uniformes distribuídos pelo País.

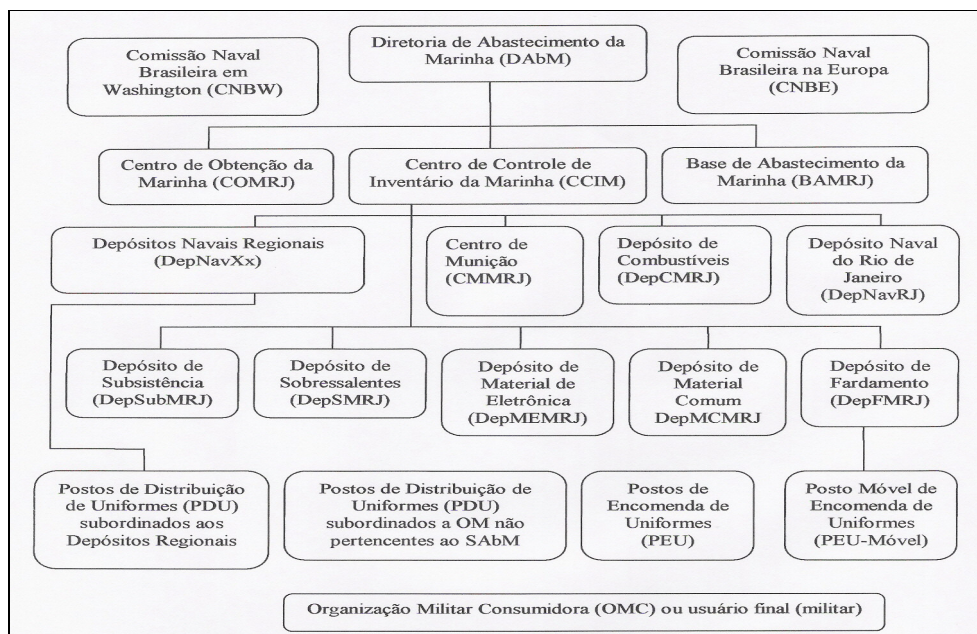


Figura 2 – A estrutura organizacional do SAbM

Fonte: Marinha do Brasil

2.2 O FORNECIMENTO DE UNIFORMES NA MB

2.2.1 O Canal de Distribuição

A necessidade de suprir a demanda de uniformes destinada aos militares da ativa fez com que a Marinha desenvolvesse uma estrutura que possibilitasse tal feito, onde cada elemento organizacional desempenha uma função inerente ao processo de distribuição.

Para Ballou (1993, p. 40) a distribuição física é um ramo da logística empresarial que trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais da empresa. Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2006, p. 93) o Canal de Distribuição pode ser definido como uma rede de organizações e instituições que, em combinação, desempenham todas as tarefas para ligar produtores a clientes finais, a fim de realizar a tarefa de *marketing*.

O enfoque nesses conceitos possibilitou o mapeamento do canal de distribuição de uniformes desempenhado na Marinha (Fig. 3), com a identificação das funções exercidas e os respectivos responsáveis.

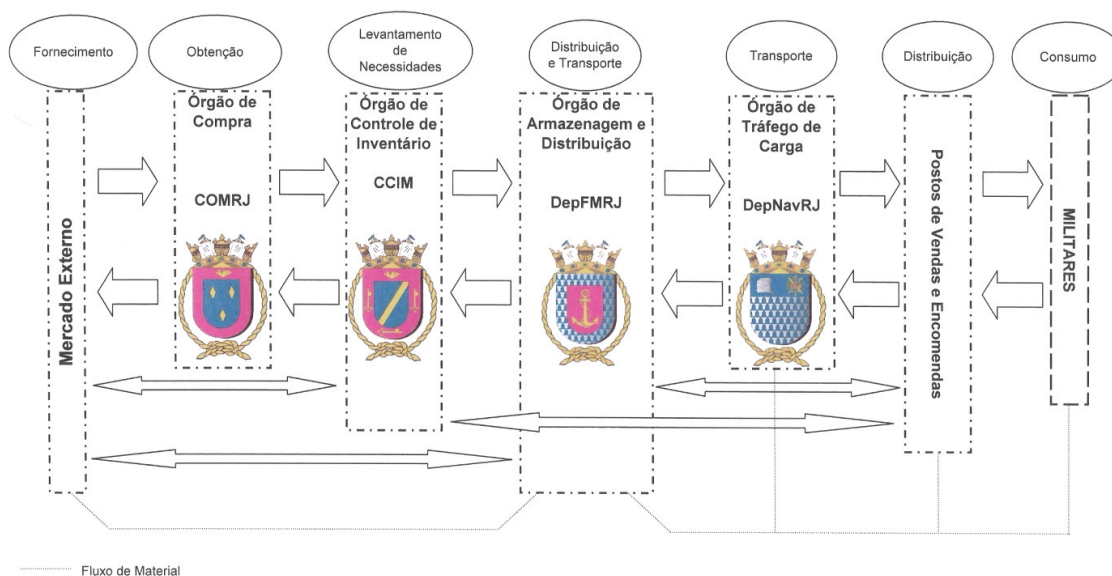


Figura 3 – O mapeamento do canal de distribuição de uniformes.
Fonte: o autor.

A determinação de necessidades em sentido corrente permite acompanhar os níveis de estoque e avaliar o momento de reabastecimento, disparando *inputs* para a obtenção de recursos materiais junto ao mercado. O Centro de Controle de Inventários da Marinha (CCIM) é órgão do Sistema de Abastecimento da Marinha, subordinado à Diretoria de Abastecimento da Marinha, responsável por executar a determinação de necessidades, utilizando os recursos do Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA), cujo banco de dados conta com os valores dos estoques disponíveis e em trânsito, já segregados, que se destinam aos diversos órgãos consumidores e navios espalhados geograficamente pelo país. Ressalta-se ainda a disponibilidade de ferramentas de determinação de demandas utilizando recursos matemático de previsão, como, por exemplo, as médias móveis, possibilitando medir a sazonalidade de cada item.

A obtenção é atividade gerencial que sucede a determinação de necessidades, após a inserção dos Pedidos de Obtenção feitos pelo CCIM no SINGRA, onde são agregados aos Processos de Aquisição. O Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ) é o órgão responsável pela execução da obtenção no País, executando ainda as atividades de

acompanhamento (*follow up*) e gestão dos recursos destinados ao pagamento das aquisições efetuadas. As aquisições são feitas mediante a execução de procedimentos administrativos formais contidos nos processos licitatórios, sob a égide da legislação pertinente³.

Após o processo de obtenção, os fornecedores contratados entregam os produtos adquiridos no DepFMRJ para recebimento, perícia, armazenagem, expedição e distribuição aos Postos de Distribuição e de Encomendas, que realizam a distribuição aos clientes finais; militares da ativa. Em comparação com a distribuição dos demais recursos necessários ao desempenho das atividades da Marinha, a distribuição de uniformes possui imenso diferencial, tendo em vista a necessidade de atender a individualidade de cada militar. O nível de sortimento deve considerar a biometria, a graduação, a especialização e o sexo de cada um. Bowersox, Closs e Cooper (2006) definiram como um passo básico para esse sortimento a concentração, que se refere à coleta de grandes quantidades de produto ou de produtos múltiplos para serem vendidos ou distribuídos como um grupo. A concentração contribui para a redução dos custos de transportes. Sendo assim, o arranjo do canal deve cooperar para o fornecimento de uma composição apropriada de produtos.

O Depósito Naval do Rio de Janeiro é a Organização Militar de Tráfego de Carga (OMTC) e responsável pela movimentação e controle das cargas de propriedade da Marinha. Por essa atribuição, incumbiu-se da atividade de efetuar contratações de empresas que realizassem o transporte de material tornando viável a tarefa de abastecer as Organizações Militares da Marinha em todo o território nacional de forma planejada, ou ainda, suprir eventuais necessidades de reposição de materiais aos meios militares com a remessa de sobressalentes aos mesmos ou aos Órgãos extra-MB, responsáveis pelo reparo ou manutenção. Atualmente, são mantidos dois contratos de terceirização de tráfego de carga nas modalidades aérea e rodoviária. Ambas as modalidades estipulam as obrigações das partes contratantes, além de estabelecer as fórmulas de cálculos dos custos a serem pagos pela Marinha. As duas modalidades tratam do transporte a ser realizado entre o Rio de Janeiro e as diversas localidades do território nacional, contemplando ainda o fluxo inverso.

A Marinha utiliza também os seus próprios meios de transportes para a execução do tráfego, compartilhado o fluxo de material entre os modais terrestres, marítimos e aéreos, esse último sob o apoio da Força Aérea Brasileira (FAB).

³ Lei nº 8.666/93.

2.2.2 O Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento

É o sistema de informações e de gerência de material que se destina a apoiar as fases básicas das funções logísticas de Suprimento, Transporte e Manutenção relacionadas ao Abastecimento, prevendo e provendo os recursos de informação (regras, informações e tecnologia) necessários ao desempenho das atividades técnicas e gerenciais de Abastecimento.

O fluxo de informações e de produtos é representado analiticamente na figura abaixo (Fig. 4), interagindo com o meio externo, para que as ações na cadeia de abastecimento se vinculem às demandas internas. Assim, é correto iniciar a tramitação desse fluxo a partir da solicitação do consumidor, que solicita aos postos de distribuição e de encomendas o seu pedido de compra, disparando um processo de análise que determina o fornecimento direto, a encomenda e a reposição do item no estoque de acordo com a situação do estoque no momento da compra, ou seja, se estiver disponível ou não para o fornecimento direto. O posto de distribuição se encarrega de informar ao Depósito de Fardamento sobre a necessidade do item para fornecimento ao usuário e, esse último, se posiciona sobre os seus estoques, para que informe ao CCIM sobre a necessidade da compra. Por fim, o COMRJ realiza as interações com o mercado para o processo de obtenção, cabendo especificar a qualidade e a quantidade do item a ser adquirido. O material adquirido é internalizado pelas empresas produtoras, que venceram as propostas de compras, e que transportam os seus volumes para o Depósito, redistribuindo aos postos para atendimento ao consumidor final, o militar.

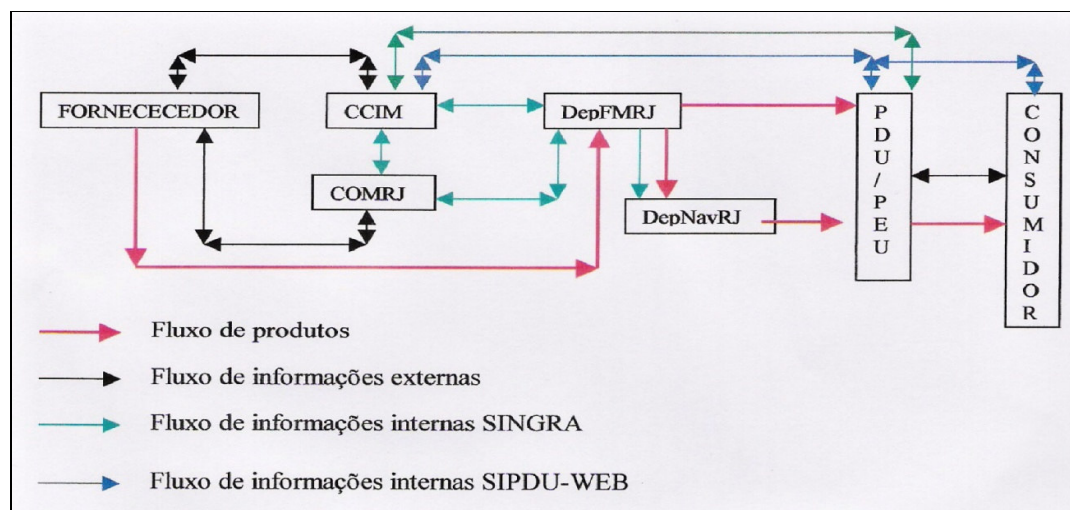


Figura 4 – A interação das informações no SINGRA.

Fonte: Coimbra, Tadeu Mendonça. Distribuição direta de itens de fardamento: viabilidade de implantação e seus efeitos no planejamento e controle de estoques e serviço ao consumidor. CAPA. 2003, pág. 47.

Devido a requisitos de ordem tecnológica, o SINGRA possui atualmente os seguintes ambientes:

- a) Cliente-Servidor – contém todas as transações do SINGRA, sendo utilizado primordialmente pelos órgãos pertencentes ao SAbM. Esse ambiente possui banco de dados centralizado e aplicação distribuída; e
- b) Web – contém um subconjunto de transações do ambiente CLIENTE-SERVIDOR, destinado a facilitar o acesso ao sistema pelas diversas OM da MB. Possui servidor de web e aplicação centralizados. O acesso ao ambiente SINGRA/WEB é feito por intermédio da Intranet, através da “*Home Page*” da DAbM, no endereço eletrônico: <www.dabm.mb>.

Os subsistemas disponíveis no ambiente SINGRA/CLIENTE-SERVIDOR são os seguintes:

- a) Subsistema de Catalogação – o subsistema de Catalogação se destina a permitir a execução da atividade gerencial Catalogação, exercida pelas OM componentes do Sistema de Catalogação da MB (SCMB);
- b) Subsistema Depósitos – o subsistema Depósitos se destina a permitir a execução das atividades gerenciais Controle de Estoque e Armazenagem, exercidas pelos Órgãos de Distribuição (OD) do SAbM;
- c) Subsistema Requisições de Material – o subsistema Requisições de Material se destina a permitir a execução das atividades gerenciais Fornecimento e Destinação de Excessos exercidas pelos OD do SAbM;
- d) Subsistema Financeiro – o subsistema Financeiro se destina a permitir a distribuição e controle de recursos e limites financeiros relacionados às categorias de material apoiadas pelo SAbM, bem como o controle e atualização dos preços de custo, de venda e de planejamento dos itens de material existentes no SINGRA;
- e) Subsistema de Combustíveis, Lubrificantes e Graxas (CLG) – o subsistema de CLG se destina a permitir o controle gerencial dos estoques, das quotas, dos contratos e das reservas de CLG na MB;
- f) Subsistema de Obtenção no País – o subsistema de Obtenção no País se destina a permitir a execução da atividade gerencial Obtenção, exercida pelo COMRJ;

- g) Subsistema de Gerência de Projetos – o subsistema de Gerência de Projetos se destina a permitir o gerenciamento individualizado de Projetos de Abastecimento, notadamente aqueles destinados ao abastecimento de sobressalentes destinados aos meios previstos no Programa Geral de Manutenção (PROGEM), podendo ser utilizado para o gerenciamento de Dotações Iniciais e de itens pertencentes a outras categorias de material;
- h) Subsistema de Planejamento – o subsistema de Planejamento se destina a permitir a execução da atividade gerencial Controle de Inventário pelos Órgãos de Controle do SAbM e a emissão de encomenda no país, por meio de Pedido de Obtenção (PO) e no exterior, por meio de Solicitação ao Exterior (SE);
- i) Subsistema de Controle – o subsistema de Controle se destina a permitir a execução de ações relacionadas ao controle dos processos e atividades desenvolvidas pelos órgãos de controle, de obtenção e de distribuição do SAbM; e
- j) Subsistema de Administração – o subsistema de Administração se destina a permitir o gerenciamento das atividades de apoio ao SINGRA, tais como: controle de acesso e das transações executadas pelos usuários; controle do calendário de atividades e divulgação de informações por quadro de avisos e *e-mail*.

Os subsistemas disponíveis no ambiente SINGRA/WEB são os seguintes:

- a) Subsistema de Catalogação – o subsistema de Catalogação se destina a permitir que as OMC efetuem consultas diversas, relacionadas à atividade gerencial Catalogação;
- b) Subsistema de Movimentação – o subsistema de Movimentação se destina a permitir que as OMC efetuem Requisições de Material para Consumo (RMC) e de Devolução (RD) ao SAbM, bem como efetuem consultas diversas no SINGRA;
- c) Subsistema de Combustíveis, Lubrificantes e Graxas (CLG) – o subsistema de CLG se destina a permitir o controle gerencial dos estoques, das quotas, dos contratos e das reservas de CLG na MB;
- d) Subsistema de Obtenção – o subsistema de Obtenção se destina a permitir a inserção e consulta de SE, bem como a consulta de Pedidos de Obtenção (PO) existentes no SINGRA; e
- e) Subsistema de Gerência de Projetos – o subsistema de Gerência de Projetos se destina a permitir o gerenciamento pelas OMC dos seus Projetos de

Abastecimento, notadamente aqueles destinados ao abastecimento de sobressalentes destinados aos meios previstos no Programa Geral de Manutenção (PROGEM), e para o gerenciamento de Dotações Iniciais e de itens pertencentes a outras categorias de material.

Os tipos de Requisições de Material (RM) existentes no SINGRA podem ser:

- a) Requisição de Material para Consumo (RMC) – é o documento utilizado pelas OM para efetuarem solicitações de material no SINGRA;
- b) Requisição de Material para Projeto (RMP) – é o documento utilizado pelas OM para liberar itens segregados contabilmente para um determinado projeto previsto no subsistema Gerência de Projetos;
- c) Requisição de Material para Transferência (RMT) – é o documento utilizado pelo CCIM para efetuar a transferência de material entre os diversos OD do SAbM;
- d) Requisição de Material para Transferência para Projeto (RMTP) – é o documento utilizado pelo CCIM para efetuar a transferência de itens segregados entre os OD do SAbM, sem que o item perca a sua vinculação ao projeto previsto no subsistema Gerência de Projetos;
- e) Requisição de Devolução (RD) – é o documento utilizado pelas OM para solicitar a devolução de itens de material ao SAbM;
- f) Requisição de Devolução de Material de Projeto (RDP) – é o documento utilizado pelas OM para solicitar a devolução de itens de material relativo a projetos de abastecimento;
- g) Requisição de Itens Complementares ao Projeto (RICP) – é o documento utilizado pelas OM para, durante a execução de determinado Período de Manutenção, inserir itens não previamente solicitados para determinado projeto; e
- h) Requisição de Material Especial (RME) – é o documento utilizado pelos OD para registro de fornecimentos que ocorrerem em atendimento às requisições urgentes e para regularizar contabilmente os estoques dos OD, em casos de RM canceladas relativas a material que tenha sido efetivamente recebido pela OMC, principalmente as referentes aos itens de CLG.

A OMC poderá efetuar o acompanhamento de suas RMC no SINGRA, que estarão enquadradas em uma das seguintes situações:

- a) AN – aguardando análise pelo Órgão de Controle;
- b) EA – em atendimento pelo OD;
- c) CP – comprometida, situação na qual a quantidade solicitada encontra-se segregada contabilmente;
- d) DV – em dívida;
- e) CC – cancelada; e
- f) FN – fornecida.

Dívida é uma obrigação do SAbM para com a OMC, sendo registrada quando esta solicitar um item ao Órgão de Controle que não esteja disponível nos estoques dos OD.

O CCIM, dentro das disponibilidades de recursos financeiros, providenciará ou não a obtenção do material destinado ao atendimento das RMC em dívida. As RM inseridas no SINGRA no ano A e não atendidas por falta de estoque constituirão dívidas do SAbM, permanecendo nesta situação até o ano A+1. No início do ano A+2, as RM não atendidas que não se encontram na situação *Em Atendimento* serão canceladas.

2.2.3 Os Elementos de Distribuição

A distribuição de uniformes na Marinha do Brasil emprega conceitos comuns ao processo de varejo, concentrando em único Depósito o maior volume de estoque armazenado e minimizando as disponibilidades nas prateleiras, com base no acompanhamento da demanda de cada elemento de distribuição. O DepFMRJ é o responsável pela armazenagem dos grandes volumes de estoque de uniformes, segregando e encaminhando as quantidades solicitadas. Os elementos de distribuição são divididos em três categorias:

- a) PDU-Móveis – são caminhões ou ônibus adaptados para transportar peças de uniforme dentro das normas de segurança e em boas condições de armazenagem. São ainda possuidores de espaços próprios para venda desta categoria de material ao público interno da Marinha. Os PDU-Móveis têm como propósito atender, prioritariamente, as demandas previstas e solicitadas por OM que não dispõem

de PDU/PEU próximos às suas instalações. Esses veículos, que ficam sob a responsabilidade direta do DepFMRJ, têm especificações próprias para atender aos usuários. O DepFMRJ divulga periodicamente as OM que serão visitadas e as datas de permanência nos locais. As OM a serem visitadas provêm o espaço adequado para estacionamento, bem como as ligações para o fornecimento de energia elétrica de terra e para o tráfego de dados informatizados, uma vez que esses PDU-Móveis necessitarão, obrigatoriamente, possuir acesso ao SISPDU e ao SINGRA. As OM visitadas coletarão ainda as encomendas de seu pessoal e as encaminhará previamente ao DepFMRJ, que providenciará a emissão de RM no SINGRA para aprovação do CCIM e a venda dos itens no local, podendo levar ainda no PDU-Móvel outros itens de consumo rotineiro, além daqueles encomendados, para qualquer demanda eventual;

- b) PDU – tem como propósito facilitar a distribuição de uniformes, em áreas de grande concentração de efetivos, tais como Bases Navais e Órgãos de Formação de Militares. As instalações dos PDU dispõem de duas áreas básicas:
 - 1) Área de Estocagem – é a área onde os itens de fardamento são estocados “a grosso”, nas próprias embalagens recebidas do DepFMRJ, empregando-se estrados, porta-estrados, estantes e outros acessórios de armazenagem; e
 - 2) Área de Exposição e Fornecimento – é a área onde os itens de fardamento são estocados “a retalho”, empregando-se prateleiras, gôndolas, estantes etc., de acordo com a disponibilidade de espaço e com os acessórios de armazenagem existentes em cada PDU. Os PDU dispõem do Sistema Informatizado dos Postos de Distribuição de Uniformes (SISPDU), gerenciado pelo CCIM, para o registro físico-financeiro dos fornecimentos de uniformes;
- c) PEU – tem como propósito manter uma metodologia de atendimento rápida em áreas cuja demanda não justifique a implantação de PDU e com limitações que não permitam o encaminhamento de PDU-Móvel. Os PEU não possuem estoque para fornecimento imediato, mas funcionam como pontos de encomenda de uniformes para o pessoal lotado em dada área. O PEU deve manter a menor estrutura possível de pessoal e utilizar apenas um pequeno compartimento para guardar o material enquanto o usuário não vem buscar suas encomendas. Os PEU seguem os seguintes passos para atender os usuários:
 - 1) Receber os pedidos individuais dos usuários das OM apoiadas, por meio de procedimentos a serem regulamentados internamente;

- 2) Emitir as RM no SINGRA em periodicidade definida pelo CCIM;
- 3) Submeter as RM para análise do CCIM, o qual liberará ou inscreverá em dívida;
- 4) Aguardar o DepFMRJ ou PDU segregar o material e providenciar o tráfego de carga ou encaminhar um representante para retirar o material;
- 5) Receber o material do DepFMRJ ou do PDU, definido pelo CCIM; e
- 6) Fornecer o material ao usuário e emitir a nota de venda no SISPDU.

2.2.4 As Modalidades de Fornecimento

Os uniformes são distribuídos nas seguintes modalidades:

- a) Fornecimento por Admissão ou Incorporação – nesta modalidade, os PDU/PEU deverão atender os itens de fardamento constantes das andainas básicas dos respectivos usuários, solicitados pelas OM incorporadoras. No ato de fornecimento, os PDU/PEU deverão efetuar o registro no SISPDU, que emitirá a Nota de Fornecimento (em duas vias) para assinatura do responsável da OM incorporadora;
- b) Fornecimento por CREDIFARDA – nesta modalidade, os PDU/PEU deverão atender apenas os itens de fardamento pertencentes as andainas básica e complementar de cada usuário com direito à utilização do CREDIFARDA, observando o limite de crédito da correspondente etapa de fardamento. No ato do fornecimento, os PDU/PEU deverão adotar os seguintes procedimentos:
 - 1) Solicitar a apresentação da IDENTIDADE do usuário; e
 - 2) Registrar o fornecimento no SISPDU, que emitirá a Nota de Fornecimento (em duas vias), para assinatura do usuário, comprovando o recebimento do material e autorizando o desconto de sua etapa ou, caso a ultrapasse, em BP;
- c) Fornecimento Mediante Indenização de OM – nesta modalidade, as OM deverão solicitar os itens de fardamento via SINGRA, direcionadas para o CAM 5690 do DepFMRJ;
- d) Fornecimento por Consignação para Navio – nesta modalidade, os PDU/PEU deverão fornecer os itens de fardamento para navios em comissão superior a trinta dias sob regime de consignação ao navio, considerando que o navio não visitará,

- no período, cidade onde a MB possui instalado um PDU/PEU. Necessitará a designação de Gestor, credenciando-o junto ao PDU/PEU apoiador para comprovação quando do regresso do navio, e de compartimento seguro e adequado para atender a condição de fiel depositário do material. Tanto o contato inicial com o PDU/PEU como a devolução e comprovação do material pelo Gestor designado terão prazos respectivamente de 15 dias antes e 15 dias depois da comissão. Esta comprovação será composta dos seguintes documentos: a relação do material inicialmente fornecido pelo PDU/PEU para o Gestor designado, assinada pelo Encarregado do PDU e pelo Gestor, contendo, no mínimo, as nomenclaturas, as Partes Identificadoras (PI) do NBE e as quantidades dos itens consignados; o recibo dos oficiais e praças que retiraram o material junto ao Gestor, contendo o NIP e o nome do militar, as PI, as nomenclaturas e as quantidades retiradas, bem como a assinatura do militar reconhecendo as compras realizadas e declarando que estas serão para seu próprio uso nas atividades que lhe competem; e uma relação do material que está sendo restituído, contendo as PI, as nomenclaturas e as quantidades dos itens que estão sendo restituídos. Esta comprovação será emitida em duas vias, com todas as folhas (original e cópia) rubricadas pelo Gestor e pelo Encarregado do PDU/PEU. O Encarregado do PDU/PEU, tão logo receba esta comprovação, deverá providenciar a emissão das devidas Notas de Fornecimento no SISPDU. As OM enquadradas nesta situação e situadas na área da cidade do Rio de Janeiro procurarão prioritariamente agendar uma visita do PDU-Móvel para que seu pessoal viaje já tendo adquirido seus uniformes e para que a consignação, se ainda assim se fizer necessária, seja feita por meio desta modalidade de PDU;
- e) Fornecimento Mediante Indenização de Particular – nesta modalidade, os PDU/PEU deverão fornecer os itens de fardamento solicitados pelos usuários (normalmente OF/SO/SG), mediante indenização através de desconto em folha de pagamento (Nota de Fornecimento Particular). No ato do fornecimento, os PDU/PEU deverão efetuar o registro no SISPDU, que emitirá a Nota de Fornecimento (em duas vias) para assinatura do usuário, comprovando o recebimento do material e autorizando o desconto em BP;
 - f) Fornecimento de Itens de Fardamento em Localidades sem PDU ou PEU – as OM nessa situação deverão encaminhar as solicitações de itens de fardamento de seus militares ao PDU ou PEU mais próximo ou de mais fácil acesso, solicitar a

presença do PDU-Móvel ou consultar a DAbM, via CCIM, quanto à possibilidade de instalar no local um PEU.

2.2.5 A Área de Cobertura

O fornecimento de uniformes é executado por elementos organizados na estrutura logística da Marinha que desempenham a distribuição em varejo, cujo objetivo é fazer chegar ao cliente, militar da ativa, os materiais constantes da andaina de uniformes prevista no Regulamento de Uniformes da Marinha do Brasil (RUMB). Esses elementos de distribuição estão distribuídos geograficamente pelas áreas de concentração de pessoal militar no País, denominados Distritos Navais (DN). A Marinha divide-se em nove DN com sedes localizadas nas seguintes cidades:

- a) Primeiro Distrito Naval, na cidade do Rio de Janeiro/RJ;
- b) Segundo Distrito Naval, na cidade de Salvador/BA;
- c) Terceiro Distrito Naval, na cidade Natal/RN;
- d) Quarto Distrito Naval, na cidade de Belém/PA;
- e) Quinto Distrito Naval, na cidade de Rio Grande/RS;
- f) Sexto Distrito Naval, na cidade de Ladário/MS;
- g) Sétimo Distrito Naval, na cidade Brasília/DF;
- h) Oitavo Distrito Naval, na cidade de São Paulo/SP; e
- i) Nono Distrito Naval, na cidade de Manaus/AM.

Cada DN possui uma área que se encontra sob sua jurisdição, sendo composta por estados adjacentes onde estão localizadas algumas OM sob seu comando (Fig. 5). A maior concentração de elementos de Distribuição de Uniformes está situada no estado do Rio de Janeiro, em face da maior concentração de pessoal.



Figura 5 – A área de jurisdição dos Distritos Navais.
Fonte: Marinha do Brasil⁴.

Sendo assim, a área de cobertura da distribuição de uniformes é determinada pelo critério de concentração de militares em cada distrito, sendo a base para o estabelecimento dos elementos de distribuição em varejo. Atualmente os Postos de Distribuição de Uniformes ou de Encomendas, como são denominados, encontram-se posicionados da seguinte maneira (Fig. 6):

- a) Primeiro Distrito Naval, cinco postos de distribuição, nove postos de encomendas e o PDU-Móvel;
- b) Segundo Distrito Naval, um posto de distribuição;
- c) Terceiro Distrito Naval, um posto de distribuição e três postos de encomendas;
- d) Quarto Distrito Naval, um posto de distribuição;
- e) Quinto Distrito Naval, dois postos de distribuição;
- f) Sexto Distrito Naval, um posto de distribuição;
- g) Sétimo Distrito Naval, um posto de distribuição;
- h) Oitavo Distrito Naval, um posto de encomenda; e
- i) Nono Distrito Naval, um posto de distribuição.

⁴ Figura de representação das Áreas de Jurisdição dos Distritos Navais e de Responsabilidades de Buscas e Salvamentos (SAR). Disponível em: <www.mar.mil.br/menu_v/amazonia_azul/imagens/distritos_sar.jpeg>. Acesso em 06 out. 2006.

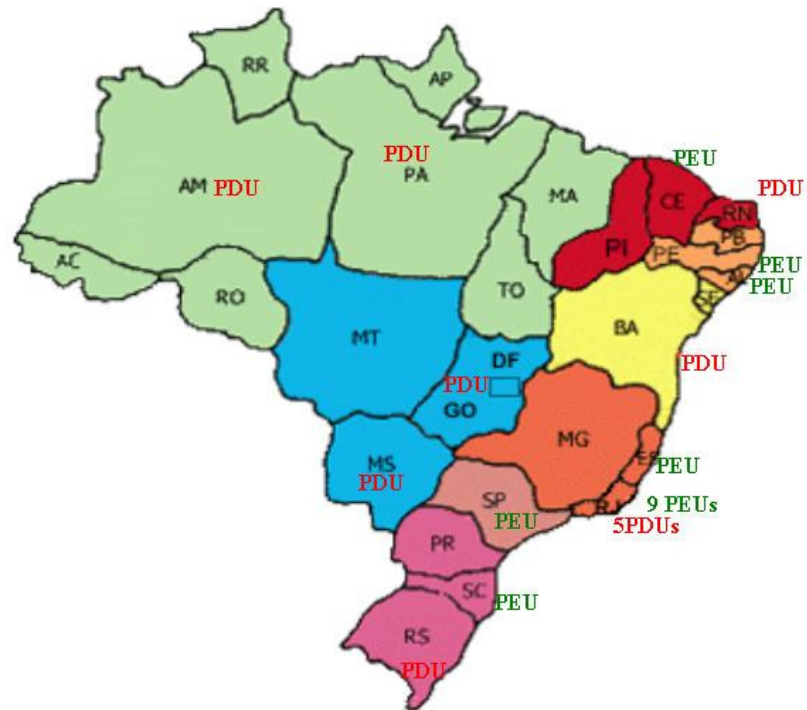


Figura 6 – A distribuição geográfica de PDU/PEU.
Fonte: o autor.

3 O PROBLEMA EM ESTUDO

3.1 O REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.1 O Problema de Roteirização e Programação de Veículos

O termo *roteirização* é a maneira utilizada para representar o equivalente ao inglês ‘*routing*’ ou ‘*routeing*’, apesar de não estar nos dicionários de língua portuguesa, servindo para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. O termo *roteamento* de veículos também é utilizado alternativamente por alguns autores (CUNHA, 1997).

Segundo Laporte et al. (2000, p.285-300, apud CUNHA, 2004) o problema de roteirização de veículos consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de atendimento, cada um dos quais iniciando e terminando no depósito ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende. Quando a definição dos roteiros envolve não só aspectos espaciais ou geográficos, mas também temporais, tais como restrições de horários de atendimento nos pontos a serem visitados, os problemas são então denominados roteirização e programação de veículos.

O primeiro problema de roteirização a ser estudado foi o do folclórico caixeiro viajante (no inglês “*traveling salesman problem*” ou TSP), que consiste em encontrar o roteiro ou seqüência de cidades a serem visitadas por um caixeiro viajante que minimize a distância total percorrida e assegure que cada cidade seja visitada exatamente uma vez.

Desde então, novas restrições vêm sendo incorporadas ao problema do caixeiro viajante, de modo à melhor representar os diferentes tipos de problemas que envolvem roteiros de pessoas e veículos, entre as quais: restrições de horário de atendimento (conhecidas na literatura como janelas de tempo ou janelas horárias); capacidades dos veículos; frota composta de veículos de diferentes tamanhos; duração máxima dos roteiros dos veículos (tempo ou distância); restrições de tipos de veículos que podem atender determinados clientes.

Problemas de roteirização de veículos são muitas vezes definidos como problemas de múltiplos caixeiros viajantes com restrições adicionais de capacidade, além de outras que dependem de cada aplicação.

Problemas do tipo caixeiro viajante também são encontrados em outras áreas que não a logística ou operação de frotas, tais como em linhas de montagem de componentes eletrônicos, onde se busca encontrar, por exemplo, o roteiro de mínima distância para um equipamento cuja tarefa é soldar todos os componentes de uma placa eletrônica. O menor percurso total do equipamento para percorrer todos os pontos da placa está diretamente associado ao desempenho da linha (SOUZA, 1993, apud CUNHA, 2004).

Sob a ótica de otimização, os problemas de roteirização de veículos, incluindo o caso particular do caixeiro viajante, pertencem à categoria conhecida como *NP*-difícil (do inglês “*NP-hard*”), o que significa que possuem ordem de complexidade exponencial. Em outras palavras, o esforço computacional para a sua resolução cresce exponencialmente com o tamanho do problema (dado pelo número de pontos a serem atendidos). A título de ilustração, até hoje não são conhecidas as respectivas soluções ótimas para algumas instâncias de problemas de roteirização com restrições de janelas de tempo com apenas 100 nós, propostos por Solomon (1986, p.161-174, apud CUNHA, 2004) e que vêm sendo utilizadas para a avaliação comparativa de novos algoritmos de solução propostos na literatura. Em termos práticos, isto significa que não é possível resolver até a otimalidade os problemas reais pertencentes à classe *NP*-difícil.

Conseqüentemente, os métodos de solução de todos os *softwares* e aplicativos comerciais encontrados no mercado para roteirização de veículos são heurísticos, isto é, não asseguram a obtenção da solução ótima do ponto de vista matemático.

Essa complexidade matemática dos problemas de roteirização, assim como a sua relevância no contexto logístico atual, explica o constante interesse em busca de novas estratégias de solução que vem sendo observado desde a década de 60, resultando em um número muito expressivo de artigos publicados na literatura especializada. Isto decorre do

fato de que, sendo as estratégias de solução heurísticas, muitas vezes se apóiam em uma abordagem intuitiva, na qual a estrutura particular do problema possa ser considerada e explorada de forma inteligente, para a obtenção de uma solução adequada (CUNHA, 1997). Assim, na maioria dos casos, as heurísticas propostas são bastante específicas e particulares, e carecem de robustez, isto é, não conseguem obter boas soluções para problemas com características, condicionantes ou restrições às vezes um pouco diferentes daquelas para as quais foram desenvolvidas. Em outras palavras, roteirização de veículos é uma área onde uma solução para um determinado tipo de problema e de dados pode não ser adequada para outro problema similar, conforme apontado por Hall e Partyka (1997). Daí, em muitos casos, a necessidade de buscar soluções customizadas para cada problema. Por outro lado, o interesse e a demanda pela aplicação de modelos de roteirização para problemas reais, através de softwares comerciais disponíveis no mercado, têm crescido muito nos últimos anos, em particular no Brasil, principalmente após a estabilização da economia, conforme discutido em detalhes por Cunha (1997, passim). Entre as razões podem-se destacar as exigências dos clientes com relação aos prazos, datas e horários de atendimento (principalmente entregas); o agravamento dos problemas de trânsito, acesso, circulação e estacionamento de veículos nos centros urbanos, em particular caminhões; o aumento da competição pelo mercado e a busca de eficiência trazida pela eliminação da inflação; o custo de capital levando à redução de estoques e ao aumento da frequência de entregas.

A roteirização de veículos envolve um conjunto muito grande de diferentes tipos de problemas (Fig. 7). Nesse item serão apresentadas algumas propostas encontradas na literatura de taxonomia que tentam caracterizar o universo de problemas de roteirização. Bodin et al (1983, passim) apresentaram o primeiro trabalho abrangente que retratava o estado-da-arte da modelagem de problemas de roteirização e programação de veículos e tripulações. Ainda hoje é considerada uma das importantes referências sobre o assunto, pois são considerados inúmeros tipos de problemas. Para os autores, os problemas de roteirização podem ser dos tipos puros ou combinados de roteirização e programação.

Nos problemas de *roteirização pura*, condicionantes temporais não são importantes para a definição dos roteiros e das seqüências de atendimentos (coletas ou entregas). As estratégias de solução são direcionadas aos aspectos espaciais da localização dos pontos a serem atendidos. Deve-se observar que os problemas listados derivam do problema clássico do caixeiro viajante, com exceção do problema do carteiro chinês, em que a demanda se localiza nos arcos ao invés de nos nós e a otimização envolve os percursos ociosos, já que o veículo precisa passar em todos os arcos uma vez para atendimento. A maioria dos problemas

combinados de roteirização e programação, ou simplesmente problemas de roteirização e programação, ocorrem em situações em que estão presentes restrições de janelas de tempo (horário de atendimento) e de precedência entre tarefas (coleta deve preceder a entrega e ambas devem estar alocadas ao mesmo veículo).

Os principais problemas típicos apontados pelos autores são os seguintes:

- a) O problema de roteirização e programação de ônibus escolares para atendimento de um conjunto de escolas;
- b) O problema de roteirização e programação de cavalos mecânicos tracionando carretas com carga completa: cada carreta é tracionada individualmente de um ponto de origem para um ponto de destino;
- c) O problema de definição de roteiros e programação de serviços de coleta de resíduos domiciliares e de varrição de ruas, semelhante ao problema do carteiro chinês, porém com restrições de capacidade dos veículos, de duração máxima da jornada e de janelas de tempo associadas aos horários de proibição de estacionamento, de forma a possibilitar a execução do serviço de varrição; e
- d) O problema de roteirização e programação de serviços de transporte de pessoas, conhecidos como “*dial-a-ride*”, em geral para o transporte porta-a-porta de idosos e deficientes; cada usuário possui local de origem e de destino distintos e eventualmente janelas de tempo; a precedência entre tarefas é uma restrição fundamental a ser considerada.

Os autores consideraram ainda uma terceira categoria, que abrange problemas de programação de veículos e tripulações, nos quais os aspectos espaciais já estão definidos (roteiros ou seqüências de viagens a serem realizadas), restando definir a alocação de veículos e tripulações ao conjunto de viagens programadas. Problemas de programação veículos e tripulações são encontrados no transporte aéreo, ferroviário, por ônibus, etc.

Já Ronen (1988) propôs uma classificação dos diversos problemas de roteamento e programações de veículos baseadas nos ambientes operacionais e objetivos a serem alcançados:

- a) Problemas relativos ao transporte de passageiros: programação de linhas de ônibus; de sistemas de táxi; de sistemas de transporte de pessoas, em geral idosos e

deficientes, conhecidos como “*dial-a-ride*”; de transporte de escolares por ônibus, entre outros;

- b) Problemas de prestação de serviços: roteirização e programação de equipes de reparos ou de serviços públicos, tais como de coleta de lixo, entrega postal, varrição de ruas e leitura de parquímetros, entre outros; e
- c) Problemas relativos ao transporte de carga (coleta e distribuição).

Hall e Partyka (1997, *passim*) adotam a mesma forma de classificação proposta por Ronen (1988, *passim*). Todos os tipos de problemas citados acima são de natureza essencialmente operacional, ou seja, fazem parte das tarefas rotineiras de programação da frota, realizadas regularmente com periodicidade de curto prazo, em geral diária ou semanal.

Além desses, são encontrados na literatura problemas de roteirização de natureza mais tática ou estratégica do que operacional, tais como:

- a) Problemas integrados de localização e roteirização; e
- b) Problemas integrados de estoque e roteirização, nos quais a programação dos atendimentos deve levar em consideração não só aspectos espaciais e os custos dos roteiros, como também questões como o nível de estoque; problemas de faturamento e roteirização, nos quais é preciso definir simultaneamente quem vai ser atendido a cada dia de um período de tempo pré-determinado; entre outros.

<i>Denominação</i>	<i>número de roteiros</i>	<i>localização dos clientes</i>	<i>limite de capacidade nos veículos</i>	<i>número de bases</i>	<i>demandas</i>
Problema do caixeiro viajante	um	nós	não	uma	determinísticas
Problema do carteiro chinês	um	arcos	não	uma	determinísticas
Problema de múltiplos caixeiros viajantes	múltiplos	nós	não	uma	determinísticas
Problema de roteirização em nós com uma única base	múltiplos	nós	sim	uma	determinísticas
Problema de roteirização em nós com múltiplas bases	Múltiplos	nós	sim	múltiplas	determinísticas
Problema de roteirização em nós com demandas incertas	Múltiplos	nós	sim	uma	estocásticas
Problema de roteirização em arcos com limite de capacidade	Múltiplos	arcos	sim	uma	determinísticas

Figura 7 – Os tipos de problemas de roteirização.
Fonte: Adaptado de Bodin et al., 1983.

3.1.2 A Teoria dos Grafos

Nas formulações matemáticas de problemas de roteirização de veículos pressupõe-se ser conhecido um grafo ou rede $G = (N, A)$ composto de um conjunto de nós N , que representa um conjunto de pontos a serem atendidos e a base onde se localizam os veículos, e um conjunto de arcos A , representando as ligações entre todos os pares de nós em N , para os quais são conhecidos as distâncias e os tempos de viagem.

Assim, o processamento de um algoritmo para um problema de roteirização deve ser precedido pela etapa de obtenção do grafo G . Isto envolve a localização geográfica ou espacial dos pontos de atendimento e a determinação das distâncias e dos tempos de viagem entre os mesmos. Esse é um aspecto pouco discutido, mas de fundamental importância para a aplicação de modelos matemáticos a problemas reais de roteirização, uma vez que, em muitos casos, a forma como o grafo G é obtido e representado pode ser decisiva para a qualidade dos resultados obtidos e para a viabilidade de execução dos roteiros; às vezes tanto quanto a qualidade dos algoritmos de solução.

Antes de iniciarmos qualquer estudo de algoritmos em grafos, devem ser ressaltadas algumas definições básicas sobre grafos. Um grafo dirigido é um par $(V;E)$, onde V é um conjunto finito de elementos chamados vértices e E é um conjunto de pares ordenados de vértices, chamados arestas. Da mesma forma, um grafo não dirigido é um conjunto $G = (V;E)$ sendo que E consiste de pares não ordenados de vértices. Dizemos que um determinado vértice é adjacente a outro se houver uma aresta que os una. O grau de um vértice é o número de arestas incidentes no vértice. Nessa definição, temos que o grau de entrada (*gin*) de um vértice é o número de arestas que chegam ao vértice, enquanto que o grau de saída (*gout*) do mesmo é o número de arestas que partem do vértice. Um caminho entre dois vértices é uma seqüência de vértices e arestas que une esses dois vértices. Dessa forma, dizemos que um vértice é alcançável a partir de outro se houver um caminho levando o último ao primeiro. Um caminho é simples se todos os vértices que o compõem forem distintos.

Chamamos de subgrafo de um grafo $G = (V;E)$, o grafo $G_0 = (V_0;E_0)$, tal que $V_0 \subseteq V$ e $E_0 \subseteq E$, ou seja, $G_0 \subseteq G$. Um grafo é considerado conexo se cada par de vértices nele estiver ligado por um caminho e é cíclico se apresentar um ciclo, ou seja, se apresentar uma seqüência de vértices $v_1; v_2; \dots; v_k$ tal que $v_k = v_1$.

Por fim, uma árvore é um grafo conexo, acíclico.

Existem várias maneiras de representar grafos. Aqui falaremos das duas mais importantes: lista de adjacências e matriz de adjacências (Fig. 8).

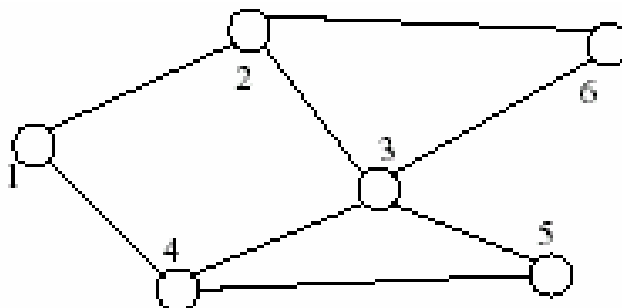


Figura 8 – Exemplo de grafo

Fonte: Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

A representação com lista de adjacências de um grafo $G = (V;E)$ é um vetor de $|V|$ listas, uma para cada vértice em V de modo que, para cada $u \in V$, a lista ligada a u contém os vértices v tais que $(u; v) \in E$ (Fig. 9).

1	→	2	→	4		
2	→	1	→	3	→	6
3	→	2	→	4	→	5 → 6
4	→	1	→	3	→	5
5	→	3	→	4		
6	→	2	→	3		

Figura 9 – Lista de adjacências

Fonte: Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

É fácil verificar que a quantidade de memória necessária para uma lista de adjacências é $O(jV + jEj)$. A representação com matrizes, por sua vez, de um grafo $G = (V;E)$ é uma matriz $[V] \times [V]$ tal que $a_{i,j} = 1$ se existir aresta entre v_i e v_j , e 0 se não existir tal aresta (Fig. 10).

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	1	0	0
2	1	0	1	0	0	1
3	0	1	0	1	1	1
4	1	0	1	0	1	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	1	1	0	0	0

Figura 10 – Matriz de adjacências

Fonte: Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

Os grafos podem ser classificados quanto ao tipo de ciclo. Sendo denominados de duas formas: *Euleriano* e *Hamiltoniano*.

Antes de definir um grafo Euleriano, deve-se dar uma olhada em como eles surgiram: a história se passa no século XVIII, em Königsberg⁵, na Prússia. Königsberg era cortada por um rio que formava uma ilha no interior da cidade, havendo pontes conectando essa ilha ao resto da cidade (Fig. 11).

⁵ Atualmente é a cidade russa de Calingrado.

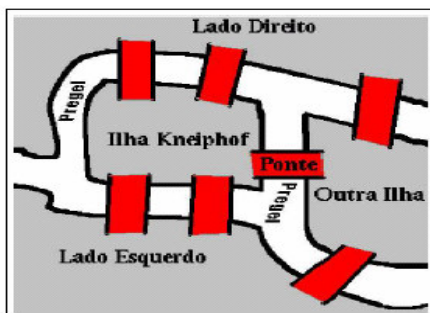


Figura 11 – A cidade de Königsberg.

Fonte: Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

Por essa época, havia uma controvérsia entre os moradores locais que chegou aos ouvidos do matemático Leonhard Euler⁶.

Euler descreveu a controvérsia uma carta contendo o seguinte:

O problema, que eu entendo ser bem conhecido, é descrito como segue: Na cidade de Königsberg, na Prússia, há uma ilha chamada Kneiphof, com os dois braços do rio Pregel fluindo em volta dela. Há sete pontes – a, b, c, d, e, f e g – cruzando esses dois braços⁷.

A questão é se uma pessoa pode planejar uma caminhada de modo que ela cruze cada uma destas pontes uma única vez, e não mais que isso [...].

Pode-se, então, reconstruir os passos de Euler na formulação do problema. Primeiramente, olha-se mais atentamente para as pontes e o rio. Retiram-se, agora, as distrações, chegando ao esquema simplificado, tendo um grafo.

Analisando, então, esse grafo, Euler resolveu a questão provando que uma caminhada assim é possível se e somente se o grafo for conexo e todos os seus vértices tiverem grau par (Fig. 12).

⁶ Nascido em 15/04/1707 em Basel, Suíça e falecido em 18/09/1783 em São Petesburgo, Rússia.

⁷ Cf. Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

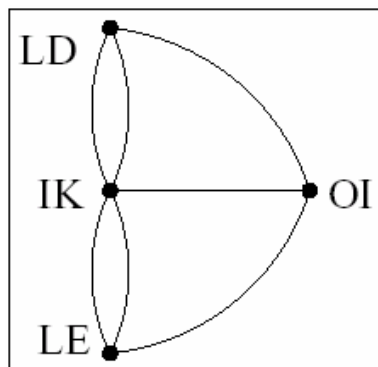


Figura 12 – O grafo das sete pontes.

Fonte: Rezende, Pedro J. de – Complexidade de Algoritmos I – Artigo “Algoritmos em Grafos”/1º Semestre de 2002 (Versão de 16 de junho de 2002).

Assim, Euler mostrou que, uma vez que o grafo da figura acima tem vértices de grau ímpar, a resposta ao problema de Königsberg era que tal caminhada era impossível. Desde então todo grafo conexo cujos vértices têm grau par é chamado de grafo Euleriano, e um caminho fechado em um grafo que passe por cada aresta desses exatamente uma vez é chamado de circuito (ou ciclo) Euleriano.

Um grafo G é dito ser Hamiltoniano se existe um ciclo em G que contenha todos os seus vértices, sendo que cada vértice só aparece uma vez no ciclo. Esse ciclo é chamado de **ciclo Hamiltoniano**. Sendo assim, um **grafo é Hamiltoniano** se ele contiver um ciclo Hamiltoniano.

A título de exemplo, considere os grafos G_1 e G_2 abaixo (Fig. 13). É fácil notar que G_1 contém o ciclo $(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_1)$ que é Hamiltoniano. Logo, G_1 é um grafo Hamiltoniano. O mesmo não acontece com G_2 .

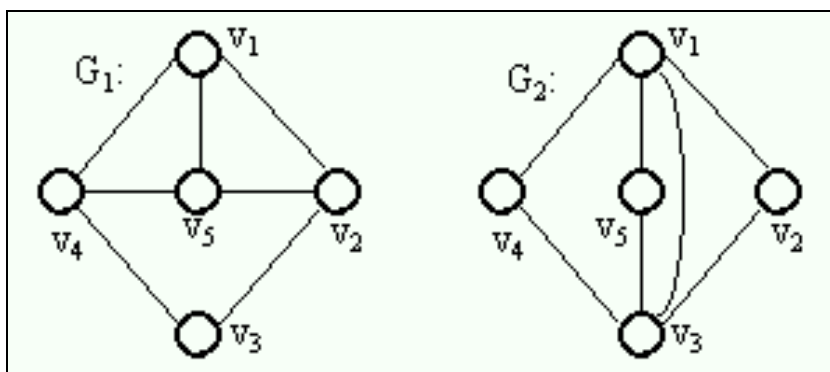


Figura 13 – Exemplo de grafo Hamiltoniano.

Fonte: Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/grafos/temas/hamiltoniano/hamiltoniano.htm>>. Acesso em 10 out. 2006.

O adjetivo "Hamiltoniano" deve-se ao matemático irlandês Sir William Rowan Hamilton (1805-1865). Diz-se que ele inventou um jogo que envolve um dodecaedro (sólido regular com 20 vértices, 30 arestas e 12 faces). Hamilton rotulou cada vértice do dodecaedro (Fig. 14) com o nome de uma cidade conhecida. O objetivo do jogo era que o jogador viajasse "ao redor do mundo" ao determinar uma viagem circular que incluísse todas as cidades exatamente uma vez, com a restrição de que só fosse possível viajar de uma cidade a outra se existisse uma aresta entre os vértices correspondentes. A figura abaixo mostra um grafo que representa esse problema, ou seja, os vértices e arestas de um dodecaedro.

Não se dispõe de um método conveniente para determinar se um grafo é Hamiltoniano. Há diversos teoremas específicos para determinados tipos de grafos, os quais fornecem condições que são, na maior parte dos casos, suficientes, porém não necessárias. É o caso de que se G é um grafo de ordem p (≥ 3) tal que o grau $(v) \geq p/2$ para cada vértice v de G , então G é Hamiltoniano. Esta condição é suficiente para garantir que um grafo G seja Hamiltoniano, mas certamente ela não é necessária. Por exemplo, G pode ser simplesmente um ciclo, caso em que cada vértice tem exatamente grau dois, e ainda assim ser Hamiltoniano.

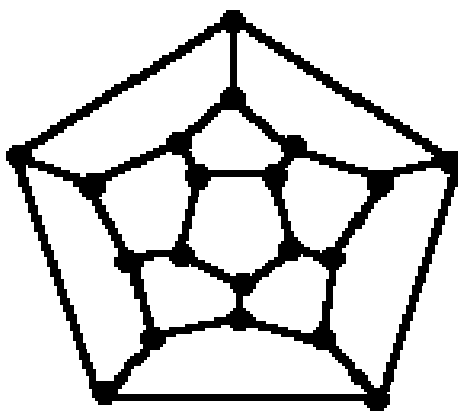


Figura 14 – O dodecaedro de Hamilton.

Fonte: Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/grafos/temas/hamiltoniano/hamiltoniano.htm>>.

Acesso em 10 out. 2006.

De todas as subestruturas de grafo que oferecem solução para problemas aplicados, os caminhos se destacam especialmente pelo potencial associado aos problemas de trânsito, transporte e localização em sistemas discretos. A variedade de situações é muito grande e, conseqüentemente, os problemas podem ser mais ou menos complexos, inclusive do ponto de vista computacional; em vista disso, é grande o número de algoritmos propostos para a determinação de caminhos para a determinação de caminhos nas situações mais diversas, indo

desde problemas irrestritos até os que envolvem restrições as mais variadas, utilizando algoritmos exatos ou heurísticos. A noção de distância é definida e a ela são associadas operações algébricas que podem ser utilizadas na determinação de valores de caminhos. É o teorema de Festinger um importante ponto de partida para essa discussão, uma vez que visa relacionar a existência de caminhos entre pares de vértices de um grafo, com a estrutura de matriz adjacência do grafo. O problema da enumeração de caminhos e da contagem dos caminhos de um dado comprimento em um grafo apresenta diversas aplicações e se torna mais ou menos complexo em dependência das exigências dessas aplicações. A resolução mais simples do teorema de Festinger consiste na seguinte aplicação:

“Se $\mathbf{G} = (\mathbf{V}, \mathbf{E})$ é um grafo 1-grafo, $\mathbf{A} = [a_{ij}]$ é a sua matriz de adjacência e $\mathbf{A}^k = [a_{ij}^{(k)}]$ é a k^a potência de \mathbf{A} , então de $a_{ij}^{(k)}$ é igual ao número de caminhos de comprimento k entre \mathbf{i} e $\mathbf{j} \in \mathbf{V}$.

Prova: por indução. O teorema é verdadeiro para $p = 1$. Suponhamos então que $a_{ij}^{(k-1)}$ seja igual ao número de caminhos de comprimento $k - 1$ entre \mathbf{i} e $\mathbf{j} \in \mathbf{V}$. Um elemento do produto $\mathbf{A}\mathbf{A}^{k-1}$ é dado por:

$$a_{ij}^{(k)} = \sum_{p-1}^n a_{ip} a_{pj}^{(k-1)}$$

Para cada valor de p tal que $a_{ip} a_{pj}^{(k-1)} \neq 0$, teremos um arco a_{ip} que será adicionado, no início, a todos os caminhos indo do vértice \mathbf{p} ao vértice \mathbf{j} , com comprimento $k - 1$, contados por $a_{pj}^{(k-1)}$ para um dado p . Logo, para esse valor p teremos obtido todos os caminhos de \mathbf{i} e \mathbf{j} com comprimento k que usam o arco (\mathbf{i}, \mathbf{p}) . Reunindo os conjuntos de caminhos referentes a todos os valores de p teremos, portanto, o conjunto de caminhos de comprimento k entre \mathbf{i} e \mathbf{j} , que será, portanto, contado por $a_{ij}^{(k)}$.⁸

A contagem segundo o teorema de Festinger (Fig. 15) inclui os caminhos não-elementares, visto que a regra de concatenação não impõe qualquer restrição à formação de subestruturas, desde que sejam seqüenciais. O grafo associado a \mathbf{A}^k é denotado habitualmente por \mathbf{G} e se fala na k^a potência de um grafo. A potência mencionada no teorema pode ser efetuada pela aritmética comum, ou pela aritmética booleana, caso do qual $a_{ij}^{(k)}$ corresponderá a existência de ao menos um caminho de comprimento k entre \mathbf{i} e \mathbf{j} . Pode ainda ser efetuada sobre a matriz figurativa de adjacência \mathbf{F} . Nesse último caso, se tem a chamada composição latina, em que a k^a potência da matriz enumera os caminhos de comprimento k , especificando

⁸ Cf. Boaventura Neto, 2006, p. 55-56.

um deles, utilizando as operações de concatenação de caminhos e a união, associando-se os caminhos às cadeias de caracteres. Entende-se por *concatenação* a operação em que dois caminhos podem ser concatenados se e somente se o vértice inicial do segundo for igual ao vértice final do primeiro. Assim, representando-se por \otimes a operação de concatenação, tem-se que se:

$$\mu_{ij_1} = (i_1, \dots, j_1) \text{ e } \mu_{j_2k} = (j_2, \dots, k)$$

Então:

$$\mu_{ik} = \mu_{ij_1} \otimes \mu_{j_2k} = (i, \dots, j, \dots, k) \Leftrightarrow j_1 = j_2 = j$$

Senão:

$$\mu_{ik} = \emptyset$$

Definindo *união* temos $V_{ij}^{(k)}$ o conjunto dos caminhos $\mu_{ij}^{(k)}$ de comprimento k entre i e j, teremos:

$$V_{rs}^{(k)} = U (\mu_{rp}^{(k_1)} \oplus \mu_{ps}^{(k_2)}) \quad (k_1 + k_2 = k)$$

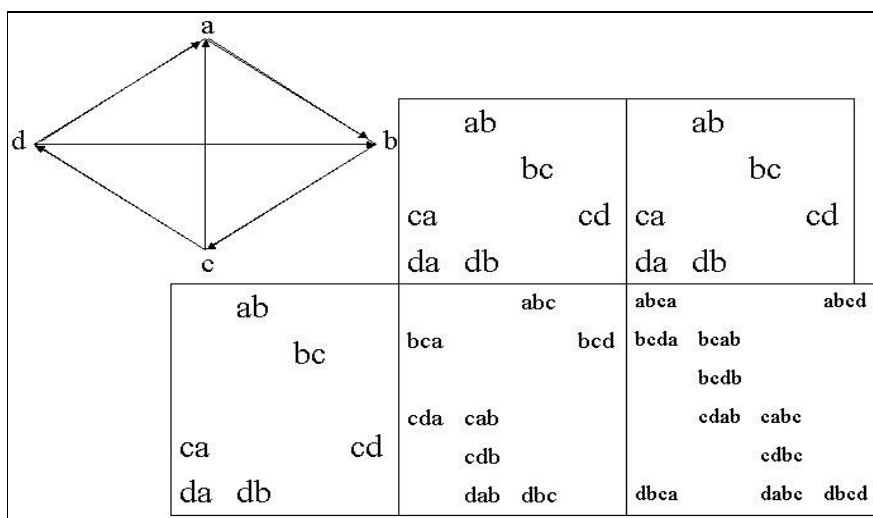


Figura 15 – Conjunto de caminhos (Festinger).

Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 56.

A diagonal principal de \mathbf{F}^k contém os circuitos de comprimento k. Se um circuito aparecer em uma casa da diagonal, ele aparecerá em todas as casas correspondentes aos vértices que o constituem, as cadeias de caracteres que o descrevem sendo permutações circulares iniciadas pelo vértice correspondente à linha na qual a cadeia se encontra. Assim,

temos no exemplo acima um circuito indicado por **bcab** na linha de **b**, por **cab** na linha de **c** e por **abca** na linha **a**; da mesma forma, **bcd**, **cd**, e **dbcd** são o mesmo circuito. A enumeração de caminhos elementares pela composição latina exige precauções especiais, a começar pelo esvaziamento da diagonal principal a cada iteração para eliminar circuitos, efetuando-se a potência unidade por unidade, ou seja, obtendo-se a potência k a partir da potência $k - 1$. Assim se evitaria, por exemplo, concatenar **acfgb** com **bekfj**, obtendo-se o **acfgbekfj**, que contém o circuito intermediário **fgbekj**. Esse circuito não seria descoberto em um produto $F^4 \times F^4$, porque estaria na posição (a, j) da matriz, fora da diagonal. Não se evitaria, porém, a formação de um circuito na concatenação de **ab...r...l** com (l, r) . Sempre é possível eliminar toda a cadeia que apresente repetição de caracteres, mas isso exige um trabalho importante de computação.

É de extrema importância a formulação de um problema de PRV para o desempenho dos algoritmos de solução. Existem muitas aplicações teóricas que justificam isso. É fato que quanto maior o número de variáveis e restrições de um mesmo problema, maior também será o esforço necessário à obtenção de uma solução. A integralidade das variáveis de um problema desse gênero representa um grande fator complicador, pois a interseção do reticulado de inteiros com o poliedro de restrições gera um espaço n -dimensional, estabelecendo uma correspondência biunívoca com o conjunto de configurações viáveis que respeitam o critério de integralidade. Assim sendo, o conjunto dessas configurações pode ser tão grande quanto o número de inteiros.

Pode-se, então, garantir denotação ao conjunto desses pontos discretos por “D”, representando um conjunto finito ou os dados de formulação com apenas valores racionais, onde a envoltória convexa de “D” (ou Conv (D)) representa um poliedro (PADBERG e SUNG [1988] apud GOLDBARG, 2005). A região envoltória (Conv (D)) é descrita por um conjunto finito de equações lineares ou inequações (Teorema de Weyl⁹). Tal descrição linear completa é denominada de Formulação Ideal.

As características de NP-difícil de diversos problemas combinatórios (II) tornam a tarefa de obter a formulação ideal inalcançável, devendo-se admitir diversas alternativas de formulações para que possibilite ou torne menos árduo o processo de solução. As formulações se diferem quanto ao tamanho das fronteiras de seu universo de soluções. Essas serão melhores, quanto mais restritas e próximas do valor ótimo e limite inferior ou superior (para o

⁹ Teorema de Weyl: Se D é uma região limitada de R^d com contorno regular por pedaços, e se $0 > \gamma_1 > \gamma_2 > \dots$ é o espectro do problema de autovalores do Laplaciano com condições de contorno:

$\Delta f = \gamma f$ em D / $f \in C^2(D) \cap C(D)$ / $f = 0$ em B

Disponível em: <http://www.cecm.usp.br/~felipeh/tese_ch3.pdf>. Acesso em 06 dez. 2006.

caso de minimização ou de maximização). Em suma, se existem dois conjuntos que constituem os poliedros representativos de duas formulações distintas, será melhor a que estiver mais próxima da região envoltória convexa inteira. Ainda que representem a mesma solução, o conjunto maior contendo os pontos inteiros do menor, gerando uma correspondência biunívoca, será mais árduo de ser resolvido pelas características de maior complexidade ao desenvolver um algoritmo de solução. Sendo óbvio que o mapeamento de um número maior de variáveis, gera um tempo computacional mais elevado. Portanto, existe imensa relevância no estudo da formulação que melhor deve ser utilizada na busca de solução em problemas de combinatória (II) como o PRV.

3.1.3 Heurísticas de Solução

As heurísticas utilizadas com o PRV têm sido de quatro tipos:

- a) Construtivas, que geram rotas progressivamente;
- b) De melhoria interativa, que fazem modificações locais em soluções viáveis;
- c) De duas fases, que formam grupos de clientes e depois procuram otimizar o percurso; e
- d) Otimização incompleta, que fornecem soluções aproximadas.

As técnicas de metaheurísticas têm sido muito aplicadas, também, como o Simulated Annealing, a busca dispersa, a busca tabu com melhoramento iterativo, além da utilização de técnicas evolutivas e de outras adaptadas à natureza de cada problema e os interesses de cada pesquisa.

Dentre as heurísticas mencionadas é o Algoritmo de Clarke e Wright (Fig. 16) o mais tradicionalmente utilizado, sob o critério da economia nos percursos. O algoritmo parte de uma solução inicial, correspondente ao atendimento de cada cliente por um veículo. Daí em diante, procura-se introduzir um cliente novo em ao menos uma rota, usando o conceito de economia, ou seja, diminuindo o custo associado a essa introdução. Assim, se temos dois clientes “i” e “j”, então o custo da visita aos dois separadamente será: $c_{i,j} = c(\mu_{i1}) + c(\mu_{ij}) + c(\mu_{j1})$. O que se pretende a partir daí é procurar introduzir o segundo cliente na rota do primeiro, para que houvesse economia na volta direta de i e na ida para j e, sendo compensados, utilizar a conexão direta entre i e j, obrigatoriamente. Desse modo, haveria uma

abreviação na notação de custos dos caminhos, acarretando economia: $e_{ij} = c_{i1} + c_{1j} - c_{ij}$. Essa economia será interessante se for positiva, cabendo saber qual a inserção está associada à maior economia.

O algoritmo se apresenta em duas versões no que diz respeito à construção de rotas: a versão paralela e a versão seqüencial. A versão paralela apresenta o inconveniente de poder gerar um número de rotas superior ao tamanho da frota, tomando-se o fato de que nenhuma ligação é removida pelo algoritmo, não sendo possível corrigir a solução, uma vez que o número de rotas vai sendo diminuído. Nesse caso, ainda, o algoritmo é responsável por calcular a economia e proceder à ordenação das rotas, podendo exigir grande esforço computacional.

ALGORITMO DE CLARKE E WRIGHT

0. Gerar uma solução do tipo 1-mediana em G (porém centrada no vértice 1)

1. Para todo $(i, j) \in E$, calcular a economia e_{ij} . Ordenar os e_{ij} em ordem não crescente, formando uma lista E.

2. Para todo e_{ij} , fazer:

(i) Se e_{ij} for viável para as restrições do problema, realizar e_{ij} (ou seja introduzir j na rota i);

Caso contrário,

(ii) (Versão paralela): passar ao valor seguinte;

(ii) (Versão seqüencial): procurar um e_{ij} viável para a mesma rota; se ele não existir, voltar a (i);

(iii) Repetir (i) e (ii) até que nenhuma nova economia possa ser escolhida.

Figura 16 – Algoritmo de Clarke e Wright.

Fonte: o autor.

3.1.4 Métodos Exatos

A utilização de métodos exatos na solução de PRV caracteriza-se pelo emprego pelas técnicas de “*branch-and-bound*”, por programação dinâmica e por métodos de programação inteira. A técnica de “*branch-and-bound*” resume-se a obtenção de bons limites inferiores para o valor da função objetivo, podendo aplicar o “*branching*” nos arcos ou nas rotas. A Programação Inteira utiliza técnicas de ramificação, mas sofre limitações de tamanho devido ao elevado esforço computacional inerente ao número de variáveis inteiras. A Programação Dinâmica é uma técnica que envolve uma busca de caminho ótimo em um grafo auxiliar sem circuitos, cujos níveis são chamados estágios, os vértices são os estados e os arcos as transações. O valor da função objetivo é determinado por uma equação de recorrência, que recebe um valor de um estágio anterior e o projeta para o estágio seguinte. O problema nesse último é o grande número de vértices desse grafo auxiliar, que inviabiliza a aplicação dessa técnica.

Os algoritmos exatos mais frequentemente utilizados são os da classe “*branch-and-bound*”. Em resumo, são buscas em árvore que se caracterizam pelo particionamento do conjunto de soluções por um critério de “*branching*”. Ao ser determinado cada limite inferior para as soluções de cada subconjunto, faz-se a opção, a cada iteração, pelo conjunto que ofereceu o menor limite inferior até o momento. Dessa forma, grande parte das soluções encontrada deixa de ser examinadas contribuindo para acelerar a obtenção da solução ótima. Apesar dessa aplicabilidade, essa técnica é afetada pelo tempo computacional que cresce à medida que a ordem do problema, também, aumenta. O “*branch-and-bound*” é usado em muitos casos como heurística, atingindo um tempo muito maior para chegar a otimalidade.

Esses algoritmos utilizam um algoritmo de alocação para a sua inicialização, usando-o como rotina, uma vez que os percursos hamiltonianos correspondem na matriz de custos a um conjunto de posições independentes. A solução ótima dada pelo algoritmo de alocação, entretanto, nem sempre corresponde a um ciclo ou circuito único, ou seja, hamiltoniano. Em geral, é obtido um com dois ou mais ciclos ou circuitos (tipo 2-fator). Caso aconteça, o valor obtido será o primeiro limite inferior (LI) e se usa um critério de “*branching*” para escolher uma ligação que poderá ser substituída por outra não utilizada, tendo em contrapartida um custo adicional. O subproblema utilizado para o “*branching*” terá um arco (i,j) como base. O conjunto de soluções que o usam será investigado com o auxílio de uma matriz de valores reduzida pela eliminação da linha i e da coluna j correspondentes ao arco, já que elas não mais

poderão ser utilizadas. Entretanto, o conjunto das soluções que não usam (i,j) será investigado com o auxílio da matriz vigente, na qual $c_{ij} = \infty$ para garantir que o arco, de fato, não será usado. A seleção do arco base da iteração é realizada por um critério heurístico.

O método mais tradicional para a seleção do arco base (u,v) é baseado na não utilização desse (LITTLE et al, 1963, apud BOAVENTURA NETTO, 2006, p. 228). Assim, se (i,j) não for usado, precisaremos usar outro zero, seja na coluna j . Ao se fazer $c_{ij} = \infty$ poderá ser necessário subtrair valores adicionais, que serão os menores valores na linha i e na coluna j , onde c_{ir}^{-d} são os elementos da matriz da iteração correspondentes ao lado direito da árvore de busca, entendido como o lado do não uso do arco base (Fig. 17).

$$p_{ik} = \min_{r \neq j} c_{ir}^{-d} \text{ e } p_{lj} = \min_{s \neq i} c_{sj}^{-d}$$

Figura 17 – Fórmula de Penalidade.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 228.

Desse modo, o arco base (u,v) deverá ser o que proporciona a maior penalidade (Fig. 18), onde F é o 2-fator vigente. Esse critério visa reduzir rapidamente a matriz, com base na utilização dos arcos.

$$p_{uv} = \max_{(i,j) \in F} (p_{ik} + p_{lj})$$

Figura 18 – Fórmula de penalidade máxima.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 229.

A matriz do grafo simétrico abaixo foi constituída como exemplo desse algoritmo, na qual os $c_{ij} = \infty$ indicam o grafo completo simétrico (Fig. 19).

	1	2	3	4	5
1	∞	7	15	23	18
2	9	∞	23	16	30
3	27	40	∞	52	12
4	21	28	10	∞	43
5	27	40	35	12	∞

Figura 19 – Matriz simétrica.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 229.

O algoritmo produz a matriz abaixo (Fig. 20), na qual se acha indicada uma solução ótima inicial de alocação, de custo $7 + 9 + 12 + 10 + 12 = 50$.

	1	2	3	4	5	P
1	∞	0	8	16	11	26
2	0	∞	14	7	21	18
3	15	28	∞	40	0	26
4	11	18	0	∞	33	22
5	15	28	23	0	∞	26

Figura 20 – Matriz de alocação da solução inicial
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 229.

Foram produzidos cinco zeros, formando uma alocação completa. O problema não se encontra resolvido nesse ponto, pois tal solução corresponde a um 2-fator formado pelos circuitos (1,2,1) e (3,5,4,3). Não existe ainda um circuito hamiltoniano e devemos, portanto, substituir ao menos dois zeros de modo a obter um deles.

O pequeno conjunto de soluções deverá ser dividido em dois subconjuntos:

- S_{ij} , de matriz V_{ij} , onde as soluções contêm o arco base (i,j); e
- S^{-}_{ij} de matriz V^{-}_{ij} , onde as soluções não o contém.

O critério de seleção para esta iteração aponta (3,5), cuja penalidade máxima é $15 + 11 = 26$ (Fig. 21).

	1	2	3	4	P		1	2	3	4	5	
1	∞	0	8	16	26	$\Leftrightarrow S_{35}(LI=50)$ $S^{-}_{35}(LI=76) \Rightarrow$	1	∞	0	8	16	0
2	0	∞	14	7	18		2	0	∞	14	7	10
3	15	28	∞	40	26		3	0	13	∞	25	∞
4	11	18	0	∞	18		4	11	18	0	∞	22
5	15	28	23	0	22		5	15	28	23	0	∞

Figura 21 – Subconjuntos de soluções.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 229 (adaptado).

Desse modo, obteremos o conjunto irrestrito de soluções $S\emptyset$ ($LI^{10} = 50$). Nesta iteração, as matrizes foram obtidas da matriz original V pelas seguintes modificações:

- V_{35} foi obtida pela supressão da linha 3 e da coluna 5 de V , fazendo-se ainda $c_{53} = \infty$, dado que esse arco não mais poderá ser usado, porque foi usado o simétrico (3,5); e
- V_{35}^- recebeu $c_{35} = \infty$, visto que o arco não será usado, e foram subtraídos os mínimos da linha 3 (que é 15) de modo a gerar ao menos um zero novo. O LI passa então $50 + 15 + 11 = 76$ e a opção para continuação é através de S_{35} , que possui o menor LI, sendo a diferença o valor da penalidade que é acrescentado ao S_{35}^- .

Em V_{35} , a maior penalidade na coluna à direita da matriz é agora a do zero localizado em (1,2), ou seja, $8 + 18 = 26$. A matriz V_{12} será obtida a partir de uma série de modificações que ao se fazer $c_{21} = \infty$ torna-se necessária à obtenção de um novo conjunto de zeros independentes e, nesse caso, teremos de aplicar as duas fases do algoritmo húngaro, para obter a situação descrita na figura abaixo (Fig. 22).

	1	3	4						
2	∞	14	7	-7	2	∞	7	<u>0</u>	←3
4	11	0	∞		<u>4</u>	0	0	∞	←4 (2ª fase)
5	15	∞	0		5	4	∞	0	←1
	-11						↑2		

	1	3	4
2	∞	3	0
4	0	0	∞
5	0	∞	0

Figura 22 – Algoritmo húngaro.

Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 230 (adaptado).

¹⁰ Limite inferior (LI).

A fase 1 do algoritmo húngaro exige o desconto de 18 unidades como mostra a matriz a esquerda, obtendo-se a matriz da direita, onde a fase 2 termina pela marcação da linha 4 e da coluna 4. O menor elementos fora delas tem valor 4 e o seu desconto cria um novo zero em (5,1), a um custo total de $11 + 7 + 4 = 22$ unidades, que se somam às 50 do LI inicial. Assim, teremos a situação definida na figura abaixo (Fig. 23).

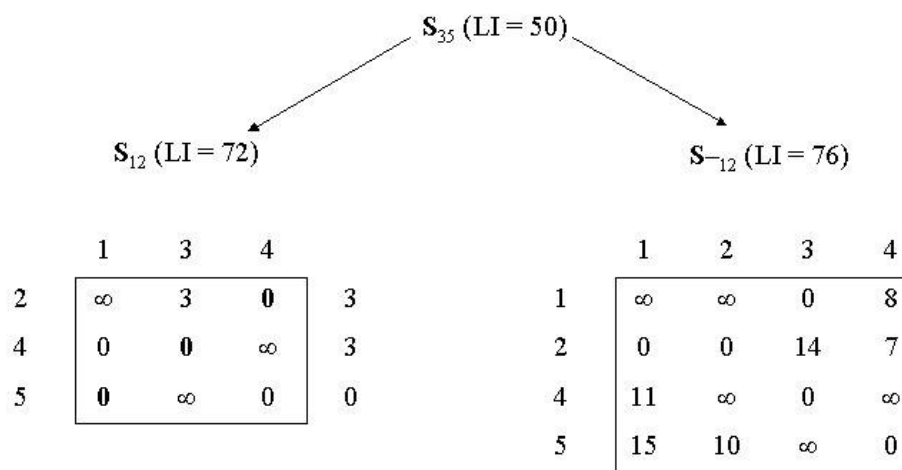


Figura 23 – Algoritmo húngaro após a fase 2.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 230.

O LI direito aumentou do valor de sua penalidade, isto é, de $8 + 18 = 26$. O menor LI continua a ser o esquerdo e as maiores penalidades em V_{12} são as dos zeros (2,4) e (4,3), iguais a $0 + 3 = 3$, tendo o empate resolvido pela coluna de menor índice.

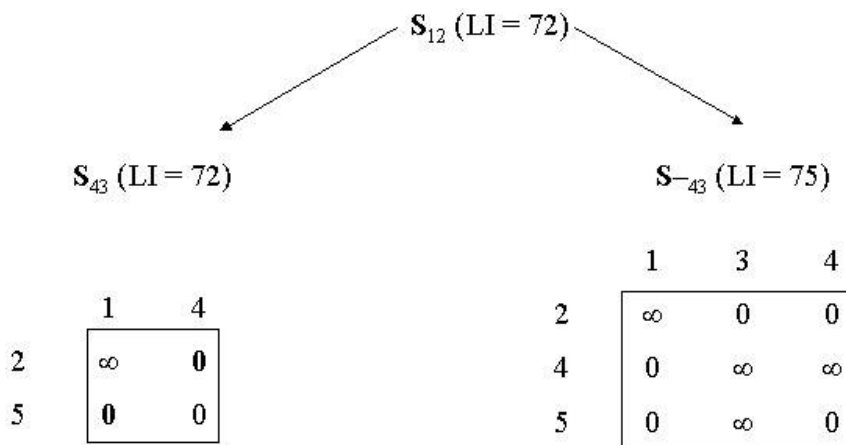


Figura 24 – Resultado obtido com o algoritmo húngaro.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p. 230.

O limite inferior esquerdo permanece o mesmo, uma vez c_{34} já não fazia parte da matriz. O limite inferior direito passa a $72 + 3 = 75$ (Fig. 24). Nesse ponto o processo se interrompe pela falta de opções para S_{43} que seria utilizada. Desse deve-se incluir (2,4) e (5,1), obtendo o circuito hamiltoniano (1, 2, 4, 3, 5, 1) de custo 72.

O resultado do algoritmo remete a árvore de busca completa abaixo (Fig. 25), com os limites inferiores.

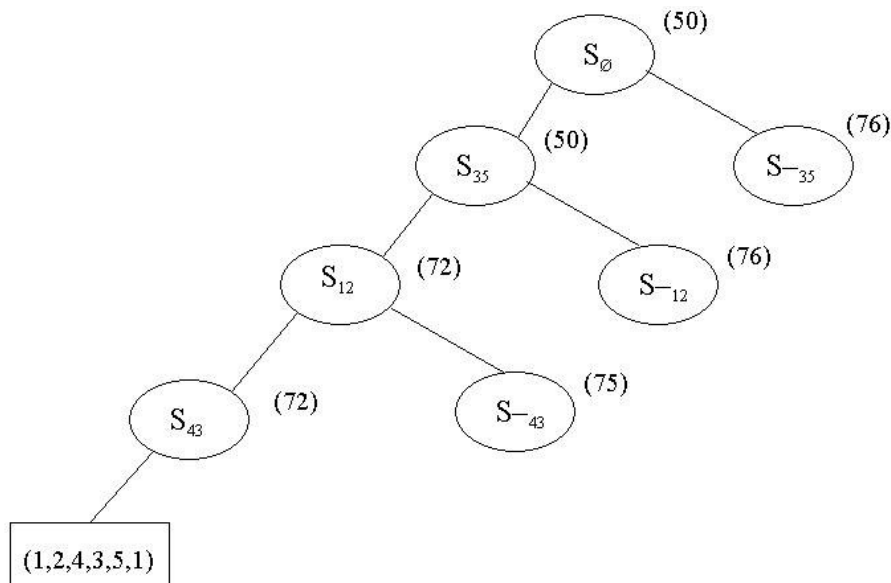


Figura 25 – Árvore de busca.
Fonte: Boaventura Netto, 2006, p.231.

3.1.5 O Nível de Serviço Logístico da Distribuição Física

Para Goebel (1996, passim) o Nível de serviço logístico não é algo que todas as empresas entendem de forma uniforme quanto aos serviços prestados pelos seus fornecedores; para algumas é o prazo de entrega, para outras corresponde ao percentual de itens que o fornecedor consegue atender em cada pedido, imediatamente.

Em ordem decrescente, quanto à importância, assumem-se geralmente ainda os seguintes itens:

- Tempo decorrido entre o recebimento de um pedido e despacho do mesmo;
- Lote mínimo de compra imposto pelo fornecedor;
- Precisão quanto aos itens enviados em relação aos pedidos realizados; e
- Ocorrência de perdas e avarias.

O nível de serviço logístico oferecido pode ser um elemento promocional tão importante quanto o desconto no preço. Tendo em vista que melhorias no nível de serviços geralmente estão associadas aos custos, e que melhorias no mesmo não resultam, percentualmente, nos mesmos ganhos em termos de vendas, é preciso avaliar qual o ponto a atingir em comparação com os níveis de serviço já oferecidos pela concorrência. A figura (Fig. 26) abaixo representa os diferentes estágios, como o nível de serviço afeta as vendas. Admite-se que preços e qualidade são iguais àqueles oferecidos pela concorrência.

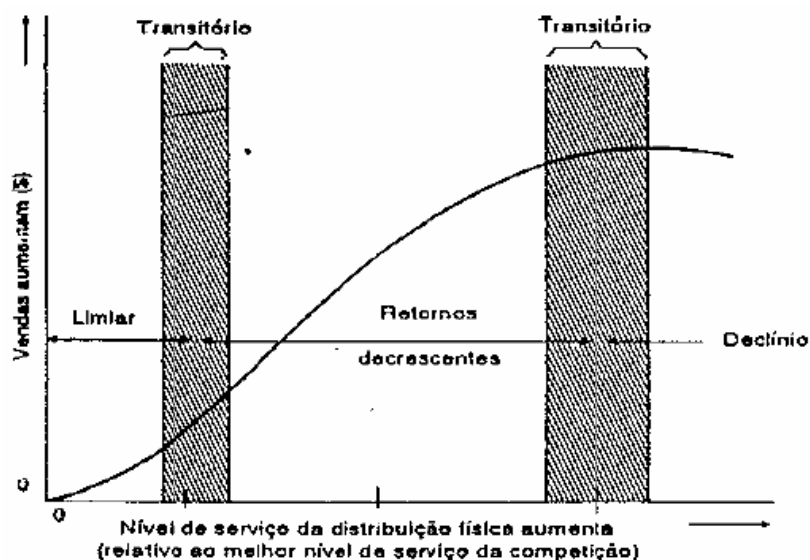


Figura 26 – A relação geral entre o nível de serviço da distribuição física e as vendas.

Fonte: ECEX/IE/UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior Logística – otimização do transporte e estoques na empresa [prof. Dieter Goebel] Estudos em Comércio Exterior Vol. I n° 1 – jul/dez 1996 (ISSN 1413-7976).

O nível de serviço **A** corresponde àquele oferecido pela concorrência. À medida que o mesmo cresce, as vendas continuam a aumentar, mas a uma taxa menor do que entre **O** e **A**; esta região (**AC**) é denominada de *retornos decrescentes*, na qual opera a maioria das empresas. As vendas, naturalmente, não crescem indefinidamente, mas atingem um ponto máximo, (nível **C**). Se alguns itens do nível de serviço oferecido, no entanto, se intensificarem ainda mais, como visita de vendedores para levantar o nível de estoque e outros, os clientes começam a ficar saturados e as vendas caem.

Níveis de serviço melhores, freqüentemente, implicam em custos maiores. De modo a maximizar o lucro da empresa, a preocupação do fornecedor, portanto, consiste em operar a um nível que lhe permita a maior diferença entre Receitas e Custos e esse é inferior ao ponto

máximo observado na figura anterior.

Custos logísticos tendem a crescer a taxas crescentes à medida que o nível de serviço melhora, conforme indica a figura abaixo (Fig. 27).

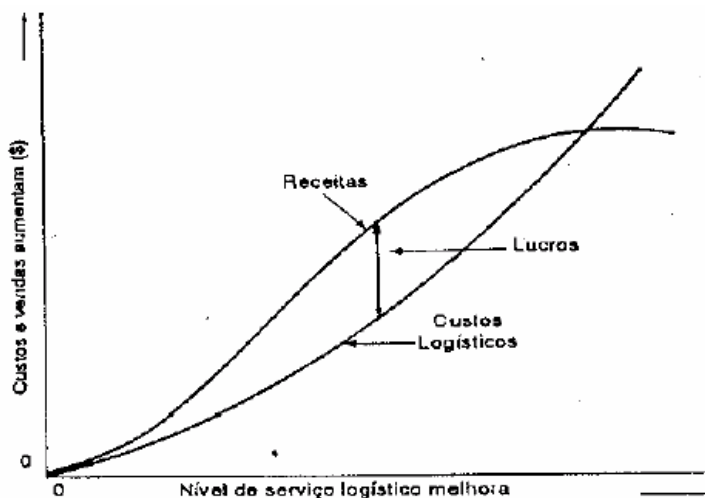


Figura 27 – A Compensação generalizada entre receitas e custos para diversos níveis de serviço logístico.

Fonte: ECEX/IE/UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior Logística – otimização do transporte e estoques na empresa [prof. Dieter Goebel] Estudos em Comércio Exterior Vol. I nº 1 – jul/dez 1996 (ISSN 1413-7976).

A razão para isso é que as oportunidades mais simples são as de menor custo, e por isso também são selecionadas em primeiro lugar; à medida que são atingidos patamares mais elevados os custos também crescem proporcionalmente.

Um indicador fundamental para medir o nível de serviço oferecido pelo fornecedor é o tempo transcorrido entre colocação do pedido pelo importador até o recebimento das mercadorias e é conhecido como tempo de ciclo de pedido. Embora não seja muito comum, o ideal é medir o tempo de ciclo de pedido e a sua variação, o que permitirá estabelecer níveis menores de estoque de segurança. Na prática a empresa sempre tem a tarefa de identificar quais são, para o cliente, os elementos-chave que determinam o nível de serviço.

A prática revela que é preciso ter grande cautela para estabelecer o nível de serviço do estoque com o objetivo de atender as vendas a partir do estoque disponível. Aumentar a disponibilidade, em apenas alguns pontos percentuais, devido a pressões da área de marketing ou por julgamento apressado, pode resultar em custos elevados em termos de capital investido, tendo em vista que os custos de capital crescem explosivamente à medida que a disponibilidade dos itens em estoque também aumenta.

3.1.6 O Tipo de Distribuição

De modo qualitativo, o impacto do Tipo de Distribuição nos principais indicadores de desempenho na indústria e no varejo é relativamente bem documentado e são diversas as evidências empíricas sobre o sentido dos efeitos principais da Distribuição Direta e da Distribuição Escalonada (EVERS, 1999; LEEUW e GOOR, 1999; EVERS e BEIER, 1998; TALLON, 1993; AMSTEL e AMSTEL, 1985). Alguns desses impactos já foram citados em livros há mais de vinte anos. Por exemplo, Bowersox et al. (1980) afirmam que a Distribuição Escalonada implica maiores níveis de estoque para a indústria, sendo preferível quando os produtos são de baixo custo adicionado e existe a possibilidade de consolidar o transporte entre a indústria e o centro de distribuição (JAYARAMAN, 1999; CARTER e FERRIN, 1996). A Distribuição Direta a partir da indústria tende a se verificar com produtos de alto custo adicionado, sobretudo se os volumes são elevados e há proximidade com o varejo (BOWERSOX e CLOSS, 1996). O alto custo adicionado também pode inibir intermediários interessados em manter estoques, levando a indústria à Distribuição Direta ao consumidor final (LAMBERT et al., 1998).

De acordo com Levy e Weitz (1998), a escolha do Tipo de Distribuição pelo varejo deve considerar simultaneamente o custo total associado a cada alternativa e o atendimento ao cliente, ou seja, ter o produto na loja quando o consumidor final quiser comprá-lo. A Distribuição Escalonada permite que o varejo opere com menos estoque, resultado de entregas mais frequentes a partir do centro de distribuição. Além disso, um melhor balanceamento entre sobras e faltas pode decorrer da revisão, sempre que necessário, das quantidades solicitadas ao centro de distribuição (BERMAN e EVANS, 1998). A Distribuição Direta, pelo fato de consumir tempo no varejo com o recebimento e o processamento de pedidos, pode levar a ressuprimentos menos frequentes e à consolidação dos envios.

Segundo Levy e Weitz (1998), a Distribuição Direta no varejo também é favorecida pela proximidade geográfica.

Percebe-se que, sob os prismas da indústria e do varejo, a escolha do Tipo de Distribuição é indiferente quando são considerados os critérios distância entre a origem e o destino e volume de compras: maiores distâncias e menores volumes, Distribuição Escalonada com consolidação via centro de distribuição; e menores distâncias e maiores volumes, Distribuição Direta da indústria ao varejo.

Quando o critério de análise é o nível de estoque na indústria e no varejo, a Distribuição Escalonada implica maiores níveis de estoque para o primeiro e menores para o segundo e a Distribuição Direta, vice-versa.

3.1.7 A Administração do Varejo

No passado, grande parte das lojas tinha em anexo seus depósitos onde guardavam as mercadorias que seriam expostas na área de vendas. “Com o processo de redução do tamanho das lojas, a instalação de lojas em shopping centers, e as restrições de tráfego de caminhões de entrega nos grandes centros urbanos, tornou-se quase impossível manter tais depósitos junto às lojas. Imaginem um shopping center com 200 lojas tendo que ter espaço e equipamentos para receber e descarregar veículos de entrega de todos os fornecedores das lojas ali instaladas. À medida que as redes de varejo se dispersam geograficamente em busca de clientes, os problemas logísticos se avolumam. Os custos de transporte para manter as lojas abastecidas tendem a crescer, o estoque em trânsito entre o depósito central e as lojas começa a ser significativo, as lojas mais distantes tendem a aumentar sua estocagem para fazer face ao tempo de reposição das mercadorias, etc.¹¹”.

Quando esta rede de lojas tem vendas para entrega na casa do cliente como tipicamente as lojas que vendem eletrodomésticos ou quando também possuem vendas pela internet, os problemas de atendimento ao cliente se avolumam e os custos de atendimento passam a ser parte significativa do custo logístico total.

Para esse cenário, um dos caminhos de solução é a instalação de centrais de distribuição – CD. A implantação de CDs, únicos ou múltiplos, tem significativa influência nos estoques e no nível de atendimento às lojas e aos clientes.

Em termos de estoques, a tendência é de que se reduzam os estoques mantidos nas lojas desde que se implantem roteiros de entregas às lojas em pequenos intervalos de tempo. Como cada loja anteriormente deveria fazer seus próprios estoques de segurança, ao concentrarmos os estoques em um CD, o estoque de segurança consolidado será matematicamente menor para um mesmo nível de atendimento.

A conveniência de ter um ou mais centros de distribuição para atendimento ao suprimento de uma rede de lojas é um estudo logístico complexo, exigindo simulações de

¹¹ Cf. SUCUPIRA, Cezar. *Gestão de estoques e compras no varejo*. Cezar Sucupira Educação e Consultoria Ltda. Disponível em: <<http://www.cezarsucupira.com.br/artigos11.htm>>. Acesso em 07 mar. 2006.

custos de transporte, de operação, de instalações e de manutenção de estoques, para subsidiar a decisão de quantos CDs devem ser instalados e qual a melhor localização para os mesmos.

Conforme Anupindi et al (1999, p. 241):

"a produção e distribuição de produtos para atender a demanda dos consumidores envolve os fluxos que permeiam uma complexa rede de processos que incluem fornecedores de matérias-primas, fabricantes de produtos acabados e seus atacadistas, distribuidores e varejistas. Toda esta rede de elementos agregadores de valor é chamada de cadeia de suprimentos. A meta dos participantes da cadeia de suprimentos é a sincronização dos fluxos através da rede, para atender a demanda do consumidor final da forma mais econômica. Gerenciar a cadeia de suprimento envolve armazenar e mover produtos e informações através de toda esta rede para disponibilizar os produtos aos consumidores, quando e onde eles estejam desejando, ao menor custo possível".

A chave para uma boa gestão da cadeia de suprimentos é a sincronização dos fluxos entre os elementos desta rede. A ausência de sincronização provoca um perverso efeito que causa prejuízos a todos os elementos da cadeia e é chamado de efeito chicote.

Em uma cadeia de suprimentos perfeitamente sincronizada o modelo de ordem em cada estágio deveria imitar o modelo de consumo do estágio à jusante, até que se chegasse ao consumidor final (ibid.). Desta forma, não haveria geração de estoques desbalanceados ao longo da cadeia de suprimentos, com seus efeitos perversos conseqüentes.

Chama-se Resposta Rápida – "*quick response*", conforme Chopra e Meindl (2003), "o conjunto de ações tomadas em uma cadeia de suprimentos que conduz a uma redução do tempo de reposição".

Gestores de uma cadeia de suprimentos tornam-se capazes de aumentar a precisão de suas previsões de demanda à medida que o tempo de reposição diminui, o que permite equilibrar demanda e suprimento de maneira mais eficiente e aumentar a lucratividade da cadeia de suprimentos.

Quanto maior a defasagem de tempo entre a data da colocação da encomenda, que pressupõe uma determinada demanda no momento em que a encomenda será entregue, maior será a probabilidade da demanda prevista e, portanto, da encomenda feita, ser diferente da demanda real. A probabilidade de haver incerteza no cálculo da demanda se deve ao fato de a cada intervalo de tempo em que o horizonte de planejamento se afasta, mais difícil fica prever o que o consumidor irá comprar. Obviamente, a colocação de ordens de suprimento adiantadamente, provoca ora as faltas de atendimento, ora os excessos de estoque.

O tempo de reposição deve ser constantemente discutido entre os elementos da cadeia no sentido de eliminar fatores causadores de demoras como:

- a) Tempo de comunicação das quantidades a serem ordenadas;
- b) Programação de produção dos fabricantes feita em ciclos de longa duração;
- c) Tempo de preparação de máquinas dos fabricantes obrigando produção em grandes lotes;
- d) Transportes ineficientes geradores de demoras; e
- e) Processos demorados de recebimento, conferência e inspeção de mercadorias, etc.

A necessidade de manter estoques de segurança é uma função da combinação das incertezas do suprimento e da demanda. Sob esta perspectiva, quanto menor e mais confiável for o tempo de reposição mais capacidade de reação se pode ter em relação às variações de demanda e, menores poderão ser os estoques de segurança.

3.2 O MODELO ATUAL

O fluxo de uniformes entre o depósito e os postos de distribuição e de encomendas ocorre da seguinte maneira (Fig. 28):

- a) Os PDU/PEU inserem as informações relativas às RM no SISPDU-WEB integrado ao SINGRA, solicitando os itens desejados;
- b) O CCIM efetua a análise do RM encaminhada, verificando as disponibilidades para liberação no momento oportuno às condições do estoque;
- c) O CCIM encaminha ao DepFMRJ as RMT para que providencie a segregação dos itens solicitados e, conseqüentemente, efetue a expedição;
- d) DepFMRJ encarrega-se da movimentação interna retirando o material da área de armazenagem e transportando para a área de expedição, onde será efetuada a embalagem e a rotulação com os dados necessários ao transporte;
- e) O DepFMRJ verifica o destino da entrega a fim de solicitar o transporte. Nesse caso, o material destinado para fora Rio de Janeiro é encaminhado por empresas contratadas, navios da MB e aviões da FAB mediante a inserção da STC no SINGRA que será analisada pelo DepNavRJ. O DepNavRJ emitirá a RTC com a

modalidade de transporte adequada; e os destinados aos postos localizados no Rio de Janeiro são transportados por veículos da Marinha, cedidos pela Divisão de Transportes da Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro (BAMRJ). As viaturas, nesse caso, seguem uma programação diária de transporte, sendo necessário o compartilhamento com outras cargas provenientes dos demais depósitos localizadas na área do CNAb;

- f) O modelo atual não segue nenhuma rotina planejada e as cargas são encaminhadas de acordo com a disponibilidade de transporte;
- g) A combinação de cargas diversas prejudica o aproveitamento do transporte para a distribuição, sendo necessário emitir solicitações de veículos com base em prévias estimadas para garantir o atendimento;
- h) O depósito não tem estrutura de transporte própria para o atendimento dos postos, principalmente os de encomendas, cuja filosofia de distribuição está calcada no *Just in Time* (JIT); e
- i) Não existem métodos de avaliação da eficiência do modelo atual de distribuição, como o tempo médio entre a colocação da carga para a expedição e a sua chegada nos postos.

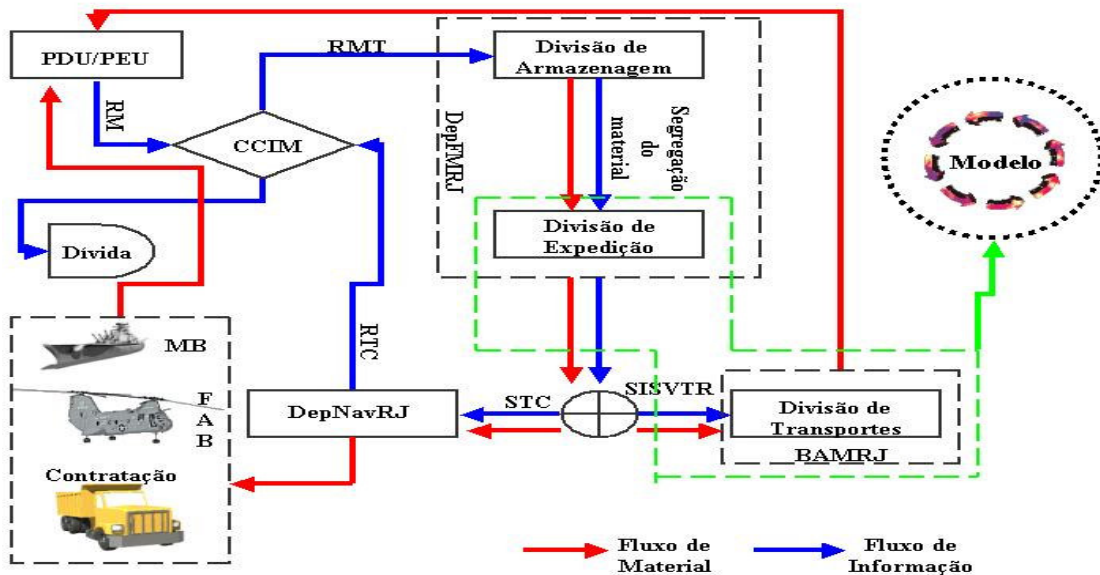


Figura 28 – O modelo atual.
Fonte: o autor.

A área de cobertura do Primeiro Distrito Naval compreende os postos de distribuição e de encomendas situados nas Organizações Militares abaixo:

- a) Centro de Instrução Almirante Milcládes Portela Alves, localizado na Avenida Brasil, nº 44878, Guandu do Sapê, Campo Grande;
- b) Centro de Adestramento da Ilha da Marambaia, localizado na Rua Professor Rafael Levir Miranda, s/n, Itacuruçá, Mangaratiba;
- c) Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, localizado na Avenida Brasil, nº 9020, Olaria, Rio de Janeiro;
- d) Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, localizado na Praça Barão de Ladário, s/n, Centro, Rio de Janeiro;
- e) Colégio Naval, localizado na Avenida Marquês de Leão, s/n, Angra dos Reis, Rio de Janeiro;
- f) Escola Naval, localizado na Avenida Almirante Sílvio de Noronha, s/n, Centro, Rio de Janeiro;
- g) Centro de Instrução Almirante Alexandrino, localizado na Avenida Brasil, nº 10946, Penha, Rio de Janeiro;
- h) Comando do Primeiro Distrito Naval, localizado na Praça Mauá, nº 65, Centro, Rio de Janeiro;
- i) Depósito Naval de São Pedro da Aldeia, localizado na Rua Comandante Ituriel, s/n, Fluminense, São Pedro da Aldeia;
- j) Base Naval do Rio de Janeiro, localizada na Ilha de Mocanguê Pequeno, s/n, Niterói;
- k) Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador, localizada na Estrada do Quilombo, s/n, Bananal, Rio de Janeiro;
- l) Base de Fuzileiros Navais da Ilha das Flores, localizada na Avenida Paiva, s/n, Ilha das Flores, Neves, São Gonçalo;
- m) Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro, localizada na Avenida Brasil, nº 10500, Olaria, Rio de Janeiro; e
- n) Diretoria de Abastecimento da Marinha, localizada na Ilha das Cobras, Edifício Almirante Gastão Motta, 4º andar, Centro, Rio de Janeiro.

O DepFMRJ está localizado na área do CNAB, na Avenida Brasil, nº 10.500, Olaria, Rio de Janeiro (Fig. 29).



Figura 29 – A área de cobertura no Rio de Janeiro.
Fonte: o autor.

3.3 O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO

O processo de construção de um modelo leva em consideração a busca de uma visão bem estruturada da realidade a qual se deseja esclarecer. No decorrer da história da humanidade, a evolução da ciência se deu por intermédio dos modelos criados para representar as situações reais encontradas na natureza e no cotidiano das pessoas, de forma que sob uma ótica mais simples pudessem ser testadas as idéias de aprimoramento pretendidas. Para Goldbarg e Luna (2005, p. 2) os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada. Assim, o poder de representatividade do modelo é a sua característica mais importante.

A concepção do modelo deve ser traduzida na obtenção de uma representatividade eficiente da realidade, mas também de ser possível averiguar com a sua formulação a

possibilidade de avaliar um conjunto de conceitos envolvidos no problema dando a idéia do conjunto e, além disso, permitir a discussão sobre os impactos de uma solução em outros contextos não diretamente envolvidos, fato que contribui para o foco holístico. Os métodos de solução não podem contemplar bases dicotômicas, devendo haver complementação entre elas. E finalmente, para uma completa eficiência do modelo, deve ser exigida no desenvolvimento da modelagem uma tradução contextual conveniente, ou seja, um correto isomorfismo com o fenômeno em estudo (Fig. 30).

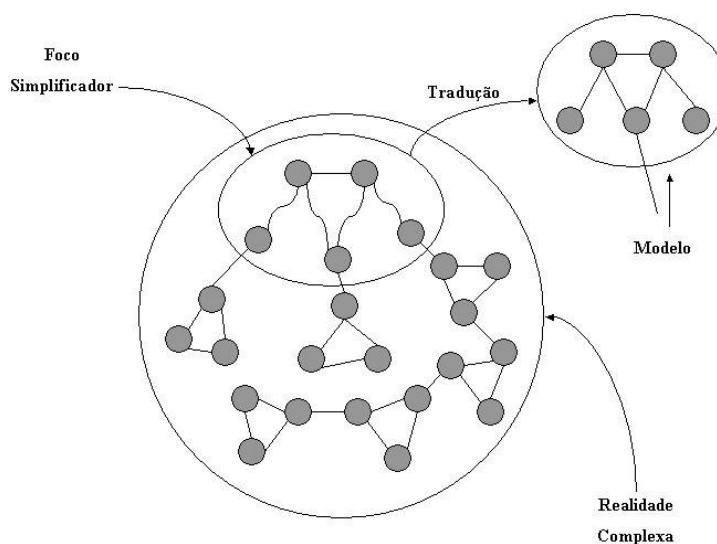


Figura 30 – O processo de tradução.
Fonte: Goldbarg e Luna, 2005, p. 2.

O processo de tradução contextual deve ser capaz de identificar os elementos fundamentais da questão e transportá-los para uma representação capaz de ser manipulada por artifícios ou métodos de solução. A tradução visa claramente a cooperar com certa abordagem. À medida que a tradução produz uma representação mais ou menos tratável pelos métodos existentes, a utilidade do modelo é definida (ibid.).

A modelagem representativa de um fenômeno real pretende favorecer o estudo dos elementos que causam os efeitos interessantes ao estudo. Preliminarmente, o que se pretende na elaboração do modelo é a aplicação de métodos de intervenção que possam auxiliar na tomada de decisão de um decisor, traduzindo-a em aplicações práticas. Assim, ao ser estabelecido o problema ou fenômeno é preciso criar oportunidades que favoreçam o processo de tomada de decisão com a seleção de uma linha de ação (Fig. 31).

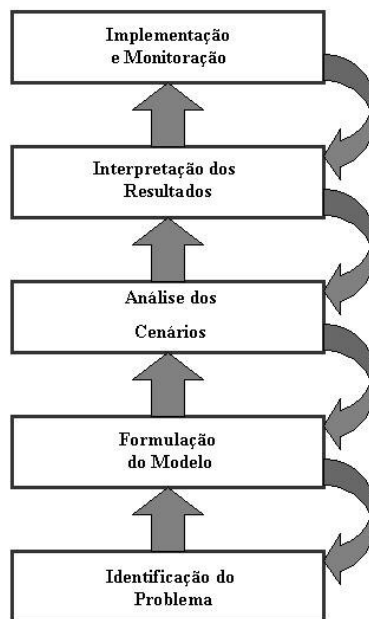


Figura 31 – O processo de resolução de um problema.
Fonte: Lachtermacher, 2004, p. 8, adaptado.

Normalmente, os modelos matemáticos são os mais utilizados na modelagem de questões gerenciais, onde as grandezas representam as variáveis de decisão e as relações entre elas por expressões matemáticas. O processo de resolução de problemas é dividido em etapas consecutivas e repetitivas, dependendo de cada situação.

A criatividade do homem é o fator de dependência para o processo de modelagem, sendo árduo o trabalho de definir os limites dos modelos de Programação Matemática e as suas aplicabilidades. Entretanto, esses modelos são os mais adequados a abordar situações concretas, com a utilização de variáveis numéricas. O que se vê nesse caso é a representação de um determinado fenômeno e o seu ambiente feita, em geral, por um conjunto de equações ou expressões matemáticas, havendo, assim, a possibilidade de realizar associação entre uma decisão e uma variável do modelo (*variável de decisão*). A eficácia pretendida para uma situação analisada é, portanto, representada por uma função objetivo dessas variáveis de decisão ($z = f [x_i, \dots, x_n]$), sendo o seu comportamento determinado pelos recursos restritivos ou, conforme determina-se, pelas variáveis de restrição.

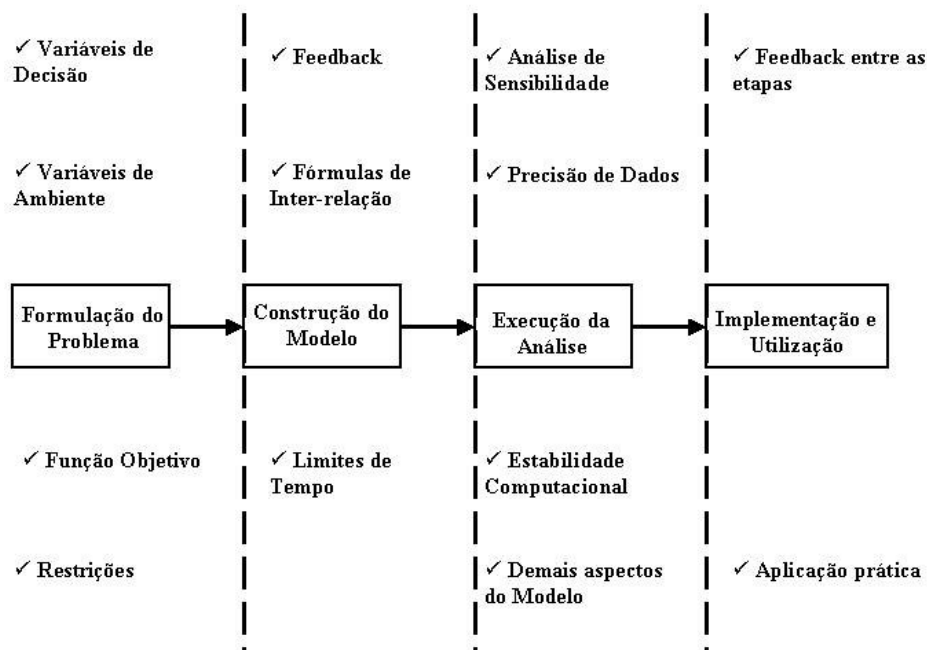


Figura 32 – As etapas de construção do modelo de programação matemática.
 Fonte: Adaptado de Goldberg e Luna, 2005, p. 14.

Em suma, todo esse processo de análise deve ser dividido em etapas no caso dos modelos mais complexos. A etapa de formulação do modelo ou tradução definindo as condições do problema, que contextualiza as variáveis de decisão e do ambiente; a função objetiva e o critério de otimização e formaliza as restrições do modelo. A etapa de construção do modelo determina as ações para o *feedback* de informações, as fórmulas de inter-relação e os limites de tempo. A execução de análises, etapa seguinte, compreende a análise de sensibilidade da solução, o levantamento da precisão dos dados, o estudo da estabilidade computacional e o levantamento das demais características do modelo. E, por fim, a etapa de implementação dos resultados e atualização do modelo compreende um processo de *feedback* entre todas as etapas anteriores para a consecução do uso do modelo (Fig. 32).

3.3.1 O Sistema de Roteamento

Um sistema de Roteamento pode ser considerado como um conjunto de meios que objetiva o atendimento de demandas localizadas nos arcos ou nos vértices de alguma rede de transportes. A aplicação de um Sistema de Roteamento pode ser vista de forma operacional,

decompondo-o em três partes estratégicas: Estratégica, Tática e Logística (ibid., p. 371).

Sob a ótica da logística, o objetivo principal é fazer chegar provisões e/ou serviços a pontos de consumo, a partir de pontos de suprimentos (BODIN, 1983, apud GOLDBARG e LUNA, 2005, p. 371). Conseqüentemente, um sistema logístico completo deve cuidar desde o processo de obtenção, estoque, e distribuição de produtos sobre uma rede de demanda, até os relacionados com seres humanos, políticas de investimentos e renovação da frota etc.

Devido à complexidade desse tipo de sistema, o que se emprega é dividi-lo em subsistemas para a realização de análises com maior facilidade.

A busca de soluções sistêmicas é realizada separadamente em seus subsistemas, variando os níveis de decisão numa escala estratégica, tática e operacional. O Problema de Roteamento de Veículos (PRV) é integrado ao estudo sob a ótica operacional de forma que os problemas de nível tático e estratégico tendem a incorporá-lo, buscando o enriquecimento de suas decisões. Assim o PRV tem uma função complementar importante, certo de que viabiliza o estabelecimento da estrutura de operações do sistema.

A aplicação do PRV pode levar a minimização do custo dessa atividade, precisando de informações que viabilizem o estudo operacional em cada modelo. Assim são exemplos de informações comuns ao tipo de estudo:

- a) Os clientes servidos pelo depósito;
- b) A demanda dos clientes;
- c) O tamanho da frota alocada a cada depósito;
- d) O tipo de veículo empregado (capacidade, velocidade, habilitação de transporte, etc.);
- e) As regras que definirão o carregamento/descarregamento;
- f) A possibilidade de uso de equipamento de aluguel; e
- g) A capacidade das ligações, seu custo operacional, disponibilidade, etc.

Ao estabelecer uma função objetivo buscando minimizar custos é necessário haver redução nos seguintes fatores:

- a) Prazos de entrega;
- b) Caminhos a percorrer (combustíveis, manutenção, tempo de operação, etc.);
- c) Alocação de mão-de-obra;
- d) Riscos de acidentes ou avarias;

- e) Número de veículos;
- f) Intervalos de trabalho (evitando engarrafamentos, taxa de estacionamentos, etc.);
- g) Carregamento (otimizando a relação carga/rota/meio de transporte);
- h) Alocação de meio de transporte *versus* tarefa (otimizando a relação carga/rota/meio de transporte);
- i) Política de atendimento da demanda dos clientes; e
- j) Política de controle de estoques e investimentos em instalações e meios diversos.

Os PRV são tipicamente problemas multiobjetivos, devido aos elementos intervenientes aos quais se relaciona. Diversos estudos já foram efetuados a respeito dessa modalidade de problema, constituindo crescente relevância nos últimos 30 anos. Suas intervenções resultaram sempre em economia de recursos e segurança para os que o aplicaram.

4 A MODELAGEM MATEMÁTICA

4.1 A MODELAGEM E O APOIO A DECISÃO

Basicamente, uma modelagem é realizada para obtenção de solução de problemas. Otimização de recursos, Previsão e Planejamento, Localização, Roteirização, Carteiras de Investimento e Alocação de Pessoas são alguns exemplos de problemas de que uma modelagem pode tratar.

A modelagem matemática, na prática, é fortemente direcionada ao apoio da tomada de decisão no gerenciamento de sistemas de grande porte, especialmente no que diz respeito ao tratamento de variáveis quantificadas. A técnica permite desenvolver o modelo de inter-relações entre variáveis que dificilmente seriam visíveis de forma intuitiva. Com a utilização dos meios de processamento de dados, os chamados programas de Programação Matemática podem examinar inúmeras configurações viáveis do problema proposto pelo tomador de decisão e selecionar, dentro de certos critérios, as melhores (GOLDBARG e LUNA, 2005, p. 11).

Os gerentes de logística se vêem, constantemente, diante de situações na qual uma decisão deve ser tomada entre uma série de alternativas normalmente conflitantes e concorrentes. Suas decisões podem pautar-se de duas formas: usando a intuição gerencial; e realizando uma modelagem da situação, com exaustivas simulações dos mais diversos cenários. É importante mencionar que, por mais que estabeleçamos um delineamento minucioso do cenário, nunca chegamos à sua total realidade. Isto significa dizer que os gerentes, ao se apoiarem em modelagens, procuram se aproximar ao máximo do mundo real com aquele mundo virtual criado (Fig. 33).

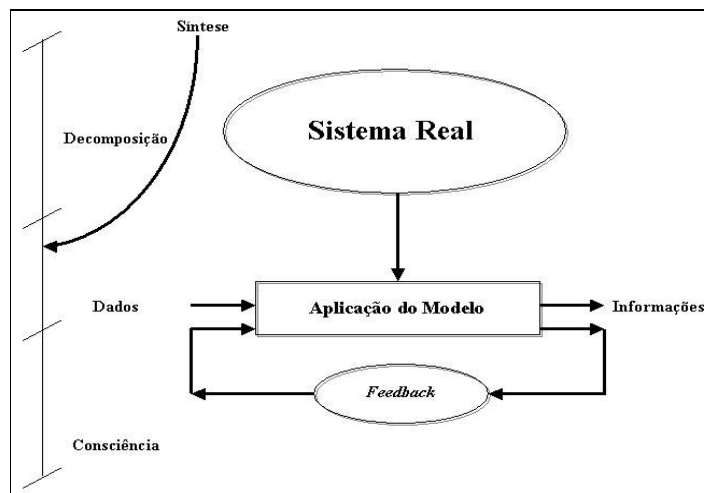


Figura 33 – O processo de modelagem matemática.
 Fonte: Goldbarg e Luna, 2005, p. 13.

4.2 A PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA

De modo bastante simplificado, a programação matemática busca otimizar recursos. Otimizar representa maximizar ou minimizar quantidades (valores) descritas na forma de função matemática, consideradas como variáveis de decisão. As relações entre as variáveis são descritas por meio de restrições ao problema proposto, expressas como equações e/ou inequações matemáticas. Assim, a formatação básica de uma programação matemática contém o que é chamado de função-objetivo, com suas variáveis de decisão, e as restrições, que impõem condições ao problema. A Programação Linear é o modelo básico para a compreensão de todos os outros modelos de Programação Matemática. Os conceitos firmados nesse modelo serão estendidos aos demais, concedendo suporte aos estudos mais avançados.

A Programação Linear (PL) possui modelos que constituem um tipo especial de modelos de otimização. Para que um sistema seja representado por meio de PL, ele deverá possuir as seguintes características (GOLDBARG e LUNA, 2005, p. 25):

- a) Proporcionalidade – a quantidade de recurso consumido por uma dada atividade deve ser proporcional ao nível dessa atividade na solução final do problema. Além disso, o custo de cada atividade é proporcional ao nível de operação da atividade;
- b) Não-Negatividade – deve ser sempre possível desenvolver essa dada atividade em qualquer nível não-negativo e qualquer proporção de um dado recurso deve

- sempre poder ser utilizado;
- c) Aditividade – o custo total é a soma das parcelas associadas a cada atividade; e
- d) Separabilidade – pode-se identificar de forma separada o custo (ou consumo de terceiros) específico das operações de cada atividade.

O termo otimizar é utilizado, genericamente, para representar as possibilidades de maximizar ou minimizar a função-objetivo.

A Programação Linear pode ser expressa na forma geral, conforme demonstrada na figura abaixo (Fig. 34).

PROGRAMAÇÃO LINEAR	
FUNÇÃO-OBJETIVO:	
Otimizar $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$	
RESTRIÇÕES:	
Sujeito a: $g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_1$	
$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_2$	
.	
.	
$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_m$	
Onde:	
$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$	
$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{in} x_n$, para $i = 1, \dots, m$	
n é o número de variáveis	
m é o número de restrições do problema	
i é o índice de uma determinada restrição	

Figura 34 – A programação linear.

Fonte: Lachtermacher, 2004, p. 27.

Além da formulação acima, existem outras formas distintas usadas para desenvolver uma Programação Linear: a Forma Canônica e a Padrão. As condições para uma forma canônica são:

- a) Todas as variáveis de decisão são restritas a valores não-negativos;
- b) Todas as restrições, exceto para a não-negatividade das variáveis de decisão, são assumidas como igualdades;
- c) Os coeficientes do lado direito são todos não-negativos; e
- d) Uma variável de decisão é isolada em cada restrição, com um coeficiente +1. A variável isolada em uma determinada restrição não aparece em nenhuma outra e aparece com um coeficiente zero na função de objetivo.

Os PLs no formato padrão satisfazem as primeiras três condições citadas (Fig. 35).

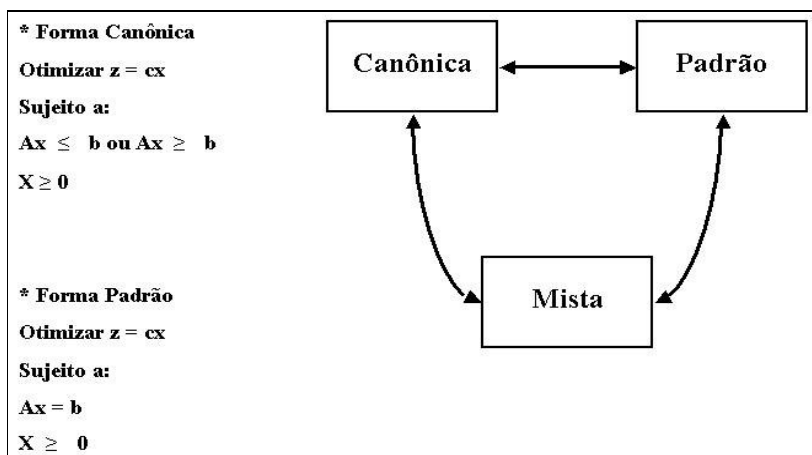


Figura 35 – As formulações e suas transformações.
 Fonte: adaptado de Goldbarg e Luna, 2005, p. 26-27.

4.3 A FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

4.3.1 Elementos constitutivos do modelo

A construção do modelo representativo do problema foi baseada nos elementos constitutivos. Cabendo a identificação das partes envolvidas no contexto pesquisado, definindo suas funções e explicitando-lhes os atributos. A formulação do modelo que conduziu ao processo de otimização contém os seguintes elementos: o Grafo, os Postos, as demandas, os veículos e suas capacidades de carga, as distâncias, a variável de decisão, a função-objetivo e as restrições.

O Grafo $[G = (P,A)]$ é o conjunto de vértices e arcos do modelo. Os Postos de Distribuição e o DepFMRJ são os vértices (P) representados pelas letras “i” e “j”, significando a saída e a chegada de acordo com a rota utilizada. Os Arcos (A) correspondem ao conjunto “ij” de distâncias percorridas. Foram considerados os trajetos sempre no sentido de “i” para “j”.

Postos de Distribuição são os elementos que constituem a rede de distribuição em estudo já identificados. Os pontos foram representados no conjunto P e, no intuito de facilitar a modelagem matemática, o vértice DepFMRJ foi duplicado, ou seja, “0” para saída e “N + 1” para chegada de todos os veículos.

As demandas foram calculadas com base nas RMT registradas durante os exercícios

de 2004, 2005 e 2006, dividindo-se o volume movimentado por cada PDU/PEU durante o ano pela quantidade de entregas realizadas no período considerado. A demanda média do período analisado (2004 a 2006) consiste na divisão do somatório das demandas por PDU/PEU em cada ano por três. A movimentação diária de cada entrega efetuada pelo DepFMRJ é registrada pela sua Divisão de Expedição. A demanda de cada Posto de Distribuição “i” foi representada por “ q_i ”. A demanda do Depósito foi, hipoteticamente, determinada como nula, não havendo retorno de material. Assim, foram considerados os valores constantes no Apêndice 9.10.

Os tipos veículos escolhidos não constam no modelo atual. A hipótese usada foi a de empregar um modelo de veículo rápido e adaptado a realidade das vias urbanas. Desse modo, foi levada em consideração uma capacidade de carga intermediária entre os veículos pesados (e. g. caminhões) e os de categoria leve (e. g. pick-up), adotando o tipo de furgão com capacidade entre “7” e “16m³” (e. g. Ducato). Para esse estudo, utilizaram-se veículos homogêneos sendo representados pela letra “v”, compreendendo o conjunto V. A carga dos veículos foi representada pela letra Q. A quantidade de veículos foi validada pelo valor da demanda diária média no período de 2004 a 2006. Cada posto foi atendido por apenas um veículo, não tendo sido permitida a divisão de cargas entre eles.

As distâncias entre os vértices, o ponto de origem e o de chegada corresponderam aos trajetos realizados pelos veículos, de acordo com as localizações dos postos. Sendo que, por se tratar de deslocamentos em vias urbanas, observou-se que os trajetos de ida são diferentes daqueles de retorno, ou seja, assimétricos. As distâncias utilizadas foram coletadas no sítio da Internet *Ondeestou* (<<http://www.ondeestou.com.br>>) especializado em prover os usuários com informações sobre mapas e rotas terrestres. As distâncias foram representadas por “ d_{ij} ” (Quadro 3 – Anexo 10.1).

A variável de decisão delineada é inteira, tendo sido representada por “ x_{ijv} ”, que significa que se o veículo “v” passou pelo arco “ij”, fazendo o percurso de “i” para “j”, essa recebeu o valor “1” ou “0”, em caso contrário.

4.3.2 Características da modelagem

A modelagem do problema de roteamento em estudo foi adaptada às condições do pacote computacional utilizado, LINDO (*Linear, Interactive, Discrete Optimizer*), versão 6.1 para estudantes. O programa versão para estudantes (DEMO) comporta o processamento de

problemas contendo 150 restrições, 300 variáveis, 50 variáveis inteiras e 2 milhões de não-zeros. Portanto, foi necessária a redução do número de postos de distribuição, a fim de compatibilizar o modelo a ser otimizado com a capacidade do pacote computacional (Fig. 36).

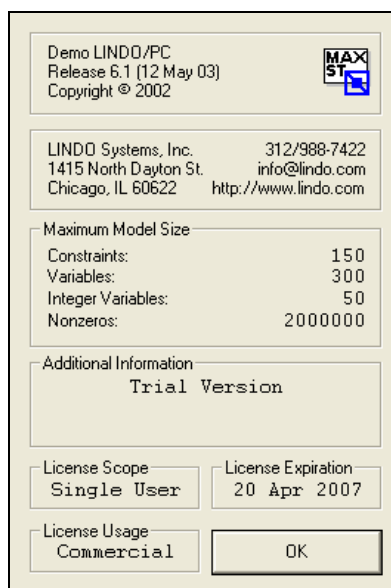


Figura 36 – Rótulo de informações sobre o Lindo.
Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

Em função disso, foram determinados os valores dos índices que determinam a quantidade de variáveis inteiras do problema, sendo “i” e “j” para o número de postos e “v” para o número de veículos a serem testados. A modelagem do Problema de Roteirização de Veículos em estudo tem as características, conforme o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Características da Modelagem.

Características da Modelagem	
Número de Roteiros	Múltiplos
Número de Postos (Nós)	4
Número de Veículos	2
Localização dos Clientes	Nós
Limite de capacidade dos Veículos	Sim
Tipo de Frota	Homogênea
Número de Bases	Uma
Demandas	Determinísticas

Fonte: o autor

Os postos escolhidos para a modelagem do problema foram selecionados com base no maior valor de demanda, conciliando-se a distância entre eles e o grau de importância para a análise. Desse modo, obtém-se a seguinte tabela de demandas:

Tabela 1 – Demanda dos postos considerados na modelagem.

PEU/PDU	2004	2005	2006	2004 a 2006
	Demanda Diária	Demanda Diária	Demanda Diária	Demanda Média
BNRJ	3,6	3,4	3,8	3,6
CIAMPA	4,1	5,3	5,1	4,9
CIAW	2,8	0,5	2,6	2,0
Com1DN	2,8	3,1	3,1	3,0
Total	13,4	12,3	14,6	13,5

Fonte: o autor.

As duas viaturas tiveram capacidade de carga homogênea de $7m^3$.

As distâncias entre os postos selecionados constam no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Distâncias entre os postos selecionados.

Local	DESTINO				
	DepFMRJ (j = 5)	BNRJ (j = 1)	CIAMPA (j = 2)	CIAW (j = 3)	Com1DN (j = 4)
ORIGEM DepFMRJ (i = 0)	0,00	26,16	37,56	18,76	17,96
BNRJ (i = 1)	33,60	0,00	79,30	24,20	26,10
CIAMPA (i = 2)	47,44	60,90	0,00	51,97	52,04
CIAW (i = 3)	15,91	23,37	48,92	0,00	0,85
Com1DN (i = 4)	15,38	22,85	49,38	2,31	0,00

Fonte: o autor.

A Função Objetivo do modelo visou minimizar a distância total percorrida entre os postos de distribuição de uniformes, com base na demanda determinística de cada e na restrição de capacidade do(s) veículo(s) empregado(s). O Grafo $G(P,A)$ é o conjunto dos Postos e Arestas formados na modelagem. Cada aresta "A" foi representada pelo conjunto de trajetos (i,j) para os quais os veículos "v" percorreram, enumerando-se os percursos realizados. Assim, definiu-se a função de minimização com as seguintes características:

$$\text{Min} \quad \sum_{v \in V} \sum_{i \in G} \sum_{j \in G} d_{ij} \cdot X_{ijv}$$

para:

$$\mathbf{G} = (\mathbf{P}, \mathbf{A})$$

$$\mathbf{A} = (\mathbf{i}, \mathbf{j})$$

$$\mathbf{i} = 0, 1, 2, 3, 4$$

$$\mathbf{j} = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\mathbf{v} = 1, 2$$

As restrições do modelo constituíram as limitações dos elementos constitutivos, além de atribuir rotinas e características ao roteamento desejado para os veículos. Desse modo, as restrições foram definidas da seguinte forma:

- a) Restrição de passagem de veículos;
- b) Restrição de capacidade;
- c) Restrição de saída e chegada ao depósito;
- d) Restrição de continuidade da rota;
- e) Restrição de sub-rotas; e
- f) Restrição de integralidade.

A restrição de Passagem de Veículos visou garantir que apenas um veículo "v" chegasse a cada posto "i". Assim, definiu-se a restrição da seguinte forma:

$$\sum_{v \in V} \sum_{j \in G} x_{ijv} = 1; \forall i \in P$$

A variável "x_{ijv}" é inteira assumindo valor "0" ou "1". Essa restrição permitiu a estabelecer a situação delineada por Hamilton, em que cada vértice fosse visitado uma única vez.

A restrição de Capacidade visou garantir que cada veículo atenderia somente um conjunto de postos, cuja demanda total não ultrapasse a sua capacidade "Q". Assim, definiu-se a restrição da seguinte forma:

$$\sum_{i \in P} q_i \cdot \sum_{j \in G} x_{ijv} \leq Q; \forall v \in V$$

A capacidade de carga “Q” de cada veículo foi definida de acordo com as características do veículo escolhido para o modelo. Destaca-se o fato de que não foi permitida a divisão de cargas entre os veículos, a fim de considerar que a consolidação das cargas devia respeitar a clientela assistida, dentro do limite de carga em cada veículo.

A restrição de Saída e Chegada ao Depósito visou garantir que cada veículo “v” partiria e retornaria ao DepFMRJ. Assim, definiu-se a restrição da seguinte forma:

$$\sum_{j \in G} x_{0jv} = 1; \forall v \in V$$

$$\sum_{j \in G} x_{i(N+1)v} = 1; \forall v \in V$$

O valor N representa os postos de distribuição, sendo igual a “4”. Os pontos de origem e de destino foram numerados de “0” a “5” e o depósito recebeu o número “0”, quando fosse origem, e “5” (N+1 = 4 + 1 = 5), quando fosse o destino final do roteiro realizado. Essa restrição representou a característica do modelo, em que não se dispunha de garagens intermediárias para retorno. Sendo assim, o único caminho final permitido foi o de retorno ao depósito.

A restrição de Continuidade da Rota visou garantir que se um veículo “v” chegasse a um posto esse deveria sair do mesmo para o consumidor seguinte. Assim, definiu-se:

$$\sum_{i \in G} x_{ijv} - \sum_{j \in G} x_{h j v} = 0; \forall h \in P, \forall v \in V$$

O índice “h” representou o posto de distribuição seguinte, após um veículo “v” ter passado por um posto anterior. A restrição impediu a permanência do veículo em determinado ponto, sem que fosse cumprido o compromisso final de retornar ao ponto de final.

A restrição para eliminar a ocorrência de sub-rotas definiu-se da seguinte forma:

$$\sum_{i, j \in S} x_{ijv} \leq |S| - 1, \forall S \subseteq \{2, \dots, n\}; \forall v \in V$$

A restrição estabeleceu o número de arestas “S” que deviam ser cobertas por cada veículo, evitando-se dessa forma a ocorrência de rotas independentes, cujos trajetos não se iniciassem ou se encerrassem no depósito. A aplicação dessa restrição teve relação direta com a ocorrência de rotas independentes, ou seja, a formação de trechos que não respeitavam o número de arestas suficientemente ajustado ao modelo em estudo.

A restrição de integralidade das variáveis do problema definiu-se da seguinte forma:

$$x_{ijv} \in [0,1]; \forall ij \in G, \forall v \in V$$

Em suma, a modelagem acima resultou em 40 variáveis inteiras, 20 restrições e 228 não-zeros. O acréscimo de postos acarreta a inviabilidade de resolução pelo LINDO (Quadro 4 – Anexo).

5 RESULTADOS

A experiência computacional desse estudo resultou na formação de dois caminhos realizados pelos veículos, tendo sido efetuados 12 “*branches*” e 353 iterações. Após a minimização, a distância total percorrida foi de 173,08 quilômetros (Fig. 37). O tempo de resolução foi muito curto, uma vez que a existência de apenas variáveis inteiras proporciona uma considerável simetria na matriz (Quadro 5 – Anexo).

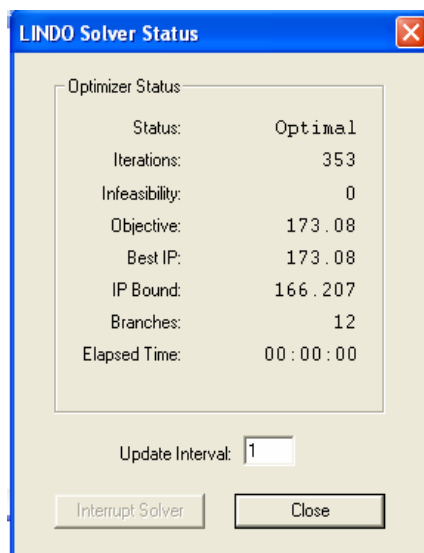


Figura 37 – Lindo Solver Status.

Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

Por isso, a relaxação utilizada na aproximação matemática não induziu a obtenção de resultados plenamente consistentes. Embora a modelagem exata vise encontrar a melhor solução para o problema, ou seja, o ótimo global, o número elevado de soluções existentes para o PRV em dimensões elevadas torna inconcebível uma enumeração completa de todas. Apesar disso, tal modelagem foi essencial para a validação de modelos heurísticos.

A figura abaixo representa o resultado das iterações do Lindo 6.1 (Fig. 38). Observou-se que, apesar de ter sido encontrado o valor inicial mínimo de 147,91 Km, o algoritmo realizou as buscas necessárias à adaptação das restrições. O processamento dos dados pelo programa levou a inclusão ou exclusão de determinados trajetos, acarretando a penalização correspondente em cada situação até que se chegasse à solução ótima global, cujo valor final foi de 173,08 Km.

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      35
OBJECTIVE VALUE = 147.919998

FIX ALL VARS. ( 16) WITH RC > 13.1400
SET      X431 TO <= 0 AT 1. BND= -149.8      TWIN=-0.1000E+31 50
SET      X342 TO <= 0 AT 2. BND= -153.5      TWIN=-0.1000E+31 59
SET      X131 TO <= 0 AT 4. BND= -0.1000E+31 TWIN=-0.1000E+31 66
DELETE   X131 AT LEVEL 4
DELETE   X131 AT LEVEL 3
DELETE   X342 AT LEVEL 2
DELETE   X431 AT LEVEL 1
RELEASE FIXED VARIABLES
FIX ALL VARS. ( 6) WITH RC > 14.5400
SET      X412 TO >= 1 AT 1. BND= -179.9      TWIN= -161.5      170

NEW INTEGER SOLUTION OF 179.850006 AT BRANCH 4 PIVOT 170
BOUND ON OPTIMUM: 161.4533
FLIP     X412 TO <= 0 AT 1 WITH BND= -161.45334
SET      X411 TO <= 0 AT 2. BND= -162.2      TWIN= -179.9      201
SET      X311 TO <= 0 AT 3. BND= -163.6      TWIN=-0.1000E+31 237
SET      X312 TO <= 0 AT 4. BND= -165.5      TWIN=-0.1000E+31 264
SET      X231 TO >= 1 AT 5. BND= -173.1      TWIN= -166.2      286

NEW INTEGER SOLUTION OF 173.080002 AT BRANCH 0 PIVOT 286
BOUND ON OPTIMUM: 166.2067
FLIP     X231 TO <= 0 AT 5 WITH BND= -166.20667
SET      X141 TO <= 0 AT 6. BND= -166.2      TWIN=-0.1000E+31 286
SET      X142 TO <= 0 AT 7. BND= -166.2      TWIN=-0.1000E+31 286
SET      X232 TO <= 0 AT 8. BND= -167.1      TWIN=-0.1000E+31 303
SET      X212 TO <= 0 AT 9. BND= -167.2      TWIN=-0.1000E+31 320
SET      X211 TO <= 0 AT 10. BND= -167.6     TWIN=-0.1000E+31 344
DELETE   X242 AT LEVEL 11
DELETE   X211 AT LEVEL 10
DELETE   X212 AT LEVEL 9
DELETE   X232 AT LEVEL 8
DELETE   X142 AT LEVEL 7
DELETE   X141 AT LEVEL 6
DELETE   X231 AT LEVEL 5
DELETE   X312 AT LEVEL 4
DELETE   X311 AT LEVEL 3
DELETE   X411 AT LEVEL 2
DELETE   X412 AT LEVEL 1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 12 PIVOTS= 353

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

```

Figura 38 – A dinâmica de resolução em *branch-and-bound*.

Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

Os resultados obtidos com a modelagem permitiram observar a cobertura de dois postos para cada veículo, desenvolvendo trajeto único sem cruzamentos (Fig. 39).

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	173.0800	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X012	1.000000	26.160000
X021	1.000000	37.560001
X142	1.000000	26.100000
X231	1.000000	51.970001
X351	1.000000	15.910000
X452	1.000000	15.380000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
NO. ITERATIONS= 353		
BRANCHES= 12 DETERM.= 1.000E 0		
ROWS= 21	VARS= 40	INTEGER VARS= 40(40 = 0/1) QCP= 0
NONZEROS= 228 CONSTRAINT NONZ= 176(144 = +-1) DENSITY=0.265		
SMALLEST AND LARGEST ELEMENTS IN ABSOLUTE VALUE= 0.850000 79.3000		
OBJ=MIN, NO. <,=,>: 4 16 0, GUBS <= 7 VUBS >= 0		
SINGLE COLS= 0 REDUNDANT COLS= 0		

Figura 39 – Resultado da função-objetivo.
Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

O veículo “1” ($v = 1$) desenvolveu o trajeto [DepFMRJ, CIAMPA, CIAW, DepFMRJ] correspondendo a distância percorrida de 105,44Km. A carga transportada pelo veículo “1” foi de $6,9\text{m}^3$ (Fig. 40).

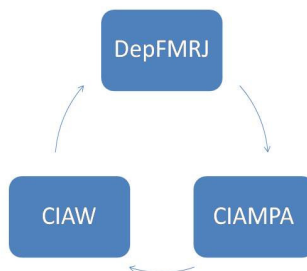


Figura 40 – Caminho executado pelo veículo “1”.
Fonte: autor.

O veículo “2” ($v = 2$) desenvolveu o trajeto [DepFMRJ, BNRJ, Com1DN, DepFMRJ] correspondendo a distância percorrida de 67,64Km. A carga transportada pelo veículo “2” foi de $6,6\text{m}^3$ (Fig. 41).

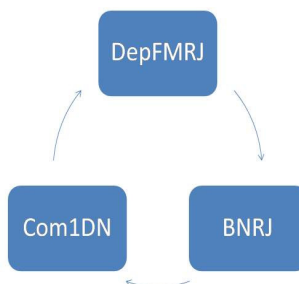


Figura 41 – Caminho executado pelo veículo “2”.
Fonte: autor.

Percebeu-se, ainda, que cada veículo passou uma única vez em cada lugar, desenvolvendo um circuito hamiltoniano. A comparação entre os resultados obtidos e a situação atual pôde ser realizada de forma deduzida através da análise dos mapas de entrega constantes nos apêndices. O que se depreendeu disso foi que a programação de entregas atual não permite enxergar um caminho voltado para a otimização das distâncias e nem para a destinação e consolidação das cargas transportadas. A forma de aproximação exata utilizada demonstrou em poucas variáveis que o roteamento gerou de fato um caminho para a solução dos problemas ligados à distribuição entre os postos e o depósito.

O modelo analisado permitiu inferir que o aumento de variáveis pode gerar uma ferramenta gerencial mais completa, garantindo o bom desempenho do canal de distribuição de uniformes realizado pela Marinha do Brasil. Ressalta-se o fato de que não há rotina de roteamento, adequada as necessidades de distribuição do material sendo empregada atualmente.

O mapa de entrega é determinado pela disponibilidade de veículo, efetuando-se uma consolidação compartilhada com outros tipos de produtos, que não se destinam ao sistema de vendas e encomendas como no caso dos uniformes. Tais fatores tornaram esse estudo um recurso indicativo de otimização aplicado à função logística de Abastecimento.

6 CONCLUSÃO

A política de estocagem e distribuição de uniformes no âmbito do Sistema de Abastecimento da Marinha é, essencialmente, voltada para venda particular visando atender as necessidades prementes dos militares, sem, contudo, estabelecer uma contrapartida de estocagem onerosa de produtos em prateleira. O que se percebeu com esse estudo é que embora houvesse tal intenção, não foram providenciadas as condições estruturais necessárias para a consecução das metas planejadas e definidas nas normas da Marinha, ou seja, a implementação de um sistema de resposta rápida a demanda por encomendas.

A estrutura logística de abastecimento de uniformes não prevê a utilização de veículos rápidos e adaptados ao transporte em regiões urbanas, conforme o que foi apontado nesse estudo. Além disso, o Depósito não é detentor de uma frota própria, que nesse caso seria indicado ao caso dos uniformes, por se tratar do único item de abastecimento que é destinado à venda em varejo.

As variáveis que interferem no abastecimento de uniformes ao longo da cadeia de abastecimento estão relacionadas às informações produzidas por meio dos sistemas informatizados destinados ao processamento tanto dos pedidos de encomendas nos postos (SISPDU), quanto das requisições de material (SINGRA). Essas informações contribuem para a operacionalização do canal de distribuição de forma eficaz, sendo que as pendências encontradas não estão relacionadas diretamente ao desempenho desses. Em síntese, a distribuição de uniformes empregada não assegura a celeridade no atendimento dos pedidos de encomendas lançados no sistema (SINGRA). A ausência de uma frota apropriada, o deslocamento desordenado, o carregamento mínimo dos veículos e a distância entre os postos distribuídos numa região metropolitana representaram as principais variáveis dessa análise. Excetuam-se as variáveis ligadas aos casos de atrasos pela falta do item em estoque, a falta de

recursos de pessoal e material para processamento dos pedidos, a demora administrativa para aquisição de itens e a falta de recursos orçamentários para a realização de compras.

A Marinha do Brasil não esclarece em sua estrutura a forma de mensuração dos Níveis de Serviços e nem adota um valor de referência para o estabelecimento de metas. A situação direciona a avaliação do processo para o nível de satisfação do usuário final, o militar, que em muitos casos não se dirige aos pontos de vendas e de encomendas, devido à demora no atendimento.

Os aspectos do modelo de otimização combinatória adotado nesse estudo que se relacionam com o ambiente estudado, referem-se a forma de distribuição de uniformes adotada pela Marinha no estado do Rio de Janeiro, onde está localizado o maior número de postos de venda e de encomendas. Assim, a utilização de percursos em vias urbanas, de forma a obter o caminho mais curto a ser percorrido, é parte de um processo que levaria a criação de estruturas voltadas para a redução de custos operacionais e elevação dos níveis de serviço na distribuição por venda.

Por fim, conclui-se que é imperativa a realização de estudos mais aprofundados para a melhoria do canal de distribuição atualmente em uso. O desenvolvimento de processos heurísticos pode viabilizar a construção de modelos mais complexas que levem em consideração a inclusão de janelas de tempo com os intervalos de operação, espera e deslocamento entre os postos de distribuição. Devendo-se, ainda, avaliar a questão de dotar a logística atualmente empregada com os meios e métodos relacionados com a ordenação e roteamento de veículos, bem como a correta dotação de uma frota adequada ao volume transportado. Como proposta de trabalhos futuros é possível estabelecer projetos que visem à reestruturação do mecanismo de distribuição no varejo. O estudo dos elementos relacionados ao nível de serviço e a satisfação do cliente é um importante caminho que deve ser trilhado para a implementação de melhorias.

7 OBRAS CITADAS

AMSTEL, M.; AMSTEL, W. *Economic trade-offs in physical distribution*. International Journal of Physical Distribution and Materials Management. Northampton, v. 17, n. 7, p. 15-54, 1985, apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

ANUPINDI, Ravi et al. *Managing Business Process Flows*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial: Transportes, Administração de Material e Distribuição Física*. Trad. Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

BERMAN, B.; EVANS, J. *Retail management: a strategic approach*. New York: Prentice Hall, 1998. Production and Inventory Management Journal apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

BOAVENTURA NETTO, Paulo Oswaldo. *Grafos: Teoria, Modelos e Algoritmos*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006, 313p.

BODIN, L.D. *Twenty years of routing and scheduling*. *Operations Research*, v.38, n.4, p.571-579, [1990] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

BODIN, L.D. et al. *Routing and scheduling of vehicles and crews: The state of the art*. *Computers and Operations Research*, vol.10, n.2, [1983] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

BOWERSOX, Donald. J. et al. *Management in marketing channels*. New York: McGraw-Hill, 1980 apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. *Logistical management: the integrated supply chain process*. New York: McGraw-Hill, 1996 apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. *Bowersox: Gestão Logística de Cadeia de Suprimentos*. Trad. Camila Teixeira Nakagawa, Gabriela Teixeira Nagakawa. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. *Estado Maior da Armada*. Manual de Logística da Marinha – EMA-400. 2. rev. Brasília, DF, 1998.

_____. *Secretaria Geral da Marinha*. Normas para Execução do Abastecimento – SGM-201. 4. rev. v.1. Brasília, DF, 2004.

_____. *Código Civil Brasileiro*. Brasília, DF, 2005.

CARTER, J. R.; FERRIN, B. G. *Transportation costs and inventory management: why transportation cost matter*. *Production and Inventory Management Journal*, v. 37, n. 3, p. 58-62, [1996] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimento: Estratégia, Planejamento e Operação*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CLARKE, G.; WRIGHT, J. W. *Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*. *Operations Research*, v.12, p.568-581, [1964], apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

COIMBRA, Tadeu Mendonça. *Distribuição direta de itens de fardamento: viabilidade de implantação e seus efeitos no planejamento e controle de estoques e serviço ao consumidor*. Monografia de conclusão de curso. Curso de Aperfeiçoamento Avançado - CApA. Centro de Instrução Almirante Wandekolk. Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, 2003, p. 47.

CUNHA, C.B. *Algoritmos para roteamento e programação de veículos no contexto da distribuição física*. São Paulo: EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes. 178p. (Dissertação de Mestrado), São Paulo: 1991.

_____. *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo: EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes. 222p. (Tese de Doutorado), São Paulo: 1997.

EVERS, P. T. *The effect of lead times on safety stocks*. Production and Inventory Management Journal, v. 40, n. 2, p. 6-10, [1999] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

EVERS, P. T.; BEIER, F. J. *Operational aspects of inventory consolidation decision making*. Journal of Business Logistics. Oak Brooks, v. 19, n. 1, p. 173-189, [1998] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

GOEBEL, Dieter. *Logística: Otimização do transporte e estoques na empresa*. Estudos em Comércio Exterior Vol. I nº 1 – jul/dez 1996 (ISSN 1413-7976). Rio de Janeiro: ECEX/IE/UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior, 1996.

GOLDBARG, M. C; LUNA, Henrique L. P. *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HALL, R.W; PARTYKA, J. G. *On the road to efficiency*. OR/MS Today, p.38-47, jun/97, [1997] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

JAYARAMAN, V. *Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design*. International Journal of Operations & Production Management, v. 18, n. 5, p. 471-494, [1999] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística. Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

LACHTERMACHER, Gerson. *Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R. e ELLRAM, L. M., *Lambert: Fundamentals of logistics management*. New York: Duxbury Press, [1998], 797 p. apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

LAPORTE, G. et al. *Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem*. International Transactions in Operational Research, v.7, n. 4/5, p.285-300, [2000] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

LEEUW, S. D.; GOOR, A. R. *The selection of distribution control techniques*. The International Journal of Logistics Management. Columbus, v. 10, n. 1, p. 97-112, [1999] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

LEVY, M.; WEITZ, B. *Retailing management*. New York: McGraw Hill, 1998, apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

PRADO, Darci. *Programação Linear* (Série Pesquisa Operacional, vol. I). Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1999.

REZENDE, Pedro J. de. *Complexidade de Algoritmos I: Algoritmos em Grafos*, Artigo, [versão de 16 de junho de 2002].

RONEN, D. *Perspectives on practical aspects of truck routing and scheduling*. *European Journal of Operational Research*, 35(2):137-145, [1988] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

SOLOMON, M. M. *On the worst-case performance of some heuristics for the vehicle routing and scheduling with time windows constraints*. *Networks*, v.16, p.161-174, [1986] apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

SOUZA, P. S. *Asynchronous organizations for multi-algorithms problems*. Pittsburgh: Carnegie Mellow University, Department of Electrical and Computer Engineering. 139p., [1993] (Tese de Doutorado) apud CUNHA, C.B. *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais*. EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo: 2004.

SUCUPIRA, Cezar. *Gestão de estoques e compras no varejo*. Cezar Sucupira Educação e Consultoria Ltda. Disponível em: <<http://www.cezarsucupira.com.br/artigos11.htm>>. Acesso em 07 mar. 2006.

TALLON, W. *The impact of inventory centralization on aggregate safety stock*. Journal of Business Logistics. Oak Brooks, v. 14, n. 1, p. 185-196, [1993] apud WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

WANKE, Peter et al. *Um estudo sobre os impactos no varejo das principais decisões estratégicas de produção e distribuição da Indústria*. Centro de Estudos em Logística, Instituto COPPEAD de Administração, UFRJ, Ed. COPPEAD, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro: 2005.

8 OBRAS CONSULTADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação e documentação – Referências – Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

_____. *NBR 10520: Informação e documentação – citação em documentos – Apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

_____. *NBR 10719: Apresentação de relatórios técnico-científicos: procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

BRASIL. Lei n.º 8.666, 21 de junho de 1993. *Licitações e Contratos da Administração Pública com as alterações introduzidas pelas Leis n.º 9.648, de 27 de maio de 1998 e n.º 9.854, de 28 de outubro de 1999*. Companhia Editora de Pernambuco, Recife, 91p., março/2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. *Apresentação de trabalhos de conclusão de curso*. 8. ed. rev. por Estela dos Santos Abreu e José Carlos Abreu Teixeira. Niterói: EdUFF, 2005, 91p.

9 APÊNDICES

TABELA 2

Tabela 2 – Demanda por posto de distribuição em 2004 em m³

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	0,2	0,1	12,5	4,2	6,4	16,0	21,3	18,3	0,2	10,0	4,7	0,7	94,6
BFNIF	0,0	0,0	1,3	1,2	3,7	1,6	1,8	1,9	2,5	0,1	4,0	1,6	19,7
BFNIG	0,8	1,0	3,4	1,5	6,1	4,3	5,5	4,9	3,0	0,0	7,5	4,8	42,8
BNRJ	0,0	4,0	11,5	7,1	12,3	16,3	22,6	11,3	8,0	13,8	23,6	23,7	154,2
CADIM	0,9	0,0	0,0	1,1	3,5	0,0	2,2	3,4	0,6	6,0	0,1	0,1	17,9
CIAA	10,2	2,5	14,7	4,1	0,2	0,2	36,2	6,6	0,7	0,6	0,3	0,0	76,3
CIAGA	1,6	1,2	0,5	0,7	0,6	1,3	0,0	0	0,0	0,0	18,0	12,7	36,6
CIAMPA	47,0	0,0	3,0	4,0	5,9	1,9	12,0	26,2	2,8	1,6	0,1	2,7	107,2
CIAW	31,5	0,5	18,1	2,3	1,9	0,2	9,7	0,3	0,3	0,4	0,0	0,3	65,5
CN	9,0	1,0	3,1	3,4	1,8	1,2	1,0	1,3	0,0	1,4	0,0	4,7	27,9
Com1DN	0,4	17,6	13,1	22,8	30,1	20,3	25,0	25,3	10,4	25,5	15,4	10,5	216,4
DABM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E N	4,8	2,0	4,3	2,6	2,9	4,7	4,8	0,5	3,1	1,7	16,2	27,4	75,0
SPA	10,2	0,1	3,4	6,9	31,0	29,5	5,4	0,7	2,1	6,1	6,8	16,1	118,3
Total Mensal	116,6	30,0	88,9	61,9	106,4	97,5	147,5	100,7	33,7	67,2	96,7	105,3	

Fonte: o autor.

TABELA 3

Tabela 3 – Demanda por posto de distribuição em 2005

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	1,3	0,9	14,9	6,5	1,4	7,0	1,0	1,5	5,6	11,0	5,0	4,0	60,1
BFNIF	0,0	0,0	0,0	1,6	5,2	3,7	0,1	4,5	0,2	0,0	1,3	0,0	16,6
BFNIG	3,5	2,5	3,5	4,9	9,2	3,8	3,1	0,3	0,4	0,0	1,7	0,9	33,8
BNRJ	4,7	6,7	1,4	17,1	7,9	8,4	10,2	16,6	4,8	0,8	0,0	9,8	88,4
CADIM	0,0	10,8	4,0	0,0	0,1	1,8	12,6	0,8	0,2	0,1	0,1	0,0	30,5
CIAA	16,1	4,9	1,1	2,3	1,5	1,6	50,0	6,0	0,0	0,0	0,0	4,0	87,5
CIAGA	2,7	4,4	1,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	5,4	2,3	35,0
CIAMPA	45,0	17,4	2,3	0,0	3,6	0,0	38,5	32,1	3,7	0,3	0,1	0,4	143,4
CIAW	3,1	6,4	0,5	3,2	1,4	0,5	0,2	0,7	0,2	0,2	0,2	0,4	17,0
CN	25,8	1,6	0,4	2,3	3,1	1,6	1,2	2,3	0,0	0,0	1,4	0,8	40,5
Com1DN	0,2	20,8	28,5	22,3	28,7	6,7	22,3	10,7	20,8	12,6	9,2	15,2	198,0
DABM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E N	5,7	5,1	2,1	2,2	6,6	9,4	1,4	0,2	1,1	0,0	7,9	2,5	44,2
SPA	2,3	3,3	0,4	6,3	6,6	28,1	0,9	1,6	0,3	2,4	8,3	17,6	78,1
Total Mensal	110,4	84,8	60,5	68,9	75,4	72,6	141,5	77,3	37,3	45,9	40,6	57,9	

Fonte: o autor.

TABELA 4

Tabela 4 – Demanda por posto de distribuição em 2006

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	0,2	12,9	2,7	4,2	11,5	0,1	11,8	11,6	11,0	8,2	12,6	2,0	88,8
BFNIF	0,1	0,1	0,7	1,3	1,0	0,3	0,4	1,3	1,8	0,3	0,0	0,1	7,4
BFNIG	0,0	5,6	0,6	1,6	3,7	3,5	4,2	2,6	1,5	1,4	5,1	2,3	32,1
BNRJ	0,1	4,8	15,5	10,5	9,9	8,0	5,9	23,5	6,1	2,5	12,2	0,0	99,0
CADIM	0,0	6,4	4,6	0,0	0,1	0,0	7,5	0,0	0,6	0,0	0,7	2,0	21,9
CIAA	39,0	0,0	0,9	2,1	0,1	0,4	48,6	9,4	0,8	0,5	0,2	0,1	102,1
CIAGA	6,0	2,7	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	10,8
CIAMPA	63,6	0,0	8,7	8,8	2,7	7,2	28,4	41,9	1,9	5,8	2,5	3,3	174,8
CIAW	23,4	0,2	1,0	0,0	2,7	1,5	1,8	0,0	0,1	0,8	0,0	1,9	33,4
CN	1,5	96,6	3,7	2,2	4,7	5,0	0,6	0,0	3,3	0,6	0,7	2,0	120,9
Com1DN	0,2	29,3	20,8	10,3	34,6	7,9	16,4	15,3	9,6	6,9	42,7	12,0	206,0
DABM	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,1	0,2	0,5	0,5	0,3	0,2	0,6	8,3
E N	47,8	5,3	5,4	4,2	2,1	1,8	5,5	6,4	1,0	9,5	10,5	6,7	106,2
SPA	0,2	6,9	1,9	3,9	11,2	2,5	16,1	1,1	0,7	7,7	27,2	3,0	82,4
Total Mensal	182,1	170,8	66,6	49,7	89,2	39,3	147,4	113,6	39,0	44,5	114,6	37,3	

Fonte: o autor.

TABELA 5

Tabela 5 – Número de entregas mensais realizadas em 2004

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	2	1	7	2	3	8	5	7	2	2	4	2	45
BFNIF	0	0	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	13
BFNIG	1	1	4	4	5	2	4	3	3	0	4	4	35
BNRJ	0	3	3	2	6	6	5	3	4	4	3	4	43
CADIM	3	0	0	2	1	0	1	1	1	3	1	1	14
CIAA	5	5	5	5	1	1	5	6	2	3	2	0	40
CIAMPA	6	0	3	1	4	2	1	3	3	1	1	1	26
CIAW	2	1	4	2	3	2	2	2	1	1	0	3	23
CN	2	1	3	3	1	1	2	1	0	1	0	3	18
ComIDN	3	4	8	7	9	10	10	8	6	3	3	6	77
DABM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E N	5	4	5	4	5	5	3	4	2	4	7	11	59
SPA	3	1	5	2	4	3	2	2	1	1	2	3	29
Total Mensal	35	24	49	39	47	43	41	41	26	24	31	44	

Fonte: o autor.

TABELA 6

Tabela 6 – Número de entregas mensais realizadas em 2005

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	2	5	7	3	6	5	3	3	3	2	3	4	46
BFNIF	0	0	0	1	3	2	1	1	0	0	1	0	9
BFNIG	3	2	3	4	3	3	4	1	2	0	3	1	29
BNRJ	3	1	3	3	3	2	2	3	3	1	0	2	26
CADIM	0	1	2	0	1	5	4	2	1	1	1	0	18
CIAA	8	5	2	4	4	3	8	6	0	0	0	5	45
CIAGA	5	5	5	2	1	0	0	0	0	3	4	3	28
CIAMPA	1	3	2	0	3	0	5	6	4	1	1	1	27
CIAW	5	5	2	5	3	4	1	1	1	2	1	2	32
CN	2	2	1	3	2	1	1	1	0	0	1	1	15
ComIDN	2	6	6	2	8	7	4	6	8	5	6	4	64
DABM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E N	6	4	4	9	4	7	2	2	2	0	3	6	49
SPA	2	3	2	3	2	3	1	3	1	2	1	2	25
Total Mensal	39	42	39	39	43	42	36	35	25	17	25	31	

Fonte: o autor.

TABELA 7

Tabela 7 – Número de entregas mensais realizadas em 2006

PEU/PDU	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
BAMRJ	1	6	4	4	1	1	5	8	8	6	4	2	50
BFNIF	1	1	2	2	2	2	2	2	3	1	0	1	19
BFNIG	0	2	1	2	2	2	2	2	1	1	4	2	21
BNRJ	1	1	3	3	2	1	2	3	3	2	5	0	26
CADIM	0	1	1	0	0	0	2	0	3	0	1	1	9
CIAA	5	0	1	2	1	1	6	4	3	2	2	1	28
CIAGA	4	5	1	2	0	0	0	0	1	0	0	1	14
CIAMPA	4	0	4	3	1	1	5	5	3	2	4	2	34
CIAW	4	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	2	13
CN	1	4	2	1	3	3	1	0	1	1	1	1	19
ComIDN	2	3	4	5	8	8	8	6	5	4	9	5	67
DABM	0	0	0	0	2	2	1	1	2	1	2	2	13
E N	6	4	5	4	3	3	6	4	4	5	6	3	53
SPA	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	2	22
Total Mensal	31	29	31	30	27	26	43	36	40	28	42	25	

Fonte: o autor.

TABELA 8

Tabela 8 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2004 em m³

PEU/PDU	Demanda Anual	Entregas por Ano	Demanda Diária
BAMRJ	94,6	45	2,1
BFNIF	19,7	13	1,5
BFNIG	42,8	35	1,2
BNRJ	154,2	43	3,6
CADIM	17,9	14	1,3
CIAA	76,3	40	1,9
CIAGA	36,6	22	1,7
CIAMPA	107,2	26	4,1
CIAW	65,5	23	2,8
CN	27,9	18	1,6
ComIDN	216,4	77	2,8
DABM	0,0	0	0,0
E N	75,0	59	1,3
SPA	118,3	29	4,1

Fonte: o autor.

TABELA 9

Tabela 9 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2005 em m³

PEU/PDU	Demanda Anual	Entregas por Ano	Demanda Diária
BAMRJ	60,1	46	1,3
BFNIF	16,6	9	1,8
BFNIG	33,8	29	1,2
BNRJ	88,4	26	3,4
CADIM	30,5	18	1,7
CIAA	87,5	45	1,9
CIAGA	35,0	28	1,3
CIAMPA	143,4	27	5,3
CIAW	17,0	32	0,5
CN	40,5	15	2,7
ComIDN	198,0	64	3,1
DABM	0,0	0	0,0
E N	44,2	49	0,9
SPA	78,1	25	3,1

Fonte: o autor.

TABELA 10

Tabela 10 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2006 em m³

PEU/PDU	Demanda Anual	Entregas por Ano	Demanda Diária
BAMRJ	88,8	50	1,8
BFNIF	7,4	19	0,4
BFNIG	32,1	21	1,5
BNRJ	99,0	26	3,8
CADIM	21,9	9	2,4
CIAA	102,1	28	3,6
CIAGA	10,8	14	0,8
CIAMPA	174,8	34	5,1
CIAW	33,4	13	2,6
CN	120,9	19	6,4
ComIDN	206,0	67	3,1
DABM	8,3	13	0,6
E N	106,2	53	2,0
SPA	82,4	22	3,7

Fonte: o autor.

TABELA 11

Tabela 11 – Demonstrativo de cálculo da demanda de 2004 a 2006 em m³

PEU/PDU	2004	2005	2006	2004 a 2006
	Demanda Diária	Demanda Diária	Demanda Diária	Demanda Média
BAMRJ	2,1	1,3	1,8	1,7
BFNIF	1,5	1,8	0,4	1,2
BFNIG	1,2	1,2	1,5	1,3
BNRJ	3,6	3,4	3,8	3,6
CADIM	1,3	1,7	2,4	1,8
CIAA	1,9	1,9	3,6	2,5
CIAGA	1,7	1,3	0,8	1,2
CIAMPA	4,1	5,3	5,1	4,9
CIAW	2,8	0,5	2,6	2,0
CN	1,6	2,7	6,4	3,5
ComIDN	2,8	3,1	3,1	3,0
DABM	0,0	0,0	0,6	0,2
E N	1,3	0,9	2,0	1,4
SPA	4,1	3,1	3,7	3,6
Total	30,0	28,3	37,9	32,0

Fonte: o autor.

TABELA 12

Tabela 12 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2004

	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
PEU/PDU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ					0,1												0,1
BFNIF																	0,0
BFNIG																	0,0
BNRJ																	0,0
CADIM														0,1			0,1
CIAA								1,0							0,1		1,1
CIAGA								1,1					0,1	0,4			1,6
CIAMPA													6,0		10,0		16,0
CIAW														31,0			31,0
CN																	0,0
Com1DN							0,1					0,2	0,1				0,4
DABM																	0,0
E N							2,7								0,3		3,0
SPA					0,1		0,1							10,0			10,2
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,9	2,1	0,0	0,0	0,0	0,2	6,2	41,5	10,4	0,0	63,5
	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S		
PEU/PDU	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		Total (m ³)
BAMRJ																	0,0
BFNIF													0,1				0,1
BFNIG																	0,0
BNRJ													0,8				0,8
CADIM																	0,0
CIAA			0,1									0,7					0,8
CIAGA					0,1				2,0			7,0					9,1
CIAMPA																	0,0
CIAW			12,0			7,0	8,0		4,0								31,0
CN													0,5				0,5
Com1DN							7,0						2,0				9,0
DABM																	0,0
E N																	0,0
SPA						0,1						1,5	0,2				1,8
Total (m ³)	0,0	0,0	12,1	0,0	0,1	7,1	15,0	0,0	0,0	6,0	0,0	9,2	3,6	0,0	0,0		53,1

Fonte: o autor.

TABELA 13

Tabela 13 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2004

PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ																0,0
BFNIF																0,0
BFNIG													1,0			1,0
BNRJ									1,0							1,0
CADIM																0,0
CIAA		0,1		0,8						1,1						2,0
CIAGA		0,1							0,3							0,4
CIAMPA																0,0
CIAW											0,5					0,5
CN																0,0
Com1DN		9,0											3,5			12,5
DABM																0,0
E N				0,9							0,5					1,4
SPA				0,1												0,1
Total (m ³)	0,0	9,2	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,1	1,0	0,0	4,5	0,0	0,0	18,9
PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
BAMRJ	0,1														0,1	
BFNIF															0,0	
BFNIG															0,0	
BNRJ	2,0											1,0			3,0	
CADIM															0,0	
CIAA	0,4											0,1			0,5	
CIAGA		0,8													0,8	
CIAMPA															0,0	
CIAW															0,0	
CN				1,0											1,0	
Com1DN			5,0								0,1				5,1	
DABM															0,0	
E N		0,5	0,1												0,6	
SPA															0,0	
Total (m ³)	2,5	1,3	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	0,0	0,0	11,1	

Fonte: o autor.

TABELA 14

Tabela 14 – Mapa de movimentação diária de março de 2004

PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ									1,0							1,0	2,0
BFNIF																	0,0
BFNIG															0,6		0,6
BNRJ												6,0					6,0
CADIM																	0,0
CIAA				0,4								7,2				0,6	8,2
CIAGA																	0,0
CIAMPA				2,0						0,7							2,7
CIAW										9,7						2,8	12,5
CN											1,5					1,5	3,0
Com1DN									0,1	5,0					4,8	0,3	10,2
DABM																	0,0
E N		0,1		2,1					0,1								2,3
SPA				1,5							0,8						2,3
Total (m ³)	0,0	0,1	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	15,4	2,3	13,2	0,0	0,0	5,4	6,2	49,8
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ	4,5		3,0		2,0								0,9	0,1		10,5	
BFNIF			1,3													1,3	
BFNIG	0,8							0,8						1,2		2,8	
BNRJ		1,5	4,0													5,5	
CADIM																0,0	
CIAA			5,0										1,5			6,5	
CIAGA								0,5								0,5	
CIAMPA								0,3								0,3	
CIAW	3,4													2,2		5,6	
CN									0,1							0,1	
Com1DN	2,5							0,2					0,1	0,1		2,9	
DABM																0,0	
E N	0,2													1,8		2,0	
SPA	0,6							0,4						0,1		1,1	
Total (m ³)	12,0	1,5	13,3	0,0	0,0	2,0	0,0	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	2,5	5,4	39,1	

Fonte: o autor.

TABELA 15

Tabela 15 – Mapa de movimentação diária de abril de 2004

	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
PEU/PDU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ							2,2									2,2
BFNIF																0,0
BFNIG							0,4							0,9		1,3
BNRJ																0,0
CADIM						1,0										1,0
CIAA		0,1										1,0		0,1		1,2
CIAGA		0,2				0,5										0,7
CIAMPA																0,0
CIAW														1,5		1,5
CN											0,1			2,5		2,6
Com1DN							0,1							5,4		5,5
DABM																0,0
E N														2,3		2,3
SPA							5,0								1,9	6,9
Total (m ³)	1,0	2,3	3,0	4,0	5,0	7,5	14,7	8,0	9,0	10,0	11,0	12,1	14,0	26,7	16,9	25,2
	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
PEU/PDU	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ														2,0		2,0
BFNIF				0,5			0,1							0,6		1,2
BFNIG												0,1		0,1		0,2
BNRJ				7,0								0,1				7,1
CADIM														0,1		0,1
CIAA							2,7						0,2			2,9
CIAGA																0,0
CIAMPA														4,0		4,0
CIAW								0,8								0,8
CN							0,8									0,8
Com1DN	0,1										7,5	0,1	9,5		0,1	17,3
DABM																0,0
E N	0,1											0,1			0,1	0,3
SPA																0,0
Total (m ³)	0,2	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	3,6	0,8	0,0	0,0	7,5	0,4	9,7	6,7	0,3	36,7

Fonte: o autor.

TABELA 16

Tabela 16 – Mapa de movimentação diária de maio de 2004

PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ					5,2								0,2				5,4
BFNIF																	0,0
BFNIG					1,2					0,9							2,1
BNRJ			0,9		1,4												2,3
CADIM												3,5					3,5
CIAA						0,2											0,2
CIAGA						0,2											0,2
CIAMPA						0,1				1,2							1,3
CIAW											0,5						0,5
CN										1,8							1,8
Com1DN					12,6	0,3						0,1	0,1				13,1
DABM																	0,0
E N					0,1					1,3							1,4
SPA						7,0									0,1		7,1
Total (m ³)	0,0	0,0	0,9	0,0	20,5	7,8	0,0	0,0	0,0	5,2	0,5	3,6	0,3	0,1	0,0	0,0	38,9
	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ											1,0					1,0	
BFNIF			2,1						1,6							3,7	
BFNIG				1,4						1,3	1,3					4,0	
BNRJ	3,2			2,0				0,1			4,7					10,0	
CADIM																0,0	
CIAA																0,0	
CIAGA					0,3			0,1								0,4	
CIAMPA		1,3							3,3							4,6	
CIAW										1,3	0,1					1,4	
CN																0,0	
Com1DN			7,7					6,7		0,1	0,1				2,4	17,0	
DABM																0,0	
E N		1,1		0,1					0,3							1,5	
SPA	0,1										23,8					23,9	
Total (m ³)	3,3	2,4	9,8	3,5	0,3	0,0	0,0	6,9	5,2	2,7	31,0	0,0	0,0	0,0	2,4	67,5	

Fonte: o autor.

TABELA 17

Tabela 17 – Mapa de movimentação diária de junho de 2004

PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ			12,2					0,1						0,3	0,1	12,7
BFNIF																0,0
BFNIG																0,0
BNRJ	3,5							1,3	0,1							4,9
CADIM																0,0
CIAA							0,2									0,2
CIAGA																0,0
CIAMPA								0,1								0,1
CIAW																0,0
CN			1,2													1,2
Com1DN	0,2	2,6	0,1					0,1	1,5					1,0		5,5
DABM																0,0
E N	0,6							0,2						0,1		0,9
SPA			0,1													0,1
Total (m ³)	4,3	2,6	13,6	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	25,6
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ			0,1							3,0			0,1		0,1	3,3
BFNIF													1,6			1,6
BFNIG								1,0		3,3						4,3
BNRJ	3,6											2,8	5,0			11,4
CADIM																0,0
CIAA																0,0
CIAGA						0,1				1,2						1,3
CIAMPA		1,8														1,8
CIAW										0,1					0,1	0,2
CN																0,0
Com1DN	4,1		5,0					4,6					1,1			14,8
DABM																0,0
E N							0,1								3,7	3,8
SPA	18,4														11,0	29,4
Total (m ³)	26,1	1,8	5,1	0,0	0,0	0,1	0,1	5,6	0,0	7,6	0,0	2,8	7,8	0,0	14,9	71,9

Fonte: o autor.

TABELA 18

Tabela 18 – Mapa de movimentação diária de julho de 2004

PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ	3,9						5,7		0,1				10,3	1,3			21,3
BFNIF																	0,0
BFNIG									0,5					1,6			2,1
BNRJ		1,9						6,4									8,3
CADIM													2,2				2,2
CIAA															8,0		8,0
CIAGA																	0,0
CIAMPA																	0,0
CIAW													0,1	9,6			9,7
CN															0,7		0,7
Com1DN		5,4				5,1	0,1		7,5				1,3	2,2			21,6
DABM																	0,0
E N													0,1				0,1
SPA									0,1								0,1
Total (m³)	3,9	7,3	0,0	0,0	0,0	5,1	5,8	6,4	8,2	0,0	0,0	0,0	14,0	14,7	8,7	0,0	74,1
PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ																0,0	
BFNIF				1,8												1,8	
BFNIG						1,5						1,9				3,4	
BNRJ				4,6								4,7		5,0		14,3	
CADIM																0,0	
CIAA				6,8	10,6	3,8					7,0					28,2	
CIAGA																0,0	
CIAMPA													12,0			12,0	
CIAW																0,0	
CN												0,3				0,3	
Com1DN					0,1	0,1					1,7		1,5			3,4	
DABM																0,0	
E N				0,1									4,6			4,7	
SPA													5,3			5,3	
Total (m³)	0,0	0,0	0,0	13,3	10,7	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	16,8	13,5	5,0	0,0	73,4	

Fonte: o autor.

TABELA 19

Tabela 19 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2004

PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ			7,8							0,1							7,9
BFNIF																	0,0
BFNIG			1,3								1,4						2,7
BNRJ			2,5										5,0				7,5
CADIM			3,2														3,2
CIAA					0,3									3,8			4,1
CIAGA																	0,0
CIAMPA											20,5						20,5
CIAW					0,2												0,2
CN																	0,0
Com1DN			1,2		1,5						2,2		5,0				9,9
DABM																	0,0
E N			0,2		0,1												0,3
SPA													0,6				0,6
Total (m ³)	0,0	0,0	16,2	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	24,1	0,6	13,8	0,0	0,0	0,0	56,9
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ	0,1		9,6							0,2	0,2				0,3	10,4	
BFNIF									1,9							1,9	
BFNIG										2,2						2,2	
BNRJ								3,8								3,8	
CADIM				0,2												0,2	
CIAA	0,8		0,4						1,2						0,1	2,5	
CIAGA																0,0	
CIAMPA		3,2						2,5								5,7	
CIAW									0,1							0,1	
CN									1,3							1,3	
Com1DN			1,6						5,3		3,6				4,9	15,4	
DABM																0,0	
E N								0,1							0,1	0,2	
SPA				0,1												0,1	
Total (m ³)	0,9	3,2	11,8	0,1	0,0	0,0	0,0	6,4	9,8	2,4	3,8	0,0	0,0	0,0	5,4	43,8	

Fonte: o autor.

TABELA 20

Tabela 20 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2004

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ																0,0
BFNIF																0,0
BFNIG															2,0	2,0
BNRJ														2,7		2,7
CADIM																0,0
CIAA		0,1														0,1
CIAGA																0,0
CIAMPA															0,6	0,6
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN								0,7		1,9						2,6
DABM																0,0
E N															0,1	0,1
SPA															2,1	2,1
Total (m ³)	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	2,7	4,8	10,2
PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ							0,1							0,1		0,2
BFNIF														2,5		2,5
BFNIG							0,5							0,5		1,0
BNRJ		0,2						0,1	5,0							5,3
CADIM								0,6								0,6
CIAA							0,6									0,6
CIAGA																0,0
CIAMPA							1,5							0,7		2,2
CIAW	0,3															0,3
CN																0,0
Com1DN	0,1					1,3		2,4							4,0	7,8
DABM																0,0
E N													3,0			3,0
SPA																0,0
Total (m ³)	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	1,3	2,7	3,1	5,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,8	4,0	23,5

Fonte: o autor.

TABELA 21

Tabela 21 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2004

PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)
PEU/PDU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	(m ³)
BAMRJ						5,0	5,0										10,0
BFNIF																	0,0
BFNIG																	0,0
BNRJ	4,3				3,9												8,2
CADIM														2,4			2,4
CIAA	0,2																0,2
CIAGA																	0,0
CIAMPA																	0,0
CIAW														0,4			0,4
CN																	0,0
Com1DN														7,0			7,0
DABM																	0,0
E N					0,8									0,1			0,9
SPA																	0,0
Total (m ³)	4,5	0,0	0,0	0,0	4,7	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	0,0	0,0	29,1
PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)	
PEU/PDU	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(m ³)	
BAMRJ																0,0	
BFNIF										0,1						0,1	
BFNIG																0,0	
BNRJ			2,6								3,0					5,6	
CADIM				2,4									1,2			3,6	
CIAA			0,1	0,3												0,4	
CIAGA																0,0	
CIAMPA												1,6				1,6	
CIAW																0,0	
CN													1,4			1,4	
Com1DN				4,6						13,9						18,5	
DABM																0,0	
E N			0,6							0,2						0,8	
SPA				6,1												6,1	
Total (m ³)	0,0	0,0	3,3	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	3,0	3,0	1,2	0,0	0,0	38,1	

Fonte: o autor.

TABELA 22

Tabela 22 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2004

PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ			0,3													0,3
BFNIF										4,0						4,0
BFNIG					3,1					1,2						4,3
BNRJ												9,9				9,9
CADIM																0,0
CIAA									0,2							0,2
CIAGA																0,0
CIAMPA																0,0
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN			3,2							11,6						14,8
DABM																0,0
E N			0,3						0,4							0,7
SPA																0,0
Total (m ³)	0,0	0,0	3,8	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,6	16,8	0,0	9,9	0,0	0,0	0,0	34,2
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ			0,3											4,0	0,1	4,4
BFNIF																0,0
BFNIG			0,8					2,4								3,2
BNRJ				5,0										8,7		13,7
CADIM		0,1														0,1
CIAA									0,1							0,1
CIAGA								1,3	13,0	3,7						18,0
CIAMPA									0,1							0,1
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN									0,6							0,6
DABM																0,0
E N			0,5						5,6	0,3				4,6	4,5	15,5
SPA			6,6					0,2								6,8
Total (m ³)	0,0	0,1	8,2	5,0	0,0	0,0	0,0	3,9	19,4	4,0	0,0	0,0	0,0	17,3	4,6	62,5

Fonte: o autor.

TABELA 23

Tabela 23 - Mapa de movimentação diária de dezembro de 2004

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ								0,1									0,1
BFNIF														1,6			1,6
BFNIG		2,4				1,3										1,0	4,7
BNRJ							7,0								12,6	0,5	20,1
CADIM									0,1								0,1
CIAA																	0,0
CIAGA	4,1						0,8							0,6	6,5		12,0
CIAMPA																2,7	2,7
CIAW		0,1															0,1
CN		4,0					0,6								0,1		4,7
Com1DN	2,0					1,1		4,6							2,1		9,8
DABM																	0,0
E N						9,6	0,2	0,1	0,4					0,5	1,5	0,1	12,4
SPA	0,9								4,0								4,9
Total (m ³)	7,0	6,5	0,0	0,0	0,0	12,0	8,6	4,7	4,2	0,4	0,0	0,0	0,0	2,7	22,8	4,3	73,2
PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)	
PEU/PDU	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ					0,6											0,6	
BFNIF																0,0	
BFNIG							0,1									0,1	
BNRJ				3,6												3,6	
CADIM																0,0	
CIAA																0,0	
CIAGA					0,7											0,7	
CIAMPA																0,0	
CIAW						0,1	0,1									0,2	
CN																0,0	
Com1DN	0,1				0,6											0,7	
DABM																0,0	
E N				0,2	0,1	13,4	1,3									15,0	
SPA	11,2															11,2	
Total (m ³)	11,3	0,0	0,0	3,8	2,0	13,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1	

Fonte: o autor.

TABELA 24

Tabela 24 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2005

PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ																	0,0
BFNIF																	0,0
BFNIG					1,7								0,8				2,5
BNRJ					0,1												0,1
CADIM																	0,0
CIAA											0,1	1,4	4,4	4,0			9,9
CIAGA										0,4							0,4
CIAMPA																	0,0
CIAW				0,1		0,1											0,2
CN											1,2	24,6					25,8
Com1DN					0,1												0,1
DABM																	0,0
E N											0,3	0,2		1,0			1,5
SPA															0,1		0,1
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	0,1	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	1,6	26,2	5,2	5,1	0,0	0,0	40,6
PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ		0,1	1,2													1,3	
BFNIF																0,0	
BFNIG										1,0						1,0	
BNRJ					0,1					4,5						4,6	
CADIM																0,0	
CIAA	4,0	1,7	0,3												0,2	6,2	
CIAGA			1,5	0,3			0,1	0,4								2,3	
CIAMPA	45,0															45,0	
CIAW		0,1					0,1			2,7						2,9	
CN																0,0	
Com1DN		0,1														0,1	
DABM																0,0	
E N		0,8								2,7	0,7					4,2	
SPA									2,2							2,2	
Total (m ³)	49,0	2,8	3,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	2,2	8,6	3,4	0,0	0,0	0,0	0,2	69,8	

Fonte: o autor.

TABELA 25

Tabela 25 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2005

PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
BAMRJ	0,2		0,2								0,2				0,6
BFNIF															0,0
BFNIG															0,0
BNRJ															0,0
CADIM															0,0
CIAA			0,6												0,6
CIAGA														0,1	0,1
CIAMPA										13,4					13,4
CIAW			2,1								1,9				4,0
CN											1,2				1,2
Com1DN	0,1		0,1											8,2	8,4
DABM															0,0
E N	0,9														0,9
SPA	3,2														3,2
Total (m ³)	4,4	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	3,3	0,0	0,0	8,3	32,4
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
BAMRJ									0,1	0,2					0,3
BFNIF															0,0
BFNIG				1,4				1,1							2,5
BNRJ				6,7											6,7
CADIM			10,8												10,8
CIAA			1,2	2,8				0,2			0,1				4,3
CIAGA				1,0				0,6	0,7		2,0				4,3
CIAMPA										0,3				3,7	4,0
CIAW				2,0				0,3			0,1				2,4
CN							0,4								0,4
Com1DN			7,8				4,1				0,5				12,4
DABM															0,0
E N		0,6						3,2		0,4					4,2
SPA		0,1													0,1
Total (m ³)	0,0	0,7	19,8	13,9	0,0	0,0	4,5	5,4	0,8	0,9	2,7	0,0	0,0	3,7	52,4

Fonte: o autor.

TABELA 26

Tabela 26 – Mapa de movimentação diária de março de 2005

PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ							0,1							0,1	0,1		0,3
BFNIF																	0,0
BFNIG															1,2		1,2
BNRJ								0,8									0,8
CADIM																3,1	3,1
CIAA											1,0						1,0
CIAGA							0,2	0,5	0,1								0,8
CIAMPA																0,8	0,8
CIAW							0,1										0,1
CN																	0,0
Com1DN		0,7						2,9								2,8	6,4
DABM																	0,0
E N	0,8		0,3					0,9									2,0
SPA								0,1						0,3			0,4
Total (m ³)	0,8	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	5,2	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,4	1,3	6,7	16,9
PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ	7,8	4,4				2,3	0,1									14,6	
BFNIF																0,0	
BFNIG											0,7	1,6				2,3	
BNRJ								0,1						0,5		0,6	
CADIM												0,9				0,9	
CIAA												0,1				0,1	
CIAGA		0,3												0,3		0,6	
CIAMPA															1,5	1,5	
CIAW						0,4										0,4	
CN												0,4				0,4	
Com1DN		1,8										6,4		13,9		22,1	
DABM																0,0	
E N						0,1										0,1	
SPA																0,0	
Total (m ³)	7,8	6,5	0,0	0,0	0,0	2,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	9,4	0,8	15,4	43,6	

Fonte: o autor.

TABELA 27

Tabela 27 – Mapa de movimentação diária de abril de 2005

PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(m ³)
BAMRJ							3,6									3,6
BFNIF					1,6											1,6
BFNIG							1,3						0,9			2,2
BNRJ						0,1					8,4					8,5
CADIM																0,0
CIAA																0,0
CIAGA																0,0
CIAMPA																0,0
CIAW							0,1	0,1				1,1	1,6			2,9
CN					1,0			0,1							1,2	2,3
Com1DN																0,0
DABM																0,0
E N	0,1				0,2						0,2	0,2		0,1		0,8
SPA					0,3			0,6								6,3
Total (m ³)	0,1	0,0	0,0	0,0	3,1	0,1	5,0	0,8	0,0	0,0	8,6	1,3	2,5	1,3	5,4	28,2
PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	(m ³)
BAMRJ				0,1									2,8			2,9
BFNIF																0,0
BFNIG												2,6		0,1		2,7
BNRJ					8,6											8,6
CADIM																0,0
CIAA				1,7	0,4							0,1	0,1			2,3
CIAGA									0,1				0,1			0,2
CIAMPA																0,0
CIAW					0,3											0,3
CN																0,0
Com1DN			13,6									8,7				22,3
DABM																0,0
E N			0,5				0,1				0,1		0,7			1,4
SPA																0,0
Total (m ³)	0,0	0,0	14,1	1,8	9,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	8,8	2,7	3,7	0,1	0,0	40,7

Fonte: o autor.

TABELA 28

Tabela 28 – Mapa de movimentação diária de maio de 2005

PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	(m ³)
BAMRJ				0,8	0,1							0,2					1,1
BFNIF		4,0	1,1														5,1
BFNIG				2,0													2,0
BNRJ								3,4				2,1					5,5
CADIM																	0,0
CIAA				0,2							1,1						1,3
CIAGA		0,1															0,1
CIAMPA				1,2								2,0					3,2
CIAW																0,2	0,2
CN		1,0															1,0
Com1DN		2,6		6,2	0,1					5,0	3,1					0,1	17,1
DABM																	0,0
E N		3,3		2,0													5,3
SPA											0,8						0,8
Total (m ³)	0,0	11,0	1,1	12,4	0,2	0,0	0,0	0,0	3,4	5,0	5,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,3	42,7
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(m ³)	
BAMRJ		0,1					0,1							0,1		0,3	
BFNIF								0,1								0,1	
BFNIG		2,4						4,8								7,2	
BNRJ								2,4								2,4	
CADIM		0,1														0,1	
CIAA		0,1												0,1		0,2	
CIAGA																0,0	
CIAMPA			0,4													0,4	
CIAW							0,8	0,4								1,2	
CN	2,1															2,1	
Com1DN							4,0						7,6			11,6	
DABM																0,0	
E N	0,1							1,2								1,3	
SPA									5,8							5,8	
Total (m ³)	2,2	2,7	0,4	0,0	0,0	0,0	4,9	8,4	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,1	32,7	

Fonte: o autor.

TABELA 29

Tabela 29 – Mapa de movimentação diária de junho de 2005

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ		3,6						0,1						0,9	0,1	4,7
BFNIF								0,2								0,2
BFNIG														1,4		1,4
BNRJ							4,6									4,6
CADIM	0,4						0,1							0,6		1,1
CIAA							0,1						0,1			0,2
CIAGA																0,0
CIAMPA																0,0
CIAW		0,2														0,2
CN													1,6			1,6
Com1DN		2,3					0,1								0,1	2,5
DABM																0,0
E N	1,8	1,0											3,6	0,1		6,5
SPA								1,1								1,1
Total (m ³)	2,2	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	3,0	0,2	24,1
PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ								2,3								2,3
BFNIF					3,5											3,5
BFNIG							1,5						0,9			2,4
BNRJ		1,8													2,0	3,8
CADIM	0,3						0,4									0,7
CIAA									1,4							1,4
CIAGA																0,0
CIAMPA																0,0
CIAW	0,1					0,1							0,1			0,3
CN																0,0
Com1DN	0,1				0,2			0,1				3,8				4,2
DABM																0,0
E N						0,3							0,5		2,1	2,9
SPA								10,4					16,6			27,0
Total (m ³)	0,5	1,8	0,0	0,0	3,7	0,4	1,9	12,8	1,4	0,0	0,0	3,8	17,2	0,9	4,1	48,5

Fonte: o autor.

TABELA 30

Tabela 30 – Mapa de movimentação diária de julho de 2005

PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ	0,2					0,5											0,7
BFNIF																	0,0
BFNIG						0,8							0,6		0,1		1,5
BNRJ					8,6												8,6
CADIM												3,9	8,3				12,2
CIAA					6,5	4,8					2,0	5,0	9,6		13,8		41,7
CIAGA																	0,0
CIAMPA												25,2					25,2
CIAW					0,2												0,2
CN												1,2					1,2
Com1DN				3,4								7,0					10,4
DABM																	0,0
E N					0,7												0,7
SPA																	0,0
Total (m ³)	0,2	0,0	0,0	3,4	16,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	34,1	18,5	0,0	13,9	0,0	102,4
PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ					0,3												0,3
BFNIF												0,1					0,1
BFNIG										1,6							1,6
BNRJ						1,6											1,6
CADIM										0,1		0,3					0,4
CIAA					8,2	0,1											8,3
CIAGA																	0,0
CIAMPA			2,2		6,2						4,0	0,9					13,3
CIAW																	0,0
CN																	0,0
Com1DN		2,2											9,7				11,9
DABM																	0,0
E N										0,7							0,7
SPA												0,9					0,9
Total (m ³)	0,0	2,2	2,2	0,0	14,7	1,7	0,0	0,0	0,0	2,4	4,1	11,8	0,0	0,0	0,0		39,1

Fonte: o autor.

TABELA 31

Tabela 31 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2005

PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ	0,1									0,8						0,6	1,5
BFNIF										4,5							4,5
BFNIG																	0,0
BNRJ										1,2							1,2
CADIM										0,1							0,1
CIAA			0,8								4,7						5,5
CIAGA																	0,0
CIAMPA		4,5		1,7						2,0				14,8			23,0
CIAW											0,7						0,7
CN										2,3							2,3
Com1DN				0,1					1,0								1,1
DABM																	0,0
E N			0,1														0,1
SPA										0,3							0,3
Total	0,1	4,5	0,9	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	11,2	5,4	0,0	0,0	14,8	0,0	0,6	40,3
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ																0,0	
BFNIF																0,0	
BFNIG								0,3								0,3	
BNRJ							5,4							10,0		15,4	
CADIM			0,7													0,7	
CIAA	0,1							0,1					0,1	0,2		0,5	
CIAGA																0,0	
CIAMPA	4,3	4,8														9,1	
CIAW																0,0	
CN																0,0	
Com1DN	0,1					5,3			1,2				3,0			9,6	
DABM																0,0	
E N													0,1			0,1	
SPA							1,2		0,1							1,3	
Total (m ³)	4,5	4,8	0,7	0,0	0,0	5,3	6,6	0,4	1,3	0,0	0,0	0,0	3,2	10,2	0,0	37,0	

Fonte: o autor.

TABELA 32

Tabela 32 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2005

PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ									1,5							1,5
BFNIF																0,0
BFNIG														0,2		0,2
BNRJ															2,1	2,1
CADIM						0,2										0,2
CIAA																0,0
CIAGA																0,0
CIAMPA															0,4	0,4
CIAW														0,2		0,2
CN																0,0
Com1DN	1,5				0,1			3,0				2,4				7,0
DABM																0,0
E N	0,7															0,7
SPA	0,3															0,3
Total	2,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	2,4	0,0	0,4	2,5	12,6
PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ				4,0		0,1										4,1
BFNIF															0,2	0,2
BFNIG						0,2										0,2
BNRJ	0,1							2,6								2,7
CADIM																0,0
CIAA																0,0
CIAGA																0,0
CIAMPA	0,1					2,1						0,2	0,9			3,3
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN				2,4		5,6					3,9			1,9		13,8
DABM																0,0
E N					0,4											0,4
SPA																0,0
Total (m ³)	0,2	0,0	0,0	6,4	0,4	8,0	0,0	2,6	0,0	0,0	3,9	0,0	0,2	2,8	0,2	24,7

Fonte: o autor.

TABELA 33

Tabela 33 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2005

PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ						3,0					8,0						11,0
BFNIF																	0,0
BFNIG																	0,0
BNRJ				0,8													0,8
CADIM													0,1				0,1
CIAA																	0,0
CIAGA																	0,0
CIAMPA																	0,0
CIAW																	0,0
CN																	0,0
Com1DN				4,0													4,0
DABM																	0,0
EM																	0,0
SPA					2,3												2,3
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	4,8	2,3	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	18,2
PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ																0,0	
BFNIF																0,0	
BFNIG																0,0	
BNRJ																0,0	
CADIM																0,0	
CIAA																0,0	
CIAGA										8,8	3,1			6,6		18,5	
CIAMPA										0,3						0,3	
CIAW								0,1	0,1							0,2	
CN																0,0	
Com1DN	0,5	4,0		2,0						2,1						8,6	
DABM																0,0	
EM																0,0	
SPA				0,1												0,1	
Total (m ³)	0,5	4,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	11,2	3,1	0,0	0,0	0,0	6,6	27,7	

Fonte: o autor.

TABELA 34

Tabela 34 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2005

PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ										0,1						0,1
BFNIF																0,0
BFNIG			0,2						1,1							1,3
BNRJ																0,0
CADIM																0,0
CIAA																0,0
CIAGA	1,8			1,8												3,6
CIAMPA																0,0
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN											0,1					0,1
DABM																0,0
E N																0,0
SPA																0,0
Total (m ³)	1,8	0,0	0,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ			4,5				0,4									4,9
BFNIF										1,3						1,3
BFNIG			0,4													0,4
BNRJ																0,0
CADIM			0,1													0,1
CIAA																0,0
CIAGA	0,2						0,1					1,5				1,8
CIAMPA								0,1								0,1
CIAW														0,2		0,2
CN									1,4							1,4
Com1DN		6,3	0,1				2,5	0,1						0,1		9,1
DABM																0,0
E N	1,4							1,3						5,2		7,9
SPA										8,3						8,3
Total (m ³)	1,6	6,3	5,1	0,0	0,0	0,0	3,0	1,4	1,5	9,6	0,0	0,0	1,5	5,5	0,0	35,5

Fonte: o autor.

TABELA 35

Tabela 35 – Mapa de movimentação diária de dezembro de 2005

PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ	0,1								3,7								3,8
BFNIF																	0,0
BFNIG							0,9										0,9
BNRJ												0,1		9,7			9,8
CADIM																	0,0
CIAA	0,1								0,2				0,1				0,4
CIAGA	0,7												0,1	1,5			2,3
CIAMPA														0,4			0,4
CIAW	0,1																0,1
CN						0,8											0,8
Com1DN	7,9								2,5								10,4
DABM																	0,0
E N							0,5	0,1							0,4	0,1	1,1
SPA															3,8		3,8
Total (m ³)	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,4	0,0	6,5	0,0	0,0	0,3	0,0	11,6	4,2	0,1	33,8
PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ			0,1		0,1											0,2	
BFNIF																0,0	
BFNIG																0,0	
BNRJ																0,0	
CADIM																0,0	
CIAA					0,9	2,7										3,6	
CIAGA																0,0	
CIAMPA																0,0	
CIAW					0,3											0,3	
CN																0,0	
Com1DN			0,7		4,1											4,8	
DABM																0,0	
E N			1,3		0,1											1,4	
SPA					13,8											13,8	
Total (m ³)	0,0	0,0	2,1	0,0	19,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	

Fonte: o autor.

TABELA 36

Tabela 36 – Mapa de movimentação diária de janeiro de 2006

PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ																	0,0
BFNIF																0,1	0,1
BFNIG																	0,0
BNRJ																0,1	0,1
CADIM																	0,0
CIAA				16,3		0,1			2,4		19,5						38,3
CIAGA						0,10											0,1
CIAMPA									24,6								24,6
CIAW										2,0		9,5					11,5
CN												0,4					0,4
Com1DN						0,10										0,1	0,2
DABM																	0,0
E N												46,0					46,0
SPA																	0,0
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	16,3	0,0	0,3	0,0	0,0	27,0	2,0	19,5	55,9	0,0	0,0	0,0	0,3	121,3
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)	
BAMRJ			0,2														0,2
BFNIF																	0,0
BFNIG																	0,0
BNRJ																	0,0
CADIM																	0,0
CIAA	0,7																0,7
CIAGA	2,6						1,6		1,7								5,9
CIAMPA		35,8					3,1			0,1							39,0
CIAW	10,8									1,1							11,9
CN										1,1							1,1
Com1DN																	0,0
DABM																	0,0
E N	0,2							0,2	0,1		0,1				1,2		1,8
SPA	0,1		0,1														0,2
Total (m ³)	14,4	36,0	0,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,2	1,8	2,3	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2		60,8

Fonte: o autor.

TABELA 37

Tabela 37 – Mapa de movimentação diária de fevereiro de 2006

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
BAMRJ						0,3			2,9					0,1	3,3
BFNIF						0,1									0,1
BFNIG	4,1														4,1
BNRJ									4,8						4,8
CADIM									6,4						6,4
CIAA															0,0
CIAGA	1,0					0,1	1,0		0,4						2,5
CIAMPA															0,0
CIAW	0,2														0,2
CN						7,0		36,8							43,8
Com1DN		3,8													3,8
DABM															0,0
E N								2,3						0,3	2,6
SPA															0,0
Total (m ³)	5,3	3,8	0,0	0,0	0,0	7,5	1,0	39,1	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	71,6
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
BAMRJ	5,9	3,6								0,1					9,6
BFNIF															0,0
BFNIG	1,5														1,5
BNRJ															0,0
CADIM															0,0
CIAA															0,0
CIAGA								0,2							0,2
CIAMPA															0,0
CIAW															0,0
CN								43,8	9,0						52,8
Com1DN						6,3			19,2						25,5
DABM															0,0
E N						1,2		1,5							2,7
SPA		6,9													6,9
Total (m ³)	7,4	10,5	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	45,5	19,2	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	99,2

Fonte: o autor.

TABELA 38

Tabela 38 – Mapa de movimentação diária de março de 2006

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ								0,1						1,3			1,4
BFNIF										0,3							0,3
BFNIG														0,6			0,6
BNRJ														9,7			9,7
CADIM														4,6			4,6
CIAA								0,9									0,9
CIAGA									0,1								0,1
CIAMPA								1,1									1,1
CIAW														1,0			1,0
CN									1,3								1,3
Com1DN									1,9								1,9
DABM																	0,0
E N							0,7	0,1								0,8	1,6
SPA								1,8									1,8
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	4,0	3,3	0,3	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0	0,8	26,3
PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ				1,2									0,1			1,3	
BFNIF						0,4										0,4	
BFNIG																0,0	
BNRJ				5,3								0,5				5,8	
CADIM																0,0	
CIAA																0,0	
CIAGA																0,0	
CIAMPA					0,2		1,3					6,1				7,6	
CIAW																0,0	
CN													2,4			2,4	
Com1DN						7,4						4,2		7,3		18,9	
DABM																0,0	
E N								3,6						0,2		3,8	
SPA								0,1								0,1	
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	6,5	0,2	7,8	1,3	3,7	0,0	0,0	0,0	4,7	6,2	2,4	7,5	40,3	

Fonte: o autor.

TABELA 39

Tabela 39 – Mapa de movimentação diária de abril de 2006

PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ																0,0
BFNIF				1,2												1,2
BFNIG												0,8				0,8
BNRJ										4,7	3,8					8,5
CADIM																0,0
CIAA										0,1						0,1
CIAGA											0,4					0,4
CIAMPA				5,3		2,2										7,5
CIAW																0,0
CN				2,2												2,2
Com1DN										2,8		4,7				7,5
DABM																0,0
E N					1,2						1,6					2,8
SPA												3,8				3,8
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	8,7	1,2	2,2	0,0	0,0	0,0	2,9	6,7	13,1	0,0	0,0	0,0	34,8
PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	S	T	Q	Q	S	S	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ					2,2					0,1	1,8		0,1			4,2
BFNIF												0,1				0,1
BFNIG									0,8							0,8
BNRJ								2,0								2,0
CADIM																0,0
CIAA				2,0												2,0
CIAGA			0,2													0,2
CIAMPA				1,3												1,3
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN										0,1	2,5		0,2			2,8
DABM																0,0
E N									1,3	0,1						1,4
SPA											0,1					0,1
Total (m ³)	0,0	0,0	0,2	3,3	2,2	0,0	0,0	0,0	2,0	2,3	4,5	0,1	0,3	0,0	0,0	14,9

Fonte: o autor.

TABELA 40

Tabela 40 – Mapa de movimentação diária de maio de 2006

PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ			2,5						0,1		2,7						5,3
BFNIF												0,2					0,2
BFNIG			1,6							0,6						1,4	3,6
BNRJ			6,9	0,1								1,1					8,1
CADIM																	0,0
CIAA		0,1															0,1
CIAGA																	0,0
CIAMPA															1,7		1,7
CIAW															0,5		0,5
CN				1,1													1,1
Com1DN		7,6	6,9	0,1						5,9					6,2		26,7
DABM		3,7															3,7
E N		0,1	0,9	0,1													1,1
SPA										10,7							10,7
Total (m ³)	0,0	11,5	18,8	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	17,2	2,7	1,3	0,0	0,0	8,4	1,4	62,8
PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ		0,1							6,1								6,2
BFNIF										0,8							0,8
BFNIG			0,1														0,1
BNRJ			0,9										0,9				1,8
CADIM										0,1							0,1
CIAA																	0,0
CIAGA																	0,0
CIAMPA		1,0															1,0
CIAW			2,2														2,2
CN									3,6								3,6
Com1DN	0,1	4,2	0,2			1,0			1,6				0,8				7,9
DABM										1,1						0,1	1,2
E N	0,4							0,2						0,4			1,0
SPA						0,3							0,2				0,5
Total (m ³)	0,5	5,3	3,4	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2	11,3	2,0	0,0	0,0	1,0	1,3	0,1		26,4

Fonte: o autor.

TABELA 41

Tabela 41 – Mapa de movimentação diária de junho de 2006

PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ					0,1											0,1
BFNIF																0,0
BFNIG							1,8									1,8
BNRJ																0,0
CADIM																0,0
CIAA	0,4															0,4
CIAGA																0,0
CIAMPA																0,0
CIAW													1,5			1,5
CN																0,0
Com1DN					0,1		0,4					3,6				4,1
DABM																0,0
E N														0,2		0,2
SPA																0,0
Total (m ³)	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	1,5	0,2	0,0	8,1
PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ																0,0
BFNIF					0,2									0,1		0,3
BFNIG					1,7											1,7
BNRJ				4,5										3,5		8,0
CADIM																0,0
CIAA																0,0
CIAGA																0,0
CIAMPA													7,2			7,2
CIAW																0,0
CN						0,1							0,1	4,8		5,0
Com1DN	0,1				0,1			3,3					0,1		0,2	3,8
DABM					0,1								1,0			1,1
E N								0,8					0,8			1,6
SPA														2,5		2,5
Total (m ³)	0,1	0,0	0,0	4,5	2,1	0,1	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	10,9	0,2	31,2

Fonte: o autor.

TABELA 42

Tabela 42 – Mapa de movimentação diária de julho de 2006

PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ			6,0										0,1				6,1
BFNIF												0,3					0,3
BFNIG			3,8									0,4					4,2
BNRJ													5,3				5,3
CADIM					0,5												0,5
CIAA													0,1				0,1
CIAGA																	0,0
CIAMPA											5,4	3,3	3,5				12,2
CIAW																	0,0
CN						0,6											0,6
Com1DN				0,1	5,4						3,1		1,4				10,0
DABM													0,2				0,2
E N			0,1									0,6					0,7
SPA																	0,0
Total (m ³)	0,0	0,0	9,9	0,1	5,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	4,6	10,6	0,0	0,0	0,0	40,2
PEU/PDU	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ	1,5							0,1	4,1							5,7	
BFNIF											0,1					0,1	
BFNIG																0,0	
BNRJ									0,6							0,6	
CADIM											7,0					7,0	
CIAA				10,0				9,1	9,8			14,3			5,3	48,5	
CIAGA																0,0	
CIAMPA		9,2									7,0					16,2	
CIAW										1,8						1,8	
CN																0,0	
Com1DN		0,1		0,1					3,5			2,7				6,4	
DABM																0,0	
E N		0,3			1,1				2,1			1,3				4,8	
SPA				12,8						3,3						16,1	
Total (m ³)	1,5	9,6	0,0	22,9	1,1	0,0	0,0	9,2	20,1	5,1	14,1	18,3	0,0	0,0	5,3	107,2	

Fonte: o autor.

TABELA 43

Tabela 43 – Mapa de movimentação diária de agosto de 2006

PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ								0,1			8,4					0,2	8,7
BFNIF								1,0								0,3	1,3
BFNIG									1,6								1,6
BNRJ														9,9	9,9		19,8
CADIM																	0,0
CIAA	1,8																1,8
CIAGA																	0,0
CIAMPA		2,5								22,6					7,9		33,0
CIAW																	0,0
CN																	0,0
Com1DN		1,7	2,2							1,6					4,9		10,4
DABM								0,5									0,5
E N		5,0	0,7						0,1								5,8
SPA																	0,0
Total (m ³)	1,8	9,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	24,2	8,4	0,0	0,0	9,9	22,7	0,5	82,9
PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ	2,3				0,1		0,1					0,2	0,2			2,9	
BFNIF																0,0	
BFNIG	1,0															1,0	
BNRJ					3,7											3,7	
CADIM																0,0	
CIAA						7,4	0,1				0,1					7,6	
CIAGA																0,0	
CIAMPA							6,4	2,5								8,9	
CIAW																0,0	
CN																0,0	
Com1DN					4,8										0,1	4,9	
DABM																0,0	
E N						0,6										0,6	
SPA						1,1										1,1	
Total (m ³)	3,3	0,0	0,0	0,0	8,6	9,1	6,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,1	30,7	

Fonte: o autor.

TABELA 44

Tabela 44 – Mapa de movimentação diária de setembro de 2006

PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(m ³)
BAMRJ				5,5							0,1	0,1				5,7
BFNIF				1,1	0,1											1,2
BFNIG																0,0
BNRJ											1,6			4,2		5,8
CADIM				0,3												0,3
CIAA					0,1											0,1
CIAGA											0,1					0,1
CIAMPA					0,1	0,3										0,4
CIAW					0,1											0,1
CN																0,0
Com1DN											4,9			2,7		7,6
DABM					0,2										0,3	0,5
E N					0,2							0,3				0,5
SPA																0,0
Total (m ³)	0,0	0,0	0,0	6,9	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,4	0,0	6,9	0,3	22,3
PEU/PDU	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	(m ³)
BAMRJ			0,1	0,7		0,1				0,7	3,7					5,3
BFNIF					0,6											0,6
BFNIG										1,5						1,5
BNRJ							0,3									0,3
CADIM					0,2					0,1						0,3
CIAA						0,6	0,1									0,7
CIAGA																0,0
CIAMPA					1,5											1,5
CIAW																0,0
CN					3,3											3,3
Com1DN				0,1		1,4	0,5									2,0
DABM																0,0
E N						0,1					0,4					0,5
SPA						0,6					0,1					0,7
Total (m ³)	0,0	0,0	0,1	0,8	5,6	2,8	0,9	0,0	0,0	2,3	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7

Fonte: o autor.

TABELA 45

Tabela 45 – Mapa de movimentação diária de outubro de 2006

PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BAMRJ									0,1	0,1							0,2
BFNIF											0,3						0,3
BFNIG																	0,0
BNRJ																	0,0
CADIM																	0,0
CIAA																	0,0
CIAGA																	0,0
CIAMPA										1,8	4,0						5,8
CIAW									0,8								0,8
CN																	0,0
Com1DN										3,6	2,0						5,6
DABM											0,3						0,3
E N		0,6	0,3							0,6	0,3						1,8
SPA																	0,0
Total (m ³)	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	6,1	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8
PEU/PDU	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Total (m ³)	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
BAMRJ		2,5		2,0					2,2					0,1	1,2	8,0	
BFNIF																0,0	
BFNIG				1,4												1,4	
BNRJ			1,0											1,5		2,5	
CADIM																0,0	
CIAA							0,1						0,4			0,5	
CIAGA																0,0	
CIAMPA																0,0	
CIAW																0,0	
CN														0,6		0,6	
Com1DN		0,1								1,2						1,3	
DABM																0,0	
E N	7,7															7,7	
SPA							6,5								1,2	7,7	
Total (m ³)	7,7	2,6	1,0	3,4	0,0	0,0	6,6	0,0	2,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,5	4,5	29,7	

Fonte: o autor.

TABELA 46

Tabela 46 – Mapa de movimentação diária de novembro de 2006

PEU/PDU	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Total (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BAMRJ						1,9										1,9
BFNIF																0,0
BFNIG							2,7		1,5							4,2
BNRJ								10,7						0,1		10,8
CADIM																0,0
CIAA									0,1							0,1
CIAGA																0,0
CIAMPA	1,1												0,5			1,6
CIAW																0,0
CN																0,0
Com1DN									0,3	11,4				3,2		14,9
DABM									0,1					0,1		0,2
E N	6,1								0,6							6,7
SPA							8,8									8,8
Total (m ³)	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	11,5	10,7	2,6	11,4	0,0	0,0	0,5	3,4	0,0	49,2
PEU/PDU	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	Total (m ³)
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
BAMRJ	3,6					6,0						1,1				10,7
BFNIF																0,0
BFNIG		0,8					0,1									0,9
BNRJ		0,1						0,1					1,2			1,4
CADIM							0,7									0,7
CIAA									0,1							0,1
CIAGA																0,0
CIAMPA	0,1								0,8							0,9
CIAW																0,0
CN							0,7									0,7
Com1DN		0,1				3,8		6,7	10,2			0,1			6,9	27,8
DABM																0,0
E N						0,2	0,2						2,3	1,1		3,8
SPA		10,2				8,1						0,1				18,4
Total (m ³)	3,7	11,2	0,0	0,0	0,0	18,1	1,7	6,8	11,1	0,0	0,0	1,3	3,5	0,0	8,0	65,4

Fonte: o autor.

TABELA 47

Tabela 47 – Mapa de movimentação diária de dezembro de 2006

PEU/PDU	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	(m ³)
BAMRJ	1,2							0,8									2,0
BFNIF											0,1						0,1
BFNIG													1,1				1,1
BNRJ																	0,0
CADIM					2,0												2,0
CIAA	0,1																0,1
CIAGA														1,3			1,3
CIAMPA	3,0																3,0
CIAW				1,8													1,8
CN										2,0							2,0
Com1DN	1,4					0,1		9,7					0,3				11,5
DABM							0,4										0,4
E N					2,9	0,3								3,5			6,7
SPA													1,9				1,9
Total (m ³)	5,7	0,0	0,0	1,8	4,9	0,4	0,4	10,5	0,0	0,0	2,1	0,0	3,3	4,8	0,0	0,0	33,9
PEU/PDU	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	Total	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(m ³)	
BAMRJ																	0,0
BFNIF																	0,0
BFNIG					1,2												1,2
BNRJ																	0,0
CADIM																	0,0
CIAA																	0,0
CIAGA																	0,0
CIAMPA					0,3												0,3
CIAW					0,1												0,1
CN																	0,0
Com1DN			0,5														0,5
DABM							0,2										0,2
E N																	0,0
SPA				1,1													1,1
Total (m ³)	0,0	0,0	0,5	1,1	1,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4

Fonte: o autor.

10 ANEXOS

QUADRO 3

Quadro 3 – Distâncias entre os postos de distribuição e o depósito

Local	DESTINO														
	DepFMRJ (j = 15)	BAMRJ (j = 1)	BFNIF (j = 2)	BFNIG (j = 3)	BNRJ (j = 4)	CADIM (j = 5)	ClAA (j = 6)	ClAGA (j = 7)	ClAMPA (j = 8)	ClAWV (j = 9)	CN (j = 10)	COM1DN (j = 11)	DABM (j = 12)	E N (j = 13)	SPA (j = 14)
DepFMRJ (i = 0)	0,00	0,20	29,80	22,23	26,16	92,90	0,64	8,50	37,56	18,76	149,90	17,96	19,26	23,03	154,20
BAMRJ (i = 1)	0,20	0,00	29,60	22,03	25,96	92,70	0,44	8,30	37,36	18,56	149,70	17,76	19,06	22,83	154,00
BFNIF (i = 2)	27,20	27,00	0,00	36,60	10,10	109,70	28,10	25,60	61,60	23,30	167,60	22,30	23,80	28,61	125,20
BFNIG (i = 3)	17,44	17,24	35,50	0,00	33,96	98,30	18,68	16,76	55,57	26,65	156,20	25,70	27,15	30,77	159,90
BNRJ (i = 4)	33,60	33,40	13,30	34,00	0,00	110,10	33,88	32,00	79,30	24,20	185,30	26,10	24,70	29,51	126,40
CADIM (i = 5)	92,10	91,90	112,20	101,40	127,40	0,00	96,30	90,50	54,60	100,50	71,30	99,50	101,00	105,81	236,60
ClAA (i = 6)	10,72	10,52	40,01	22,78	26,71	91,70	0,00	9,05	36,91	18,31	139,50	18,49	19,81	23,58	153,60
ClAGA (i = 7)	1,68	1,48	31,00	23,50	27,44	93,40	1,92	0,00	38,83	20,04	149,90	19,21	20,54	25,35	155,40
ClAMPA (i = 8)	47,44	47,24	71,00	59,49	60,90	48,10	48,25	46,76	0,00	51,97	106,00	52,04	52,47	56,09	187,40
ClAWV (i = 9)	15,91	15,71	22,70	26,17	23,37	97,50	16,15	14,24	48,92	0,00	155,40	0,85	0,50	5,31	147,10
CN (i = 10)	148,70	148,50	170,00	159,30	167,90	71,30	150,20	148,30	112,40	158,30	0,00	157,30	158,80	163,62	294,40
Com1DN (i = 11)	15,38	15,18	22,20	25,64	22,85	97,00	15,63	13,71	49,38	2,31	154,90	0,00	2,81	6,70	146,60
DABM (i = 12)	15,91	15,71	22,70	26,17	23,37	97,50	16,15	14,24	48,92	0,50	155,40	0,85	0,00	5,31	147,10
E N (i = 13)	20,01	19,81	40,78	30,27	27,48	101,60	20,25	18,34	52,81	4,10	159,50	4,96	4,60	0,00	148,90
SPA (i = 14)	149,10	148,90	123,30	158,50	130,30	231,60	155,30	147,50	183,50	145,20	289,50	144,30	145,70	152,60	0,00

Fonte: Distâncias extraídas do sítio <www.ondeestou.com.br>. Acesso em: 10 out. 2006.

QUADRO 4

Quadro 4 – Modelagem matemática para 4 postos de distribuição

```

MIN      26.16 X011 + 26.16 X012 + 37.56 X021 + 37.56 X022 + 18.76 X031
+ 18.76 X032 + 17.96 X041 + 17.96 X042 + 79.3 X121 + 79.3 X122
+ 24.2 X131 + 24.2 X132 + 26.1 X141 + 26.1 X142 + 33.6 X151 + 33.6 X152
+ 60.9 X211 + 60.9 X212 + 51.97 X231 + 51.97 X232 + 52.04 X241
+ 52.04 X242 + 47.44 X251 + 47.44 X252 + 23.37 X311 + 23.37 X312
+ 48.92 X321 + 48.92 X322 + 0.85 X341 + 0.85 X342 + 15.91 X351
+ 15.91 X352 + 22.85 X411 + 22.85 X412 + 49.38 X421 + 49.38 X422
+ 2.31 X431 + 2.31 X432 + 15.38 X451 + 15.38 X452

SUBJECT TO
2)      X121 + X122 + X131 + X132 + X141 + X142 + X151 + X152 = 1
3)      X211 + X212 + X231 + X232 + X241 + X242 + X251 + X252 = 1
4)      X311 + X312 + X321 + X322 + X341 + X342 + X351 + X352 = 1
5)      X411 + X412 + X421 + X422 + X431 + X432 + X451 + X452 = 1
6)      3.6 X121 + 3.6 X131 + 3.6 X141 + 3.6 X151 + 4.9 X211 + 4.9 X231
+ 4.9 X241 + 4.9 X251 + 2 X311 + 2 X321 + 2 X341 + 2 X351 + 3 X411
+ 3 X421 + 3 X431 + 3 X451 <= 7
7)      3.6 X122 + 3.6 X132 + 3.6 X142 + 3.6 X152 + 4.9 X212 + 4.9 X232
+ 4.9 X242 + 4.9 X252 + 2 X312 + 2 X322 + 2 X342 + 2 X352 + 3 X412
+ 3 X422 + 3 X432 + 3 X452 <= 7
8)      X011 + X021 + X031 + X041 = 1
9)      X151 + X251 + X351 + X451 = 1
10)     X012 + X022 + X032 + X042 = 1
11)     X152 + X252 + X352 + X452 = 1
12)     X011 - X121 - X131 - X141 - X151 + X211 + X311 + X411 = 0
13)     X012 - X122 - X132 - X142 - X152 + X212 + X312 + X412 = 0
14)     X021 + X121 - X211 - X231 - X241 - X251 + X321 + X421 = 0
15)     X022 + X122 - X212 - X232 - X242 - X252 + X322 + X422 = 0
16)     X031 + X131 + X231 - X311 - X321 - X341 - X351 + X431 = 0
17)     X032 + X132 + X232 - X312 - X322 - X342 - X352 + X432 = 0
18)     X041 + X141 + X241 + X341 - X411 - X421 - X431 - X451 = 0
19)     X042 + X142 + X242 + X342 - X412 - X422 - X432 - X452 = 0
20)     X121 + X131 + X141 + X151 + X211 + X231 + X241 + X251 + X311
+ X321 + X341 + X351 + X411 + X421 + X431 + X451 <= 2
21)     X122 + X132 + X142 + X152 + X212 + X232 + X242 + X252 + X312
+ X322 + X342 + X352 + X412 + X422 + X432 + X452 <= 2

END

INTE 40

```

Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

QUADRO 5

Quadro 5 – Mapa decorrente das iterações no LINDO

```
      X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
      0 0 0 0 1 1 1 1 2 3 4 2 2 2 3 3 3 4 4 4 1 1 1 1 2 2 2 2 3 3 3 4 4 3 4
      1 2 3 4 3 2 4 5 1 1 1 3 5 4 5 2 4 3 5 2 5 2 3 4 1 5 3 4 1 5 2 2 1 4 3
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
1:  B B B B B B B B B B B B B B B T A B B B B B B B B B B B B B B B B T A
8:  1 1 1 1
12: 1 ' -1 -1 -1 -1 ' 1 1 1 ' . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
6:  ' A A A A A A 2 3 A A A 2 2 2 3 3 3 . . . . . . . . . . . . . . . .
9:  . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . .
14: ' 1 ' . . ' 1 ' . . -1 ' . . -1 -1 -1 ' 1 . . . . . 1 ' . . . . . . . . .
16: . . . . . 1 . . . . . -1 . . . . . -1 -1 -1 1 . . . . . . . . . . . .
18: . . . . . 1 . . . . . -1 . . . . . 1 . . . . . -1 -1 -1 . . . . . . . . .
20: . . . . . 1 ' 1 1 1 ' 1 1 1 ' 1 1 1 1 ' 1 1 1 1 ' . . . . . . . . . .
2:  . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
3:  . . . . . . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . .
7:  . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
4:  . . . . . . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 . . .
5:  . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 . 1
11: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
21: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
13: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
15: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
17: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
19: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
10: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

Fonte: Lindo System, Inc., Copyright®, 2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)