

Leonardo Gondinho Botelho

**Um método para o planejamento
operacional da distribuição:
aplicação para casos com abastecimento
de graneis líquidos**

Dissertação de Mestrado

Departamento de Engenharia Industrial
Programa de Pós-Graduação em
Logística Empresarial

Rio de Janeiro, setembro 2003



Leonardo Gondinho Botelho

**Um método para o planejamento operacional da distribuição:
aplicação para casos com abastecimento de graneis líquidos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Silvio Hamacher

Rio de Janeiro, setembro 2003



Leonardo Gondinho Botelho

**Um método para o planejamento operacional da distribuição:
aplicação para casos com abastecimento de granéis líquidos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Silvio Hamacher

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial-PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Departamento de Engenharia Industrial-PUC-Rio

Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial-PUC-Rio

Prof. Ney Augusto Dumont

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de setembro 2003

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Leonardo Gondinho Botelho

Graduou-se em Tecnologia de Processamentos de Dados na UVA (Universidade Veiga de Almeida) em 1992. Coursou Pós-Graduação em Redes de Computadores e Internet também na UVA, e Pós-Graduação em Logística Empresarial na UCAM (Universidade Cândido Mendes). É coordenador de tecnologia da informação na empresa Supergasbras Distribuidora de Gás S.A. Participou de vários projetos logísticos de otimização e integração do processo de distribuição de GLP.

Ficha Catalográfica

Botelho, Leonardo Gondinho

Um método para o planejamento operacional da distribuição : aplicação para casos com abastecimento de granéis líquidos / Leonardo Gondinho Botelho ; orientador: Silvio Hamacher. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2003.

99 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Planejamento operacional da distribuição. 3. Abastecimento de granéis líquidos. 4. GLP. 5. Heurística de planejamento. 6. Previsão de demanda. 7. Programação de abastecimentos. 8. Roteirização de veículos. I. Hamacher, Silvio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Para meus pais, Wilson e Lúcia, minha irmã Alessandra e
minha esposa Sabrina, por todo apoio, confiança e paciência.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Silvio Hamacher, pelo estímulo e parceria para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos Márcio Bastos, Luiz Carlos Brouck, Anderson Hoepers e Alcírio Orlamunder, por todo apoio e colaboração, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus pais, pela educação, atenção, carinho e força em todas as horas.

A minha esposa e minha irmã, por todo apoio e compreensão.

Aos professores que participaram da banca examinadora.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Engenharia Industrial, pelos ensinamentos e importantes contribuições.

Aos meus amigos da PUC-Rio.

A Deus e a todas as pessoas que sempre estiveram ao meu lado, estimulando e torcendo por esta conquista.

RESUMO

Botelho, Leonardo G.; Hamacher, Silvio (Orientador). **Um método para o planejamento operacional da distribuição: Aplicação para casos com abastecimento de granéis líquidos**. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação apresenta o estudo de um método para o planejamento operacional da distribuição de granéis líquidos, que visa à otimização dos recursos corporativos e a redução de custos operacionais. Iniciando pelo conceito da gestão do conhecimento, procura-se extrair as melhores práticas da empresa através da experiência dos seus profissionais. Todas as informações obtidas são estruturadas e organizadas em um sistema de apoio a decisão (SAD), a fim de montar uma base de conhecimento para suportar e assistir os processos de negócio relacionados à distribuição: previsão de demanda, programação de abastecimentos e roteirização de veículos. Baseado em pesquisas bibliográficas fundamentadas em disciplinas relacionadas à análise dos processos supra descritos e, principalmente, no conhecimento adquirido na própria empresa, são sugeridas soluções heurísticas para os problemas de planejamento da distribuição. Com o objetivo de validar a utilização deste método, é apresentado um estudo de caso realizado em uma empresa distribuidora de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), comparando os resultados obtidos antes e depois da sua aplicação. Os indicadores de desempenho adotados pela mesma apresentam os benefícios e valores agregados, ratificando a eficiência do referido método.

PALAVRAS-CHAVE

Planejamento Operacional da Distribuição; Abastecimento de Granéis Líquidos; GLP; Heurística de planejamento; Previsão de Demanda; Programação de Abastecimentos; Roteirização de Veículos.

ABSTRACT

Botelho, Leonardo G.; Hamacher, Silvio (Advisor). **A method for the operational distribution planning: Application for cases with supply of liquid bulks**. Rio de Janeiro, 2003. Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation presents the study of a method for the operational distribution planning of liquid bulks, that aims the optimization of the corporate resources and the operational cost reduction. Starting by the concept of the knowledge management, it pursues to extract the company's best practices through the experience of its professionals. All the information obtained are structured and organized in a support decision system (SAD), in order to build a knowledge base to support and to assist the business processes related with the distribution: demand forecast, supply programming and vehicle routing. Based on bibliography researches well-founded in disciplines related with the analysis of the processes described above and, specially, from the knowledge gained in the company, heuristics solutions are proposed for the distribution planning problems. With the purpose of validating this method utilization, it is presented a study case in a LPG distribution company (liquid petroleum gas), comparing the results achieved before and after its application. The key performance indicators adopted present benefits and add values, ratifying the efficiency of the method above mentioned.

KEYWORDS

Operational Distribution Planning; Supply Of Liquid Bulks; GLP; Planning Heuristics; Demand Forecast; Supply Programming; Vehicle Routing

SUMÁRIO

1. Introdução	12
1.1. Objetivo da pesquisa	12
1.2. Metodologia Científica	13
1.3. Delimitação da pesquisa	13
1.4. Estrutura do trabalho	14
2. Revisão da literatura	16
2.1. Contribuição da logística	16
2.2. Métricas espaciais para sistemas de transporte	18
2.2.1. Métricas: Euclideana e Retangular	18
2.2.2. Ponto central de abastecimento	20
2.2.3. Número de pontos a serem atendidos	22
2.3. Distribuição física	23
2.3.1. Tempo de ciclo	23
2.3.2. Distância média entre pontos	24
2.3.3. Segmentação geográfica	25
2.3.4. Restrição de capacidade e tempo	26
2.4. Definição de rotas	28
2.4.1. Caminho mínimo	28
2.4.2. Cobertura de vias	31
2.4.3. Problema do carteiro chinês	32
2.4.4. Problema do caixeiro viajante	32
2.4.5. Roteirização com restrições múltiplas	34
3. Estudo de caso	35
3.1. A empresa	35
3.2. Características do produto	36
3.3. Perfil dos consumidores	37
3.4. Mercado nacional de GLP	39

3.5. Processo atual de distribuição.....	41
4. Descrição metodológica	45
4.1. Gestão do conhecimento corporativo	46
4.2. Sistema de apoio à decisão (SAD).....	48
4.2.1. Modelagem: conceitual, lógica e física	49
4.2.2. Carga dos dados	51
4.2.3. Definição das regras de negócio	52
4.3. Método para planejamento da distribuição.....	54
4.4. Acordos de nível de serviço (SLAs)	65
5. Aplicação do método proposto.....	68
5.1. Formação da base de conhecimento	68
5.2. Implementação do SAD.....	69
5.3. Aplicação do método nos processos de negócio	78
5.3.1. Previsão de demanda.....	78
5.3.2. Programação de abastecimentos.....	80
5.3.3. Roteirização	84
6. Análise dos resultados	87
6.1. Indicadores de desempenho e de nível de serviço	88
6.1.1. Quilograma entregue por quilometro rodado.....	88
6.1.2. Número de visitas por viagem	89
6.1.3. Ponto de reposição	91
6.1.4. Desempenho por veículo.....	92
7. Considerações finais	94
7.1. Conclusão	94
7.2. Propostas para trabalhos futuros	96
8. Referências bibliográficas	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Distância Euclideana entre os pontos A e B	19
Figura 02 – Distância Retangular entre os pontos A e B.....	20
Figura 03 – Roteamento de veículo ao longo de faixas de largura	25
Figura 04 – Fluxo de distribuição do GLP	44
Figura 05 – Fluxo dos Macro-Processos	49
Figura 06 – Evolução do consumo	58
Figura 07 – Cadastro de estabelecimento (SAD - SULGAS)	71
Figura 08 – Cadastro de clientes (SAD - SULGAS)	72
Figura 09 – Cadastro de áreas (SAD - SULGAS)	73
Figura 10 – Cadastro de instalações (SAD - SULGAS)	75
Figura 11 – Cadastro de veículos (SAD - SULGAS)	76
Figura 12 – Cadastro de funcionários (SAD - SULGAS)	77
Figura 13 – Registro dos retornos de viagens (SAD - SULGAS)	79
Figura 14 – Consulta de abastecimentos e níveis (SAD - SULGAS)	80
Figura 15 – Sugestões de viagens (SAD - SULGAS).....	81
Figura 16 – Planejamento de viagens (SAD - SULGAS).....	83
Figura 17 – Relação de trajetos de destino (SAD - SULGAS).....	84
Figura 18 – Relação de trajetos de origem (SAD - SULGAS)	85
Figura 19 – Resumo operacional por estabelecimento (SAD - SULGAS).....	89
Figura 20 – Comparativo performance pstablelecimento (SAD - SULGAS) ..	90
Figura 21 – Resumo histórico instalação (SAD - SULGAS)	92
Figura 22 – Resumo Operacional por Frota (SAD - SULGAS).....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Estabelecimentos	70
Tabela 02 – Clientes	71
Tabela 03 – Áreas	72
Tabela 04 – Instalações	74
Tabela 05 – Veículos.....	76
Tabela 06 – Funcionários	77