

**Pontifícia Universidade Católica**  
do Rio de Janeiro



**Vitor José Azevedo Marques**

**Um método heurístico de distribuição. Estudo  
de caso: distribuição de sementes a partir de  
um Centro de Distribuição**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-  
Graduação em Logística do Departamento de  
Engenharia Industrial da PUC – Rio

Orientador: Professor José Eugênio Leal

Rio de Janeiro  
Setembro de 2007



**Vitor José Azevedo Marques**

**Um método heurístico de distribuição. Estudo  
de caso: distribuição de sementes a partir de  
um Centro de Distribuição**

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

**Prof. José Eugênio Leal**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Professora Maria Cristina Fogliatti de Sinay**

IME

**Professor Nélio Pizzolato**

PUC-Rio

**Professor José Eugênio Leal**

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

Rio de Janeiro, 24 de setembro de 2007.

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

## Vitor José Azevedo Marques

Graduou-se em Engenharia de Produção pela UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) em 1999 e MBA em Logística pela FGV (Fundação Getúlio Vargas – Rio) em 2001. Atualmente é sócio diretor da Visagio, empresa de consultoria com forte atuação na área de Engenharia de Gestão. Sua carreira profissional sempre foi focada nas áreas de Logística e *Supply Chain*. Trabalhou por 5 anos no Grupo Wilson, Sons participando da implementação da divisão de operações logísticas do grupo, por 2 anos no Centro de Estudos em Logística (CEL/COPPEAD) participando de vários projetos, pesquisas e treinamentos e por 4 anos na Hermes, empresa do segmento de venda direta onde foi gerente de distribuição da empresa.

### Ficha Catalográfica

.Marques, Vitor José Azevedo

Um método heurístico de distribuição : um estudo de caso: distribuição de sementes a partir de um centro de distribuição / Vitor José Azevedo Marques ; orientador: José Eugênio Leal. – 2007.

102 f. : il. (col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Logística. 3. Transporte. 4. Distribuição. 5. Heurística. I. Leal, José Eugênio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Aos meus pais, incentivadores contumazes, por terem desde cedo me orientado na direção de uma sólida formação acadêmica.

Aos meus irmãos, companheiros de conquistas, por termos aproveitado de forma inteligente toda a energia que nossos pais canalizaram para a nossa formação.

A Alynne Karla Mathias Netto, minha esposa, por entender a importância desta conquista e me apoiar nos momentos mais difíceis desta caminhada.

## Agradecimentos

Ao orientador, Prof. José Eugênio Leal pela ajuda e compreensão em me orientar em meio a um novo desafio profissional e a rotina imposta pela vida profissional.

Aos diretores da Wilson, Sons, em especial ao Srs. Sergio Garcia e Luiz Sérgio Fisher pelo incentivo e patrocínio deste mestrado.

## Resumo

Marques, Vitor José Azevedo, Leal, José Eugênio (Orientador). **Método heurístico de distribuição. Estudo de caso: distribuição de sementes a partir de um Centro de Distribuição.** Rio de Janeiro, 2007. 102p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho faz reflexões sobre como é possível avançar na melhoria do gerenciamento de transporte, especificamente em relação às decisões mais operacionais, como a roteirização, através de métodos heurísticos simples e já difundidos na literatura. Utilizando um estudo de caso, é possível apresentar os benefícios da mudança de um método empírico de roteirização, totalmente baseado nos conhecimentos tácitos, para a aplicação de um método de criação de áreas de entregas e definição de rotas fixas de forma empírica. Além desta análise, o trabalho também apresenta a aplicação de um método dinâmico de roteirização utilizando o método de Clarke e Wright. Da comparação dos resultados obtidos surgem sugestões de criação de rotinas e ferramentas para aplicação do método, de forma consistente e definitiva, na operação da empresa do estudo de caso.

## Palavras-chave

Logística, Transporte, Distribuição e Heurística

## Abstract

Marques, Vitor José Azevedo, Leal, José Eugênio (Advisor). **A heuristic method of distribution. Study of case: seeds distribution from a DC.** Rio de Janeiro, 2007. 102p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial. Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In this research some considerations are made about the possibility of improving making the transportation management, specifically in operations decisions, like routing vehicles, using simple and well known heuristic methods mentioned in the literature. Using a case study, it is possible to show the benefits of changing an empirical routing method based on implicit knowledge towards an empirical application using fixed routes. In addition, is applied a dynamic routing method: the Clarke and Wright's Method. Results are compared, and after that are recommended routine and tools development to use this application method, consistent and emphatically, in the company case study operation.

## Keywords

Logistics, Transportation, Distribution and Heuristics

# Sumário

<b>1. Introdução</b>	13
1.1. Justificativa	16
1.2. Objetivo geral	17
1.3. Objetivos específicos	18
1.4. Metodologia de trabalho	19
1.5. Estrutura do trabalho	20
1.6. Limitações do estudo	21
<b>2. Logística</b>	22
2.1. Definição de logística	22
2.2. Evolução da logística para a integração das funções logísticas: a logística integrada	24
2.3. A função de transporte no contexto da logística integrada	27
2.4. As principais decisões associadas à função de transporte	29
2.5. A rede logística	31
<b>3. Problemas de roteirização</b>	35
3.1. Conceitos e parâmetros do problema básico de roteirização	38
3.2. Classificação do problema de roteirização segundo alguns autores	41
3.2.1. Aspectos de roteirização segundo Bodin	41
3.2.2. Aspectos de roteirização segundo Assad	45
3.2.3. Aspectos de roteirização segundo Clark e Wright	46
3.2.4. Aspectos de roteirização segundo Koskosidis e Powell	50
3.2.5. Aspectos de roteirização segundo Salhi e Rand	53
3.2.6. Aspectos de roteirização segundo Ballou	56
<b>4. Estudo de caso</b>	64
4.1. A importância da agroindústria para o Brasil	67
4.2. A empresa	68
4.3. Os resultados capturados através do método de rotas fixas	78
4.4. Aplicação da ferramenta <i>logware</i> no estudo de caso	80
<b>5. Apresentação e análises dos resultados</b>	90
5.1. Apresentação dos resultados	90
5.2. Análises	93
<b>6. Conclusões e recomendações</b>	98
6.1. Recomendações	99
<b>Referências bibliográficas</b>	100



## Lista de Figuras

Figura 1 - Agrupamento das principais decisões de transporte aos períodos de planejamento – marques (2002)	15
Figura 2 – Figura esquemática dos componentes de um sistema logístico	25
Figura 3 – Figura representativa das potenciais origens do SCM.	27
Figura 4 – Representação da relação entre as áreas funcionais com o conceito de logística integrada, segundo Fleury (2000)	28
Figura 5 – Representação das principais decisões de transporte no contexto da logística integrada, segundo marques (2002)	30
Figura 6 – Exemplo de paradas boas e ruins (Ballou, 2001).	36
Figura 7 – Formulação do problema de Clarke e Wright	48
Figura 8 – Formulação do problema de <i>capacitated clustering problem</i> , segundo Koskosidis e Powell (1992)	52
Figura 9 – Cálculo do benefício do método alterado de Clarke e Wright por um índice $\alpha$ no fator de redução do benefício	54
Figura 10 – Esquema de representação teórica para o impacto do índice $\alpha$ aplicado na fórmula do cálculo do benefício do método alterado de Clarke e Wright	55
Figura 11 – Exemplo de problema para aplicação do método da rota mais curta	57
Figura 12 – Conceito do cálculo do benefício para o método das economias	62
Figura 13 – Perfil de distribuição	71
Figura 14 - Tela de acesso às ferramentas do <i>logware</i> . no centro da tela pode ser notado um botão de nome <i>Router</i> utilizada para realizar a roteirização	85
Figura 15 – Tela de abertura do sistema <i>Router</i> do pacote <i>logware</i> com a descrição de cada um dos inputs necessários	86
Figura 16 - Perfil da base de dados importada pela ferramenta <i>Router</i>	86
Figura 17 – Padrão de relatório de saída do <i>Router</i>	87
Figura 18 – Exemplo de mapa gerado pelo <i>Router</i>	88
Figura 19 - Rotas geradas pelo <i>Router</i> para o dia 10 de novembro	95
Figura 20 - Rotas geradas pelo <i>Router</i> para o dia 08 de outubro	95

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de transporte de carga e valores dos fretes médios em Us\$/1000. Ton.km – Fleury (2002)	14
Tabela 2 - Tabela com valores de frete rodoviário praticados por empresas – Coelho Lima (2006)	16
Tabela 3 – Aplicação do método da rota mais curta para resolução do problema proposto na figura 11.	58
Tabela 4 – Tipos de veículos	71
Tabela 5 – Parte da tabela de associação entre os municípios e seus clusters a cada período	78
Tabela 6 – Tabela com as datas que servirão de referência para comparação	83
Tabela 7 - Tabela com parte dos dados utilizados para realizar a regressão apresentada no gráfico 8	89
Tabela 8 - Dados agregados das comparações entre os modelos	93

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Representação de uma curva teórica de custo total. cada um dos custos possui uma natureza distinta e uma influência também distinta na composição da curva de custo total – Ballou (2001).	32
Gráfico 2 – Representação do custo por tipo de veículo por faixa média de distância	73
Gráfico 3 – Representação do perfil de atuação de cada tipo de veículo em função da faixa de distância	74
Gráfico 4 - Sazonalidade da operação da marques <i>distribution seeds</i>	77
Gráfico 5 – Comparação da alteração do mix da frota	79
Gráfico 6 - Variação do volume de entrega por região	83
Gráfico 7 – Participação percentual dos períodos no volume total distribuído	84
Gráfico 8 – Representação da correlação entre a distância real e a distância cartesiana	89
Gráfico 9 – Capacidade por tipo de veículo e o custo referenciado em relação ao veículo “tipo 4”	91
Gráfico 10 – Total de veículos utilizados nos 10 dias analisados	91
Gráfico 11 – Análise da capacidade de transporte utilizada em cada modelo – taxa de utilização da frota	92
Gráfico 12 – Dados comparativos de desempenho de cada um dos métodos	96
Gráfico 13 – Comparativo percentual entre os indicadores do modelo de Clarke e Wright e de rotas fixas	97

“De súbito, o trem penetrou terras coléricas... O resmungão dos ermos não titubeava diante dos trechos difíceis das encostas. Engolia-os a cada metro. Curvas emendavam-se umas às outras, tal cobra fustigada sob vara de marmelo. Outras vezes, transmudava-se em dragão indócil e solitário, bicho estranho e zangado liberado pela gare.”

Antônio Kleber Mathias Netto, *À Sombra do Barbaquá*, 2005.