



Élton Oliveira Rodrigues

**Custo Mínimo e o Ponto de Substituição de
Equipamentos Logísticos**

**Uma proposta de aplicação à frota de veículos de
transporte de cargas do Exército Brasileiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Logística
pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia
Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Nélio Domingues Pizzolato, PhD.

Rio de Janeiro, Abril de 2004.



Élton Oliveira Rodrigues

Custo Mínimo e o Ponto de Substituição de Equipamentos Logísticos

Uma proposta de aplicação à frota de veículos de transporte de cargas do Exército Brasileiro

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Logística pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Nélio Domingues Pizzolato

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial
PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Departamento de Engenharia Industrial
PUC-Rio

Prof. Luiz Felipe R. R. Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial
PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico
PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de abril de 2004.

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

Élton Oliveira Rodrigues

Graduou-se em Administração, em 1992 e em Ciências Contábeis, em 1993 pelo CSCSVV-ES (Faculdade de Ciências Humanas). Cursou Gestão e Tecnologia da Informação na FGV - Rio de Janeiro. Atualmente exercendo a função de auditoria e de controle interno no Comando da 1ª Região Militar custos aplicados à Logística.

Ficha Catalográfica

Rodrigues, Élton Oliveira

Custo mínimo e o ponto de substituição de equipamentos logísticos / Élton Oliveira Rodrigues ; orientador: Nélio Domingues Pizzolato. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2004.

197 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. Custo mínimo. 3. Substituição de equipamentos. 4. Transporte rodoviário. 5. Frota de veículos. 6. Logística. I. Pizzolato, Nélio Domingues. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Para minhas filhas, Isabelle e Larise,
com carinho.

Agradecimentos

A Deus, por ter me conduzido à mais esta empreitada, e por me estender suas mãos nos momentos mais difíceis desta minha jornada.

Aos meus pais, pela oportunidade única de estar vivendo este curto momento na vida terrena.

À Bianca, minha namorada, pelo seu carinho, amor e compreensão pelas horas de estudo tomadas do seu convívio.

Às minhas filhas, as pequenas Isabelle e Larise, pela inspiração que me dão em cada dia vivido.

Ao meu orientador o Professor Nélio Domingues Pizzolato, PhD, por sua incansável paciência e sinceridade nas orientações dos caminhos a serem seguidos neste estudo.

Aos professores da PUC-Rio, pela oportunidade de galgar mais este importante degrau de minha vida.

Ao Exército Brasileiro pela oportunidade de possibilitar a realização da pesquisa.

Aos funcionários da PUC-Rio, pelo apoio prestado.

Resumo

Rodrigues, Élton Oliveira; Pizzolato, Nélio Domingues. **Custo Mínimo e o Ponto de Substituição de Equipamentos Logísticos - Uma proposta de aplicação à frota de veículos de transporte de cargas do Exército Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2004, 133p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Esta dissertação apresenta um estudo sobre os custos que incidem sobre o transporte rodoviário de cargas e como estes determinam o melhor momento econômico para a substituição dos equipamentos de transporte. O problema é relevante para a organização militar, cujo principal objetivo é a execução da logística para o Exército. A modelagem matemática foi baseada na coleta de dados na organização militar e no Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI). O desenvolvimento do modelo que inclui equações matemáticas foi amparado pela bibliografia pesquisada e nos dados coletados no sistema federal SIAFI. Para a avaliação dos dados foram utilizadas planilhas eletrônicas do Microsoft Excel para se calcular apropriadamente os resultados. Os veículos considerados são utilizados em cinco grandes eixos de deslocamento dentro do território nacional. Estes veículos foram divididos em quatro categorias de acordo com o peso bruto total. Quando o modelo apresentou médio ou fraco grau de correlação múltipla (R^2), outras funções matemáticas foram buscadas para melhorar o grau de correlação. Os resultados são mostrados de modo analítico e por meio de tabelas e gráficos com valores expressos em unidades monetárias em função do tempo de uso dos veículos.

Palavras-chave

Custo Mínimo, Substituição de equipamentos, Transporte rodoviário, Frota de veículos, Logística.

Abstract

Rodrigues, Élton Oliveira; Pizzolato, Nélio Domingues. **Minimum Cost and the Point of Substitution of Logistics Equipment - An Application Proposal to the Freight Transportation Vehicles Fleet of Brazilian Army**. Rio de Janeiro, 2004, 133p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation presents a study about all the costs that fall upon the freight transportation in order to determine the best economic moment to replace transportation equipments. The problem is relevant to the military organization, whose main objective is the execution of logistics for the Army. The mathematical modeling was based on data collect in the military organization and in the Federal System Financial Administration (SIAFI). The development of the model wich includes mathematical equations was supported by bibliography research and data collected in the SIAFI federal system. For the evaluation of the data has used electronic spread sheets of Microsoft Excel was used for the calculation and the fitting of the results. The vehicles considered are used in five large axels of displacements along the national territory. These vehicles have been divided in four categories according to its total gross weight. When the model presented a medium or weak degree of multiple correlation (R^2), others mathematical functions have been searched in order to improve the correlation degree. Results are shown in an analytical way and through tables and graphs wich express values in monetary terms as a time function of use of the vehicles.

Key Words

Minimum cost, Equipments substitution, Freight transportation, Vehicles fleet, Logistics.

“Nossa missão é aprender, é fazer-nos à semelhança de Deus por meio do conhecimento. Sabemos tão pouco... Pelo conhecimento nos aproximamos de Deus, e então podemos repousar. Depois, retornamos para ensinar os outros e ajudá-los.”

Brian Weiss, A divina sabedoria dos mestres

Sumário

1. Introdução	20
1.1 A Visão da Logística	20
1.2. Definição do Problema	22
1.3 Objetivos	24
1.4. Delimitações da Pesquisa	25
1.5. Principais Dificuldades Encontradas	28
1.6. Importância do Estudo	29
1.7. Estrutura da Dissertação	29
2. A Logística Integrada	31
2.1. Princípios Básicos de Logística	31
2.2. Visão Geral	35
2.3. A Integração da Cadeia de Suprimentos pela Logística	37
3. Conceito de Custos no Processo Logístico	44
3.1. Introdução	44
3.2. Terminologia Contábil em Custos	46
3.2.1. O Conceito de Gasto	46
3.2.2. O Conceito de Desembolso	47
3.2.3. Os Tipos de Gastos	47
3.2.3.1. Investimento	48
3.2.3.2. Custo	48
3.2.3.3. Despesa	49
3.2.4. O Conceito de Perda	49
3.3. O Conceito dos Diferentes Tipos de Custos	50
3.3.1. Custos Diretos e Indiretos	50
3.3.2. Custo Direto	51
3.3.3. Custo Indireto	52
3.3.4. Custo Fixo	52
3.3.5. Custo Variável	54
3.3.6. Custo Médio	56
3.4. Custo Total	57
3.5. Determinando o Custo de Transporte	59
3.5.1. Determinando os Custos Fixos	59
3.5.1.1. Custo de Capital	59
3.5.1.2. Desvalorização do Equipamento	61
3.5.1.3. Despesas com Licenciamento, IPVA e Seguro Obrigatório	63
3.5.1.4. Despesas com Salários de Motoristas	64
3.5.2. Determinando Custos Variáveis	64
3.5.2.1. Custo de Manutenção	64
3.5.2.2. Custos com Óleos e Lubrificantes de Partes Móveis	65
3.5.2.3. Custos com Pneumáticos, Câmaras e Recapagens	66
3.6. Atualização do Padrão Monetário	66
3.7. O Ponto de Substituição para os Equipamentos Logísticos	68
4. Material e Métodos	73
4.1. Importância do Modal Rodoviário	73
4.1.1. Importância de um Modelo Quantitativo para Decisões de Substituição	75
4.2. Material	76
4.2.1. O Estabelecimento Central de Transportes - Origens Históricas	76
4.2.2. Missão e Finalidade	77
4.2.3. A Busca da Eficiência Tecnológica	78
4.2.4. Itinerários Percorridos	79

4.2.5. Frota Avaliada	80
4.2.5.1 Veículos Médios (PBT de 10 a 15 Toneladas)	81
4.2.5.2. Veículos Semi-Pesados (PBT de 15 Toneladas até 45 Toneladas)	82
4.3. Coleta de Dados	82
4.4. Métodos	83
4.4.1. Tratamento dos Dados para Elaboração dos Custos Relativos à Manutenção dos Veículos	84
4.4.1.1. Considerações	84
4.4.1.2. Custos Relacionados à Operação Analisados	85
4.4.1.2.1. Custos de Operação	85
4.4.1.2.2. Outros Custos	86
5. Critérios para Análise dos Resultados	87
5.1. Introdução	87
5.2. Custos Médios	87
5.2.1. Custo Médio Anual de Capital	87
5.2.2. Custo Médio de Manutenção	88
5.2.3. Custos Fixos	88
5.2.4. Custo Médio por Quilômetro Rodado	88
5.3. Atualização do Padrão Monetário	89
5.4. Tempo Médio de Substituição do Veículo	89
5.5. Estatísticas na Avaliação dos Dados	90
5.5.1. Média Aritmética Média ($Média = \bar{X}$)	90
5.5.2. Desvio-Padrão de uma População ($Dpad = \sigma$)	90
5.5.3. Coeficiente de Variação (CV)	91
5.6. O Modelo Matemático de Prospecção	91
6. Análise do Comportamento dos Custos (Fixos e Variáveis)	94
6.1. Caminhões Médios	94
6.1.1. Subgrupo I - Veículos Médios (PBT de 10 a 12 Toneladas)	94
6.1.2. Subgrupo II - Veículos Médios (PBT de 13 a 15 Toneladas)	99
6.2. Caminhões Semi-Pesados	101
6.2.1. Subgrupo III - Veículos Semi-Pesados (PBT de 15 a 20 Toneladas)	101
6.2.2. Subgrupo IV - Veículos Semi-Pesados (PBT de 25 a 30 Toneladas)	103
7. Análise dos Resultados	108
7.1. Resultados Encontrados	108
7.2. Análise dos Resultados	111
7.2.1. Subgrupo I - Veículos Médios (PBT de 10 a 12 Toneladas)	111
7.2.2. Subgrupo II - Veículos Médios (PBT de 13 a 15 Toneladas)	118
7.2.3. Subgrupo III - Veículos Médios (PBT de 15 a 20 Toneladas)	121
7.2.4. Subgrupo IV - Veículos Médios (PBT de 25 a 30 Toneladas)	124
8. Conclusão	132
9. Referências Bibliográficas	136
Apêndice	140

Índice de tabelas

Tabela 1: Intervalos Numéricos Considerados para Classificação dos Graus de Aderência do Coeficiente de Correlação Múltipla (R^2).	93
Tabela 2: Resultados Encontrados na Avaliação dos Veículos Componentes da Frota.	109
Tabela 3: Equações Matemáticas Encontradas para os Modelos de Prospecção do Custo Médio Anual de Manutenção Ajustado e do Custo por Quilômetro Rodado Ajustado.	110
Tabela 4: Investimento Inicial nos Veículos Avaliados do Estabelecimento Central de Transportes.	111
Tabela 5: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	141
Tabela 6: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	142
Tabela 7: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	143
Tabela 8: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	144
Tabela 9: Custo Anual de Operação para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	145
Tabela 10: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	146
Tabela 11: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Frigorífico Ford C-1415, Ano de Fabricação 1995.	147
Tabela 12: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Frigorífico Ford C - 1415, Ano de Fabricação 1995.	148
Tabela 13: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Frigorífico Ford C - 1415, Ano de Fabricação 1995.	149
Tabela 14: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Frigorífico Ford C - 1415, Ano de Fabricação 1995.	150
Tabela 15: Custo Anual de Operação para Caminhão Frigorífico Ford C – 1415, Ano de Fabricação 1995.	151
Tabela 16: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Frigorífico Ford C - 1415, Ano de Fabricação 1995.	151
Tabela 17: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	152
Tabela 18: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	153
Tabela 19: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	154
Tabela 20: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	155
Tabela 21: Custo Anual de Operação para Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	156
Tabela 22: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Frigorífico Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	156
Tabela 23: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	157
Tabela 24: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	158
Tabela 25: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o	

Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	159
Tabela 26: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	160
Tabela 27: Custo Anual de Operação para o Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	161
Tabela 28: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1993.	161
Tabela 29: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	162
Tabela 30: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	163
Tabela 31: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	164
Tabela 32: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	165
Tabela 33: Custo Anual de Operação para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	166
Tabela 34: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Truck Mercedes Benz 2014 Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	166
Tabela 35: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	167
Tabela 36: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	168
Tabela 37: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	169
Tabela 38: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	170
Tabela 39: Custo Anual de Operação para o Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	171
Tabela 40: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	171
Tabela 41: Custo Médio Anual de Capital para o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	172
Tabela 42: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	173
Tabela 43: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	174
Tabela 44: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	175
Tabela 45: Custo Anual de Operação para o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	176
Tabela 46: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caval Mecânico Scania R – 142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	177
Tabela 47: Custo Médio Anual de Capital para o Caval Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	178
Tabela 48: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caval Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	179
Tabela 49: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caval Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	180
Tabela 50: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caval	

Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	181
Tabela 51: Custo Anual de Operação para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	182
Tabela 52: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 1934, Ano de Fabricação 1990.	182
Tabela 53: Custo Médio Anual de Capital para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	183
Tabela 54: Custo Médio Anual de Manutenção para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	184
Tabela 55: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	185
Tabela 56: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	186
Tabela 57: Custo Anual de Operação para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	187
Tabela 58: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Cavallo Mecânico Mercedes Benz LS 2635, Ano de Fabricação 1995.	187
Tabela 59: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	188
Tabela 60: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	189
Tabela 61: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	190
Tabela 62: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	191
Tabela 63: Custo Anual de Operação para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	192
Tabela 64: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1996.	192
Tabela 65: Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	193
Tabela 66: Custo Médio Anual de Manutenção para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	194
Tabela 67: Custo Médio Anual Total e Custo por Quilômetro Rodado para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	195
Tabela 68: Resultado Otimizado para a Idade de Substituição do Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	196
Tabela 69: Custo Anual de Operação para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	197
Tabela 70: Estatísticas do Custo Total Anual de Operação para o Caminhão Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	197

Índice de gráficos

Gráfico 1: Intervalos Numéricos para Determinação do Grau de Aderência para os valores do R^2 .	93
Gráfico 2: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	95
Gráfico 3: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	96
Gráfico 4: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caminhão Frigorificado Ford C-1415, Ano de Fabricação 1995.	97
Gráfico 5: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caminhão Frigorificado Ford C - 1415, Ano de Fabricação 1995.	98
Gráfico 6: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caminhão Frigorificado Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	99
Gráfico 7: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caminhão Frigorificado Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1995.	100
Gráfico 8: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caminhão Baú Volkswagen 14-150, Ano de Fabricação 1996.	101
Gráfico 9: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caminhão Baú Volkswagen 14 - 150, Ano de Fabricação 1996.	102
Gráfico 10: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	103
Gráfico 11: Quilometragem Anual percorrida pelo Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 14 Ton, Ano de Fabricação 1988.	104
Gráfico 12: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção ao Caminhão Truck com Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	105
Gráfico 13: Quilometragem Anual percorrida pelo Caminhão Truck com Baú Volkswagen 16-220, Ano de Fabricação 1991.	106
Gráfico 14: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caval Mecânico Scania R-142 EW 6X4, Ano de Fabricação 1987.	112
Gráfico 15: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caval Mecânico Scania R - 142 EW 6 X 4, Ano de Fabricação 1987.	113
Gráfico 16: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caval Mecânico Mercedes-Benz LS -1934, Ano de Fabricação 1990.	114
Gráfico 17: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caval Mecânico Mercedes-Benz LS -1934, Ano de Fabricação 1990.	115
Gráfico 18: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caval Mecânico Mercedes-Benz LS-2635, Ano de Fabricação 1995.	116
Gráfico 19: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caval Mecânico Mercedes BenzLS - 2635, Ano de Fabricação 1995.	117
Gráfico 20: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caval Mecânico Mercedes Benz LS-1935, Ano de Fabricação 1996.	119
Gráfico 21: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caval Mecânico Mercedes Benz LS-1935, Ano de Fabricação 1996.	119
Gráfico 22: Comportamento dos Custos Relativos à Manutenção do Caval Mecânico Mercedes Benz LS-1935, Ano de Fabricação 1998.	120
Gráfico 23: Quilometragem Anual Percorrida pelo Caval Mecânico Mercedes Benz LS - 1935, Ano de Fabricação 1998.	122
Gráfico 24: Comportamento da Curva do Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 10 Ton, Ano	

de Fabricação 1988.	122
Gráfico 25: Resultados dos Comportamentos da Curvas de Custo Médio Anual de Manutenção e de Custo Médio Anual de Manutenção Ajustado, do Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	123
Gráfico 26: Determinação do Tempo Ótimo de Substituição do Caminhão Truck Mercedes Benz L 2014 com Baú 10 Ton, Ano de Fabricação 1988.	125
Gráfico 27: Comportamento da Curva do Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Frigorificado Ford C-1415, Ano de Fabricação 1995.	126
Gráfico 28: Resultados dos Comportamentos das Curvas de Custo Médio e de Custo Médio Anual de Manutenção Ajustado, do Caminhão Frigorificado Ford C-1415, Ano de Fabricação 1995.	127
Gráfico 29: Determinação do Tempo Ótimo de Substituição do Caminhão Frigorificado Ford C-1415, Ano de Fabricação 1995.	128
Gráfico 30: Comportamento da Curva do Custo Médio Anual de Capital para o Caminhão Frigorificado Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1985.	129
Gráfico 31: Resultados dos Comportamentos da Curva de Custo Médio e de Custo Médio Anual de Manutenção Ajustado, do Caminhão Frigorificado Mercedes Benz 1418, Ano de Fabricação 1985.	130
Gráfico 32 – Comparativo dos Graus de Correlação Múltipla (R^2) das funções obtidas com o estudo.	131

Índice de Figuras

Figura 1:Tela de Abertura do Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI).	27
Figura 2: A Cadeia de Suprimentos.	37
Figura 3: A Integração Logística.	38
Figura 4: Negócios Logísticos, Aproximações Alternativas para a Gestão da Logística Integrada.	39
Figura 5: Visão Genérica da Cadeia de Suprimentos Imediata para uma Empresa.	40
Figura 6: A Integração da Cadeia de Abastecimento.	41
Figura 7: Comportamento do Custo Fixo em Relação ao Número de Unidades Vendidas ou Produzidas	54
Figura 8: Comportamento do Custo Variável em Relação ao Número de Unidades Vendidas ou Produzidas.	55
Figura 9: Visão do Custo Total.	58
Figura 10: Determinação do Custo Total.	58
Figura 11: Comboio do ECT em Ordem de Marcha.	78
Figura 12: Sistema de Rastreamento de Viaturas por Satélite em Operação na sede do ECT.	79

Índice de Quadros

Quadro 1: Cadeia de Abastecimento Tradicional X Cadeia de Abastecimento Integrada.	43
Quadro 2: Exemplos de Objetos de Custo.	51
Quadro 3: Exemplos de Classificações Simultâneas entre Custos Diretos / Indiretos e Variáveis / Fixos.	56
Quadro 4: Vida Útil de Bens de Acordo com a IN/SRF Nº 72/1984.	62
Quadro 5: Evolução do Padrão Monetário Brasileiro de 1833 até os dias de hoje.	67
Quadro 6: Matriz de Transportes Brasileira.	74
Quadro 7: Composição da Frota Nacional de Veículos.	74
Quadro 8: Frota do Estabelecimento Central de Transporte em Março de 2003.	81
Quadro 9: Veículos Médios (PBT de 10 a 12 toneladas). Frota existente em Março de 2003.	81
Quadro 10: Veículos Médios (PBT de 13 a 15 toneladas). Frota existente em Março de 2003.	82
Quadro 11: Veículos Semipesados (PBT de 15 a 20 toneladas). Frota existente em Março de 2003.	82
Quadro 12: Veículos Semipesados (PBT de 25 a 30 toneladas). Frota existente em Março de 2003.	82

Definição de símbolos

Ano Fab : Ano de Fabricação

C(q): Custo Total

CA: Custo de Capital em \$/ano

CF: Custos Fixos

CFC : Conselho Federal de Contabilidade

CFM (q): Custo Fixo médio em função da quantidade produzida,

CV (q): Custo Variável Total em função da quantidade produzida

CV : Coeficiente de Variação

CVM (q): Custo Variável Médio em função da quantidade produzida,

Dpad (σ) : Desvio-padrão

ECT : Estabelecimento Central de Transportes

FRC : Fator de Recuperação de Capital

FRC: Fator de Recuperação de Capital

FVP : Fator de Valor Presente

GF : Guia de Fornecimento

GR : Guia de Remessa

GTN : Rede global de transporte

i : Taxa de Juros

IGP-DI: Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna

IOF : Imposto sobre Operação Financeira

IPVA : Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

Km : Quilômetros

M³ : Metros cúbicos

Max : Valor máximo de um conjunto de dados

Média (\bar{X}) : Média aritmética

Min : Valor mínimo de um conjunto de dados

n: Vida Útil do Equipamento

n₁ : Número de Padrões Monetários Ocorridos.

n₂ : Tamanho da População

n_3 : Tamanho da população finita

OM : Organização Militar

OS : Ordem de Serviço

P: Investimento Inicial

PBT : Peso Bruto Total

PDR : Processo de Despesa Realizada

q : Quantidade Produzida de um determinado bem.

R: Valor Residual

R^2 : Coeficiente de Correlação Múltipla.

SEF : Secretaria de Economia e Finanças

SIAFI : Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal

SQE : Soma do Quadrado dos Erros

STQ : Soma Total dos Quadrados

Ton : Tonelada

USTRANSCOM: Comando de Transportes das Forças Armadas dos EUA

Vol : Volume

x : Valor a ser Ajustado Monetariamente,

x_i : Número Considerado

% Despesa Total: Porcentagem da Despesa Total