

**AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÃO DE SEQUENCIAMENTO DE
ENTREGAS DE UM OPERADOR LOGÍSTICO DA REGIÃO
METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

FERNANDO FERREIRA GRILLO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
SETEMBRO-2015

**AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÃO DE SEQUENCIAMENTO DE
ENTREGAS DE UM OPERADOR LOGÍSTICO DA REGIÃO
METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

FERNANDO FERREIRA GRILLO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na área de Pesquisa Operacional.

Orientadora: Prof^a Jacqueline Magalhães Rangel Cortes Barbirato, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
SETEMBRO-2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CTT/UENF 72/2015

Grillo, Fernando Ferreira

Auxílio à tomada de decisão de sequenciamento de entregas de um operador logístico da da Região Metropolitana do Rio de Janeiro / Fernando Ferreira Grillo. - Campos dos Goytacazes, 2015.

161 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual da Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia de Produção. Campos dos Goytacazes, 2015.

Orientador: Jacqueline Magalhães Rangel Cortes Barbirato.

Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Bibliografia: f. 151-157.

1. LOGÍSTICA EMPRESARIAL 2. SEQUENCIAMENTO DE ENTREGAS
3. ELECTRE III 4. ZONEAMENTO 5. CEP 6. AMD 7. ENTREGA DE
MERCADORIAS - RIO DE JANEIRO, REGIÃO METROPOLITANA DO (RJ)
8. DISTRIBUIÇÃO FÍSICA I. Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia
de Produção II. Título

CDD 658.788

AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÃO DE SEQUENCIAMENTO DE ENTREGAS DE UM OPERADOR LOGÍSTICO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

FERNANDO FERREIRA GRILLO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na área de Pesquisa Operacional.

Aprovada em 23 de Setembro de 2015

Jacqueline Magalhães Rangel Cortes Barbirato, D.Sc.
UENF – CCT – LEPROD

Carlos Leonardo Ramos Póvoa, D.Sc.
FIRPAN Comércio de Alimentos Ltda

Geraldo Galdino de Paula Junior, D.Sc.
UENF – CCT – LEPROD

Henrique Rego Monteiro da Hora, D.Sc.
Instituto Federal Fluminense

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
SETEMBRO-2015

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho a meus pais, Irineu e Laudicelia que me conduziram num bom caminho. A minha esposa Luciana, pelo apoio de sempre. E as minhas filhas Anna Luiza, Amanda e Helena, pela compreensão em "ceder", um pouco do pai, à ciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Virgem Maria, que me deram força e me fizeram companhia em todos momentos de provações.

A Professora Doutora Jacqueline Magalhães Rangel Cortes Barbirato por confiar no meu comprometimento desde o início, pela forma sempre amigável com que me tratou e pelos seus preciosos ensinamentos que são e sempre serão guardados com especial atenção.

Aos Professores do Mestrado em Engenharia de Produção, de modo muito especial, ao Professor Doutor Geraldo Galdino de Paula Junior, por ter me apresentado uma série de conhecimento, que contribuíram para este trabalho e para minha vida acadêmica e profissional.

Aos Professores Doutores Carlos Leonardo Ramos Póvoa, Geraldo Galdino de Paula Junior e Henrique Rego Monteiro da Hora pela presença na banca examinadora, contribuindo para a melhora deste trabalho.

Aos Amigos Kátia e Rogério, pelo apoio e atenção que sempre me dispensaram para que eu pudesse concluir o mestrado.

A todos os Amigos que fiz durante o mestrado, em especial a Paula B. Machado, Fernando Meruvia, Paulo Mesquita e Raphael Ramos, pelo companheirismo da caminhada.

Ao Sr. Paulo Afonso Rocha proprietário da B&R Logística e a Equipe de Colaboradores, em especial aos Srs. Carlos Silva e Marcos Rodriguez pela acolhida e apoio às pesquisas.

A minha família, meus pais e irmão que torceram pelo meu sucesso, minha esposa amada Luciana e as filhas Anna Luiza, Amanda e Helena que foram o combustível que me tornou capaz de superar cada um dos obstáculos.

A todos um grande e fraterno abraço. Muito Obrigado!

RESUMO

Setor fundamental ao desenvolvimento econômico de um país, a logística deve ser tratada com toda dedicação possível por aqueles que pensam, que através dela, possam produzir soluções aplicáveis ao ambiente no mínimo desafiador e de grandes oportunidades das metrópoles do Brasil. Para tanto, este trabalho propõe a implementação de algumas ferramentas para a melhoria do desempenho de um operador logístico que atua na distribuição física na região metropolitana do Rio de Janeiro. Não utilizada com frequência para sequenciamento das entregas, a Análise de Multicritério à Tomada de Decisão (AMD), através do Método ELECTRE III foi escolhida para sustentar o processamento de um rol de dados que traçam, por assim dizer, o perfil de cada uma das empresas receptoras de mercadorias atendida pelo operador logístico, pois entende-se que boa parte do desempenho do distribuidor vem do desempenho do receptor. Além da escolha do método, foi necessária a reunião de informações que é base para a proposta dos critérios de ordenação, necessários para o funcionamento do método, que na verdade, representam as características que formam o perfil de cada receptor e constroem os sequenciamentos. A viabilização para o uso do Método ELECTRE III, também se deve a proposta, construção e aplicação de um zoneamento geográfico, sustentado por uma série de características demográficas, estruturais e ambientais peculiares à metrópole do Rio de Janeiro. Foram realizadas simulações, com o objetivo de calibrar o sistema e testes operacionais para verificar se realmente o desempenho do objeto de estudo iria obter ganhos de produtividade na sua missão de entregar mercadorias. Por fim, cruzando as informações da empresa e os resultados obtidos, registrou-se melhora de desempenho, com um ganho linear além de 10% de eficiência.

Palavras-Chave: Logística, Distribuição Física, Sequenciamento de Entregas, AMD, ELECTRE III, Zoneamento, CEP.

ABSTRACT

Key sector for economic development of a country, the logistics must be treated with all possible commitment by those who think that through them, can produce applicable solutions to the environment in the least challenging and great opportunities to metropolis Brazil. Therefore, this paper proposes the implementation of some tools to improve the performance of a logistics operator engaged in physical distribution in the metropolitan region of Rio de Janeiro. Not often used for sequencing of deliveries, the Multi Criteria Analysis for Decision Making ELECTRE III was chosen to support the processing of a list of data that map, so to speak, the profile of each of the recipients of Companies goods served by the logistics operator, it means always, much of the distributor performance comes from the receiver's performance. Besides the choice of method is necessary for meeting information that is the basis for the proposed sorting criteria necessary for the functioning of the method, which in fact represent the characteristics that form the profile of each recipient and the build sequencing. The feasibility for using the method ELECTRE III, also due to proposed construction and application of a geographical zoning, supported by a number of demographic, structural, environmental and peculiar relief the metropolis of Rio de Janeiro. Simulations were performed, as in order to calibrate the system and operational tests to verify that really the subject matter of performance would achieve productivity gains in its mission to deliver goods. Finally, crossing the company information and the results obtained, there was improvement in performance, with a linear gain of more than 10 % efficiency.

Keywords: Logistics, Physical Distribution, Sequencing Deliveries, MCDA, ELECTRE III, Zoning, Zip Code.

Conteúdo

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | Introdução | 22 |
| 1.1 | Contextualização | 23 |
| 1.2 | Objeto de Estudo | 24 |
| 1.3 | O Problema da Pesquisa | 26 |
| 1.4 | Objetivos do Estudo | 26 |
| 1.4.1 | Objetivo Geral | 26 |
| 1.4.2 | Objetivos Específicos | 26 |
| 1.5 | Hipóteses | 27 |
| 1.6 | Justificativa | 27 |
| 1.7 | Estruturação da Dissertação | 27 |
| 2 | Logística | 29 |
| 2.1 | O que é Logística? | 29 |
| 2.2 | Aquisição | 30 |
| 2.3 | Movimentação | 32 |
| 2.3.1 | Transporte Aéreo | 33 |
| 2.3.2 | Transporte Dutoviário | 34 |
| 2.3.3 | Transporte Aquaviário | 35 |
| 2.3.4 | Transporte Ferroviário | 37 |
| 2.4 | Transporte Rodoviário | 38 |
| 2.4.1 | Operador Logístico | 39 |
| 2.4.2 | Processo de Zoneamento | 40 |
| 2.4.3 | Problemas de Fluxo de Redes | 42 |

| CONTEÚDO | 10 |
|---|-----------|
| 2.4.3.1 Problema do Caminho Mais Curto | 42 |
| 2.4.3.2 Problema do Fluxo Máximo | 42 |
| 2.4.3.3 Problemas de Transporte e Rede de Distribuição | 43 |
| 2.5 Roteirização | 43 |
| 2.5.1 Problemas de Roteirização e Programação de Veículos | 44 |
| 2.5.2 Classificação do Problema de Roteirização e Programação de Veículos | 45 |
| 2.5.2.1 Problema de Roteirização Pura ou Sem Restrições | 45 |
| 2.5.2.2 Problema de roteirização e programação ou Com Restrições | 45 |
| 2.5.2.3 Problema de programação de veículos e tripulações | 46 |
| 2.5.3 Exemplos de Métodos para Problema de Roteirização de Veículos . . | 46 |
| 2.5.4 <i>Software</i> de roteirização | 48 |
| 2.6 Armazenagem | 49 |
| 2.7 <i>Supply Chain Management</i> | 49 |
| 3 Análise Multicritério à Tomada de Decisão | 51 |
| 3.1 Introdução | 51 |
| 3.2 Elementos Gerais de AMD | 52 |
| 3.2.1 Alternativas a_i | 52 |
| 3.2.2 Critérios F | 52 |
| 3.2.3 Tipos de Relação | 53 |
| 3.2.4 Classificação dos Critérios | 53 |
| 3.2.5 Determinação de Pesos dos Critérios | 54 |
| 3.2.6 Definição de Limites | 55 |
| 3.2.7 Matriz Decisão | 55 |
| 3.2.8 Problemática | 55 |
| 3.3 Família ELECTRE | 56 |
| 3.3.1 ELECTRE III | 56 |
| 3.3.1.1 1ª Fase Método Electre III | 57 |
| 3.3.1.2 2ª Fase do Método Electre III | 60 |
| 3.4 Família PROMETHEE | 61 |

| CONTEÚDO | 11 |
|---|-----------|
| 3.4.1 Etapas de Comuns aos Métodos PROMETHEE | 62 |
| 3.4.2 Determinação de Pesos aos Critérios | 62 |
| 3.4.3 Função de Preferência | 62 |
| 3.4.4 Classificação de Critérios | 63 |
| 3.4.4.1 Critério Usual | 63 |
| 3.4.4.2 Quase Critério | 63 |
| 3.4.4.3 Limiar de Preferência | 64 |
| 3.4.4.4 Forma de Níveis | 64 |
| 3.4.4.5 Forma Linear | 65 |
| 3.4.4.6 Forma de Critério Gaussiano | 66 |
| 3.4.5 Intensidade de Preferência do PROMETHEE | 67 |
| 3.4.6 Fluxos de Sobreclassificação | 67 |
| 3.4.7 PROMETHEE I | 68 |
| 3.4.7.1 Preferência P | 68 |
| 3.4.7.2 Indiferença I | 69 |
| 3.4.7.3 Incomparabilidade J | 69 |
| 3.4.8 PROMETHEE II | 69 |
| 3.4.8.1 Preferência P | 69 |
| 3.4.8.2 Indiferença I | 69 |
| 3.5 Escolha do Método | 70 |
| 4 Metodologia | 71 |
| 4.1 A Problemática | 71 |
| 4.1.1 Escolha do Método | 72 |
| 4.1.2 Zoneamento | 72 |
| 4.1.3 Determinação dos Critérios | 73 |
| 4.1.4 Simulações e Testes | 74 |
| 5 Estruturação de Zonas de Distribuição | 75 |
| 5.1 Introdução | 75 |

| CONTEÚDO | 12 |
|--|------------|
| 5.2 O Uso do Cep | 76 |
| 5.2.1 Definição | 76 |
| 5.2.2 Estrutura | 77 |
| 5.2.2.1 Região | 77 |
| 5.2.2.2 SubRegião | 78 |
| 5.2.2.3 Demais Subdivisões do CEP | 78 |
| 5.3 Processo de Zoneamento | 79 |
| 5.3.1 Processo de Zoneamento da Rio de Janeiro | 81 |
| 5.3.2 Processo de Zoneamento de Duque de Caxias | 84 |
| 5.3.3 Processo de Zoneamento em São Gonçalo | 86 |
| 5.3.4 Processo de Zoneamento de Niterói | 88 |
| 5.3.5 Processo de Zoneamento de Nova Iguaçu | 92 |
| 5.3.6 Processo de Zoneamento do Interior do Rio de Janeiro | 94 |
| 5.4 Critérios de Ordenação | 97 |
| 5.4.1 Coleta de Informações | 97 |
| 5.4.1.1 Qualidade da Equipe de Recebimento do Cliente | 99 |
| 5.4.1.2 O Relacionamento entre as equipes de Entrega e Recebi- mento | 99 |
| 5.4.1.3 Agilidade no trato com a Informação - Burocracia | 99 |
| 5.4.1.4 Frequência de Veículos com Prioridade de Descarga | 99 |
| 5.4.1.5 Estrutura Física da Loja | 100 |
| 5.4.1.6 Termino do Horário para Inclusão de NF | 100 |
| 5.4.1.7 Início do Horário para Inclusão de NF | 100 |
| 5.4.1.8 Tamanho da Janela de Tempo para o Transito e Segurança de Veículos de Carga | 100 |
| 5.4.1.9 O Cliente Recebe a NF e Libera o Carro para Realizar Ou- tras Entregas | 100 |
| 5.4.1.10 Peso da Entrega | 101 |
| 5.4.2 Definição dos Pesos dos Critérios | 101 |
| 6 Simulações e Testes | 105 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.1 | Introdução | 105 |
| 6.2 | Simulações | 106 |
| 6.2.1 | Definição do Limites | 106 |
| 6.2.2 | Definição do Limite de Veto | 107 |
| 6.2.3 | Calibragem do Software e Simulações | 107 |
| 6.3 | Testes | 111 |
| 6.3.1 | Teste Preliminar | 111 |
| 6.3.2 | Teste 01 | 112 |
| 6.3.3 | Teste 02 | 114 |
| 6.3.4 | Teste 03 | 115 |
| 6.3.5 | Teste 04 | 117 |
| 6.3.6 | Teste 05 | 118 |
| 6.3.7 | Teste 06 | 119 |
| 6.3.8 | Teste 07 | 121 |
| 6.3.9 | Teste 08 | 122 |
| 6.3.10 | Teste 09 | 124 |
| 6.3.11 | Teste 10 | 125 |
| 6.3.12 | Teste 11 | 126 |
| 6.3.13 | Teste 12 | 129 |
| 6.3.14 | Teste 13 | 132 |
| 6.3.15 | Teste 14 | 133 |
| 6.3.16 | Teste 15 | 135 |
| 6.3.17 | Teste 16 | 137 |
| 6.3.18 | Teste 17 | 138 |
| 6.3.19 | Teste 18 | 142 |
| 6.3.20 | Teste 19 | 143 |
| 6.3.21 | Teste 20 | 145 |
| 6.4 | Resumo dos Testes | 146 |

| | |
|---|------------|
| CONTEÚDO | 14 |
| 7.1 Considerações do Estudo Realizado | 148 |
| 7.2 Considerações Sobre a Empresa | 149 |
| 7.3 Limitações da Pesquisa | 150 |
| 7.4 Sugestões de Aprimoramento e Continuidade do Estudo | 151 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 152 |
| A Questionários | 159 |
| A.1 Questionário de Investigação para os Critérios de Ordenação | 159 |
| A.2 Questionário de Performances do Recebedor | 161 |

Lista de Figuras

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro | 25 |
| 2.1 | Ciclo de Compras | 31 |
| 2.2 | Ciclo De Compras | 31 |
| 2.3 | Carregamento de um <i>Airbus</i> | 34 |
| 2.4 | Oleotudos da Transpetro | 35 |
| 2.5 | Minerioduto | 35 |
| 2.6 | Balsa no Rio São Francisco | 36 |
| 2.7 | Cargueiro Triple-E | 37 |
| 2.8 | Composição da América Latina Logística | 38 |
| 2.9 | Modelo de <i>Cross-docking</i> | 41 |
| 3.1 | Gráfico para Critério Verdadeiro | 54 |
| 3.2 | Gráfico para Semi Critério | 54 |
| 3.3 | Gráfico para Pseudo Critério | 54 |
| 3.4 | Gráfico para Discordância | 60 |
| 3.5 | Gráfico para Critério Usual | 63 |
| 3.6 | Gráfico para Quase Critério | 64 |
| 3.7 | Gráfico para Linear de Preferência | 64 |
| 3.8 | Gráfico para Forma de Níveis | 65 |
| 3.9 | Gráfico para Forma Linear | 66 |
| 3.10 | Gráfico Gaussiano | 66 |
| 5.1 | Regiões dos CEP | 78 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.2 | Mapa de Divisão de Bairros do Município do Rio de Janeiro | 82 |
| 5.3 | Mapa da Densidade Populacional | 83 |
| 5.4 | Mapa de Divisão de Bairros do Município de Duque de Caxias | 85 |
| 5.5 | Mapa de Divisão de Bairros do Município de São Gonçalo | 87 |
| 5.6 | Mapa de Divisão de Bairros do Município de Niterói | 90 |
| 5.7 | Mapa de Divisão de Bairros do Município de Nova Iguaçu | 92 |
| 5.8 | Mapa de Divisão dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro | 96 |
| 6.1 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste Preliminar . | 112 |
| 6.2 | Rota do Teste Preliminar | 112 |
| 6.3 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 01 | 113 |
| 6.4 | Rota do Teste 01 | 114 |
| 6.5 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 02 | 115 |
| 6.6 | Rota do Teste 02 | 115 |
| 6.7 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 03 | 116 |
| 6.8 | Rota do Teste 03 | 117 |
| 6.9 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 04 | 118 |
| 6.10 | Rota do Teste 04 | 118 |
| 6.11 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 05 | 119 |
| 6.12 | Rota do Teste 05 | 119 |
| 6.13 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 06 | 120 |
| 6.14 | Rota do Teste 06 | 120 |
| 6.15 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 07 | 121 |
| 6.16 | Rota do Teste 07 | 122 |
| 6.17 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 08 | 123 |
| 6.18 | Rota do Teste 08 | 123 |
| 6.19 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 09 | 124 |
| 6.20 | Rota do Teste 09 | 125 |
| 6.21 | Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 10 | 126 |
| 6.22 | Rota do Teste 10 | 126 |

| | |
|--|-----|
| 6.23 Sequência do ELECTRE III p/ Teste 11 | 127 |
| 6.24 Sequência do ELECTRE III em Etapas p/ o Teste 11 | 127 |
| 6.25 Rota do Teste 11 usando Todos os Pontos de Entrega | 128 |
| 6.26 Rota do Teste 11 por Etapas dos Pontos de Entrega | 128 |
| 6.27 Rota do Teste 11 pela Menor Distância dos Pontos de Entrega | 129 |
| 6.28 Sequência do Antes do Teste 12 | 131 |
| 6.29 Sequência do Depois do Teste 12 | 131 |
| 6.30 Rota do Teste 12 Antes do Teste | 131 |
| 6.31 Rota do Teste 12 Depois do Teste | 132 |
| 6.32 Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 13 | 133 |
| 6.33 Rota do Teste 13 | 133 |
| 6.34 Sequência do Antes do Teste 14 | 134 |
| 6.35 Sequência do Depois do Teste 14 | 134 |
| 6.36 Rota do Teste 14 Antes do Realização | 135 |
| 6.37 Rota do Teste 14 Depois da Realização | 135 |
| 6.38 Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 15 | 136 |
| 6.39 Rota do Teste 15 | 136 |
| 6.40 Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 16 | 138 |
| 6.41 Rota do Teste 16 | 138 |
| 6.42 Sequência Única do Teste 17 | 140 |
| 6.43 Sequência Segmentada do Teste 17 | 140 |
| 6.44 Sequência Única do Teste 17 Após Operação | 141 |
| 6.45 Sequência Segmentada do Teste 17 Após a Operação | 141 |
| 6.46 Rota do Teste 17 Antes da Operação e Sequenciamento Único | 141 |
| 6.47 Rota do Teste 17 Antes da Operação e Sequenciamento Segmentado | 142 |
| 6.48 Rota do Teste 17 Depois da Operação e Sequenciamento Único | 142 |
| 6.49 Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 18 | 143 |
| 6.50 Rota do Teste 18 | 143 |
| 6.51 Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 19 | 144 |

| | |
|--|-----|
| 6.52 Rota do Teste 19 | 145 |
| 6.53 Sequência do Antes do Teste 20 | 146 |
| 6.54 Sequência do Ajustada para o Teste 20 | 146 |
| 6.55 Rota do Teste 20 | 146 |

Lista de Tabelas

| | | |
|------|--|-----|
| 1.1 | Capacidade dos Veículos da Frota da B & R | 26 |
| 2.1 | Características e Custos dos Modos de Transportes | 32 |
| 2.2 | Classificação dos Modos de Transporte | 33 |
| 3.1 | Matriz Decisão - (ALMEIDA, 2010) | 55 |
| 3.2 | Matriz Concordância Parcial - $c_j(a,b)$ | 58 |
| 3.3 | Matriz Concordância Global - $c(a,b)$ | 59 |
| 3.4 | Matriz Discordância Parcial - $d_j(a,b)$ | 60 |
| 3.5 | Matriz Credibilidade - $S(a,b)$ | 60 |
| 5.1 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade do Rio de Janeiro | 84 |
| 5.2 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Duque de Caxias | 86 |
| 5.3 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de São Gonçalo | 88 |
| 5.4 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Niterói | 91 |
| 5.5 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Nova Iguaçu | 93 |
| 5.6 | Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Nova Iguaçu - Conti- nuação | 94 |
| 5.7 | Lista de Zonas de Distribuição Das Cidades do Interior Fluminense | 97 |
| 5.8 | Lista de Pesos c/ 11 Critérios de Ordenação | 103 |
| 5.9 | Lista de Pesos c/ 12 Critérios de Ordenação | 103 |
| 5.10 | Lista de Pesos dos Critérios de Ordenação | 104 |
| 6.1 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 01 | 109 |
| 6.2 | Simulação 01 | 109 |

| | | |
|------|---|-----|
| 6.3 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 02 | 109 |
| 6.4 | Simulação 02 | 109 |
| 6.5 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 03 | 109 |
| 6.6 | Simulação 03 | 110 |
| 6.7 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 04 | 110 |
| 6.8 | Simulação 04 | 110 |
| 6.9 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 05 | 110 |
| 6.10 | Simulação 05 | 111 |
| 6.11 | Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 06 | 111 |
| 6.12 | Simulação 06 | 111 |
| 6.13 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste Preliminar | 112 |
| 6.14 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 01 | 113 |
| 6.15 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 02 | 114 |
| 6.16 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 03 | 116 |
| 6.17 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 04 | 117 |
| 6.18 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 05 | 119 |
| 6.19 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 06 | 120 |
| 6.20 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 07 | 121 |
| 6.21 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 08 | 123 |
| 6.22 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 09 | 124 |
| 6.23 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 10 | 125 |
| 6.24 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 11 | 127 |
| 6.25 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 12 | 130 |
| 6.26 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 13 | 132 |
| 6.27 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 14 | 134 |
| 6.28 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 15 | 136 |
| 6.29 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 16 | 138 |
| 6.30 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 17 | 140 |
| 6.31 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 18 | 143 |

| | | |
|------|---|-----|
| 6.32 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 19 | 144 |
| 6.33 | Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 20 | 146 |
| 6.34 | Resumo dos Resultados dos Testes | 147 |

Capítulo 1

Introdução

Trabalhar em qualquer setor da logística é um grande desafio que os pesquisadores e operadores se submetem diariamente, devido às inúmeras variáveis e nuances características da área. O grande objetivo de todos esses atores é propor uma solução que melhore de alguma forma o desempenho de suas organizações. Isto é também objetivo desta dissertação, utilizando um método de AMD¹ como algoritmo para o estabelecimento do ranking de entregas ao invés dos tradicionais.

Nessa dissertação o estabelecimento de um ranking de recebedores ou de entregas, a cada veículo que parte para realizar um conjunto de entregas é denominado de sequenciamento de entregas. Ou seja, o melhor recebedor é o primeiro a ser acessado, o segundo melhor é o segundo ponto de entrega e assim por diante. Então, o ranking de recebedores é levado para operação de distribuição como sendo a sequência que o motorista deve percorrer.

A principal motivação que levou à utilização de um dos métodos de AMD, é o seu potencial em lidar de forma mais flexível com as características (critérios) que envolvem o problema da distribuição de mercadorias de maneira geral. Principalmente aqueles critérios de caráter subjetivo, sem impossibilitar, é claro, a inclusão das características quantitativas ao mesmo tempo e assim tornando possível a construção do perfil de cada recebedor (ponto de entrega). Tais recebedores têm grande parcela de culpa no problema da queda de desempenho da operação de distribuição física, isto devido a demanda da maior parte do dia de trabalho dos entregadores, submetendo-os a grandes períodos de espera.

Quanto a questões como dificuldades de mobilidade e acessibilidade aos pontos de entregas, também foram incluídas, como por exemplo, janelas de tempo com relação ao trânsito de veículos de cargas, a questão da segurança, etc, sendo tratadas junto com outras questões ou variáveis que são traduzidas como um dos critérios de ordenação utilizados neste trabalho. Apesar de que poderiam ser encaradas como características comuns e gerais ao ambiente urbano de uma grande metrópole e não serem características pró-

¹Auxílio Multicritério à Decisão

prias do recebedor e sim do ambiente em que ele se localiza. Mesmo assim, foram tratadas de forma particular, por possuir variabilidade ao longo do dia e por serem mais ou menos intensas, dependendo da região, sem falar de particularidades que existem em cada uma delas.

No entanto, desde o início das pesquisas, notou-se que qualquer um dos métodos de AMD não teria a capacidade de lidar com desenvoltura na solução do problema como os modelos matemáticos que lidam com variáveis dinâmicas como, por exemplo, a distância. Portanto, foi necessário propor e construir um zoneamento customizado para a operação, capaz de suportar o uso desta metodologia.

Pensando nisto, encontrou-se um operador logístico estabelecido na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, disposto a realizar um rol de testes para sustentar a realização deste trabalho. Então estabeleceram-se os critérios e testou-se o método proposto na operação propriamente dita, possibilitando concluir a respeito de viabilidade do método.

Esse operador logístico, apesar de ter desafios próprios e características particulares, também tem um perfil generalista. Pois enfrenta como outros tantos operadores, problemas comuns de uma metrópole como o Rio de Janeiro.

Então, partindo-se deste ponto, foi construído uma proposta que viabiliza uma série de respostas capazes de melhorar o desempenho da empresa estudada.

1.1 Contextualização

A distribuição física nas regiões metropolitanas brasileiras está a cada dia mais difícil. Isto se deve a combinação de situações que complicam a missão dos mais diversos operadores logísticos, distribuidores e indústrias que atendem diariamente estas localidades, levando até aos varejistas os mais diversos tipos de produtos para atender uma robusta demanda.

Talvez a primeira delas seja o deficit de investimentos públicos em infraestrutura e transporte público. Resultando em mais veículos de passeio sendo usados para a ida diária ao trabalho, as escolas e para tarefas que deveriam ser cumpridas usando o transporte coletivo, sobrecarregando o trânsito nas cidades.

Também pode ser citado como um outro complicador, o fato de ainda transportar cerca de 60% da produção nacional via modo rodoviário (FLEURY et al., 2007), pressionando as vias das periferias com uma quantidade enorme de veículos de grande porte, que contribuem com a piora do fluxo de trabalhadores e das cargas fracionadas que partem destas periferias para as regiões centrais das metrópoles.

Segundo Paulo A. Rocha, proprietário da B&R Logística que é objeto de estudo deste

trabalho, a questão imobiliária é um sério problema que contribui para a situação da distribuição física nas regiões metropolitanas brasileiras. Pois os varejistas não desejam e, às vezes, não podem ter grandes armazéns, destinando a maior parte do espaço do imóvel ao varejo. Isto se deve, segundo ele, a valorização absurda dos imóveis e aluguéis, obrigando os varejistas a transferirem ainda mais a responsabilidade de manutenção dos estoques à indústria e distribuidores, exigindo pedidos menores e com maior frequência. Obrigando então que os distribuidores tenham frotas maiores para cumprir o trabalho em menor tempo.

O surgimento e crescimento das grandes redes varejistas pressionam mais e mais a cadeia de suprimentos à montante por um nível de serviço cada dia melhor. Ou seja, a combinação entre pedidos pequenos e maior frequência nas entregas, imprimindo uma necessidade maior de recursos para cumprir a missão de distribuir.

Ainda sobre as estratégias dos varejistas, que focam na melhoria da loja para o atendimento ao cliente, negligenciando o setor logístico que muitas vezes conta com infraestrutura de armazéns e áreas de descarga ruins. Colaboradores mau treinados e descompromissados utilizam-se de falhas no processo para não trabalharem. Um processamento da informação extremamente burocrático que consome tempo e contribuem para ociosidade dos colaboradores, produzindo filas que em muitas ocasiões não deveriam existir, contribuindo decisivamente na crônica perda de produtividade das organizações que distribuem as mais diversas mercadorias.

A exemplo das demais metrópoles brasileiras, a grande Rio de Janeiro tem todos esses problemas, talvez alguns aspectos ainda são piores devido à características próprias, como relevo e por estar no litoral, dificultando a construção de mais vias e concentrando grande parte de sua população numa faixa pequena que está próxima ao mar.

Em suma, a reunião destes obstáculos constroem um cenário muito desafiador, que deve ser encarado com o auxílio de bons profissionais e de ferramentas que contribuem para o ganho de produtividade e diminuição do *lead time*.

1.2 Objeto de Estudo

A B & R Gestão, Transporte e Logística Ltda. ME. Foi fundada em 28 de julho de 2011 e será o objeto de estudo deste trabalho, sendo campo de coleta de dados e informações, terá mais adiante o papel de testar o modelo na operação.

A B & R tem como serviço a operação de *cross docking* de produtos refrigerados e congelados da indústria para o varejo. Estabelecida em Duque de Caxias/RJ com uma capacidade de manusear de 1000 a 1200 toneladas por mês. Atualmente manipula aproximadamente 600 toneladas por mês divididas em cerca de 4000 entregas.

Para tanto conta com 31 veículos, sendo um caminhão Toco, nove caminhões $\frac{3}{4}$, quinze

furgões e seis Fiorinos. A tabela 1.1 informa a capacidade de cada tipo de veículo da frota. Com uma equipe operacional de onze funcionários e outra administrativa com quatro colaboradores. Um armazém com 160 posições de pallets e quatro docas, que possui sete transpaleteiras e uma empilhadeira elétrica para a movimentação e divisão de toda a carga.

Sua área de atuação corresponde a todo Estado do Rio de Janeiro, concentrando sua operação na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que é definida pela lei complementar nº 158/2013 e pode ser vista através da figura 1.1.



Figura 1.1: Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (CEPERJ, 2014)

Sua clientela é formada por nove indústrias de produtos alimentícios que terceiriza toda a operação de distribuição, que é focada para varejo (supermercado de pequeno, médio e grande porte), pelo pequeno varejo (mercearias, padarias, açougues, etc.) e *food service*².

O sequenciamento é realizado por uma sistemática própria utilizando o *Excel* como programa computacional para sustentar o processamento da operação, sendo estabelecidas regiões fixas que cobrem toda região metropolitana e interior do estado, como ilustrada pela figura 1.1.

²Varejo de alimentação rápida

Tabela 1.1: Capacidade dos Veículos da Frota da B & R

| TIPO DE VEÍCULO | CAPACIDADE LIQUIDA DE CARGA (ton) |
|------------------------|-----------------------------------|
| Caminhão Toco | 6 a 8 |
| Caminhão $\frac{3}{4}$ | 3,5 a 5 |
| Furgões | Cerca de 1,5 |
| Fiorino | Cerca de 0,75 |

1.3 O Problema da Pesquisa

Nas primeiras visitas à B&R Logística percebeu-se que o processo chamado de roteirização na verdade era apenas uma triagem das notas, sendo de responsabilidade do motorista seguir a sequência de entregas que melhor lhe interessava no momento. Apesar de existir colaboradores que gerenciam as entregas, através de rádio, percebeu-se ali um ponto fraco da empresa. A melhoria da decisão de sequenciamento das entregas seria um ponto de potencial melhoria. Então, este trabalho responderá a seguinte pergunta de pesquisa:

Como melhorar o processo de tomada de decisão de sequenciamento de entregas de um operador logístico e, conseqüentemente, melhorar sua produtividade?

1.4 Objetivos do Estudo

Para uma melhor compreensão do trabalho, os objetivos estão divididos em Objetivo Geral e Objetivos Específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

Melhorar o índice de produtividade de um operador logístico localizado em uma das regiões com trânsito mais caótico no Brasil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Criar um zoneamento em toda a área de atuação da empresa para sustentar a triagem das cargas;
- Utilizar o algoritmo do ELECTRE III como sequenciador das entregas de cada um dos veículos;
- Comparar os resultados obtidos com os registrados atualmente pelo operador logístico;

1.5 Hipóteses

- É possível criar um modelo que represente o processo de tomada de decisão de sequenciamento;
- O uso do ELECTRE III como algoritmo de sequenciamento de entregas é capaz de melhorar o desempenho da empresa;

1.6 Justificativa

Através da aplicação das ferramentas propostas neste trabalho espera-se melhorias no desempenho geral do objeto de estudo. Com isso espera-se contribuir com a diminuição de recursos, custos envolvidos e aumento de suas margens de lucros e tornado a empresa mais competitiva e preparada para os desafios que o ambiente econômico lhe submete. Isto tudo acontecerá através do uso menos intenso da frota e dos outros equipamentos e do próprio armazém, que se tornarão mais longevos.

Um outro ponto é a possibilidade de diminuição da sobrecarga de trabalho da equipe, que passará a trabalhar num ambiente mais produtivo e motivador.

Também pode-se listar que a própria melhora do desempenho deve ser usada como uma autopromoção da empresa, atraindo novos clientes para sua carteira.

Pode-se justificar também este trabalho, pela sua generalidade, apesar de um estudo de caso, o objeto de estudo enfrenta problemas comuns ao setor. Então outros operadores logísticos enfrentam os mesmos problemas que foram pontuados ao longo desta pesquisa.

Este esforço, contribui para a minimização dos impactos ambientais e sociais, devido a necessidade de contar com uma frota menor, poluindo menos e aliviando o trânsito, cada dia pior.

E, por fim, a aplicação do ELECTRE III auxiliando o processo de tomada de decisão de sequenciamento de entregas ainda não foi observada.

1.7 Estruturação da Dissertação

A dissertação está estruturada da seguinte forma:

Capítulo 01 - Introdução: Apresenta a contextualização, o objeto de estudo, o problema da pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos, as hipóteses e a justificativa.

Capítulo 02 - Logística: Apresenta conceitos relacionados à logística, como a própria, a atividade da aquisição, a atividade de movimentação, o transporte rodoviário, a roteirização,

a atividade de armazenagem e a *supply chain management*.

Capítulo 03 - Análise Multicritério à Tomada de Decisão: Apresenta elementos gerais de AMD, os métodos da família ELECTRE, os métodos da família PROMETHEE e o processo de escolha do método que foi utilizado na dissertação.

Capítulo 04 - Metodologia: Onde é apresentado a problemática, a escolha do método, o processo de zoneamento, a determinação de critérios de ordenação e simulações e testes.

Capítulo 05 - Estruturação de Zonas de Distribuição: Que contém o processo de zoneamento, o uso do CEP e a determinação dos critérios de ordenação.

Capítulo 06 - Simulações e Testes: Onde é mostrado todo o processo de simulação, que serviu de preparação, os testes e seus resultados e observações.

Capítulo 07 - Conclusão: Que apresenta as conclusões do trabalho, considerações sobre a empresa, limitações da pesquisa e sugestões de aprimoramento e continuidade do estudo.

Capítulo 2

Logística

2.1 O que é Logística?

Responder esta pergunta é um bom início para entender e reunir os conceitos, as ferramentas, as técnicas e métodos necessários para cumprir os desafios que vêm pela frente neste trabalho. Além de ser base teórica da obra.

Nesta seção além de buscar definições da própria logística, tem-se outras tantas e não menos importantes definições, baseadas em autores renomados, formando um arcabouço de temas que tangem em algum momento esta dissertação.

Logística compreende todos os processos de aquisição, movimentação e de armazenagem de matérias prima, semi-acabados e produtos finais, realizados em dois canais paralelos: o físico propriamente dito e o virtual, que trata de toda a informação contida nesses processos (BALLOU, 2006; BERTAGLIA, 2009; CHRISTOPHER, 2011; SLACK et al., 2008). Em linhas gerais, estas definições são para empresas que têm a logística como atividade secundária (SLACK et al., 2008) ou de apoio.

Segundo Caixeta e Martins (2001) a logística empresarial tem como meta garantir a disponibilidade de produtos e materiais nos mercados e pontos de consumo com a máxima eficiência, rapidez e qualidade, com custos controlados e conhecidos.

Novaes (2007) diz que a logística é o longo caminho que se estende desde as fontes de matéria prima, passando pelas fábricas dos componentes, pela manufatura do produto, pelos distribuidores e chegando finalmente ao consumidor através do varejista. Fleury, Wanke e Figueredo (2007), por sua vez, escreve que a logística deve ser vista com um instrumento de marketing, uma ferramenta gerencial, capaz de agregar valor por meio dos serviços prestados.

Descrito o que é logística, deve-se continuar os estudos sobre o mundo da logística e buscar completar a base teórica. Para desdobrar o conhecimento no campo da logística é necessário definir as áreas da logística: aquisição, armazenagem e movimentação.

2.2 Aquisição

O processo de aquisição, para muitos ambientes empresariais, é a mais importante etapa mercantil, onde pode-se ser a única chance de ter sucesso nas vendas aos seus clientes. Em um espaço atribulado é o ambiente onde tal processo deve ser muito bem trabalhado, pois tanto a quantidade, quanto a fidelidade da demanda é muito sensível a alterações (CORRÊA & GIANESI, 1998). Também é denominada por logística de suprimentos por Alvarenga e Novaes (2000) que a definem da seguinte forma: quando consideramos as relações com o ambiente no que diz respeito à matéria prima, notamos a existência de um subsistema, dentro da indústria, denominado logística de suprimentos ou algo semelhante.

Gerir o processo de compra, com técnicas e métodos comprovadamente robustos é necessário, tanto para atrair, como fidelizar a clientela. A figura 2.2 mostra as etapas do processo de compra. Conhecê-las e não negligenciá-las é um passo básico para manter viva a chance de sucesso no mercado.

Ainda observando a figura 2.2 pode-se ver que há dois tipos de relações entre a empresa com o ambiente externo. Aprimore com os clientes, que são fonte de informações, além da receita da organização. E depois com os fornecedores, que são a fonte das compras da organização, propor, buscar e desenvolver parcerias entre a organização e seus fornecedores que podem produzir vantagem competitiva para a empresa. Mas antes que este processo de parceria se estabeleça, um processo de compra eficiente deve ser estabelecido e rigorosamente usado pelo setor. A figura 2.1 mostra etapas como seleção de fornecedores e cotações, que são determinantes para o sucesso da compra, portanto devem ser levadas e executadas em sua totalidade, todas as vezes que é realizada alguma compra de materiais da firma. Tendo além de produtos com baixos preços, informações para o gestão e controle de materiais, informações para futuras compras e para a própria evolução de uma futura parceria.

Para este estudo o objetivo de atender empresas que buscam melhorar seus serviços através da terceirização dos serviços de transporte e distribuição. Então quando estas organizações contratantes selecionam os fornecedores deste tipo de serviço, os prestadores que contribuirão para a manutenção ou melhora do nível de competitividade, proporcionando um melhor desempenho nas entregas, pois a indústria não possui ou não deseja assumir a missão de distribuir sua produção. Portanto, quando um operador oferece seus serviços logísticos de movimentação ao mercado, ele não deve apenas oferecê-lo puramente, devendo mostrar sua capacidade diferencial de produzir entregas o mais rápido possível, podendo contribuir estrategicamente para empresa que o contrata.

Conclui-se que há duas perspectivas no que tange à atividade de aquisição: No ponto de vista do contratante, buscará o operador logístico que tem bons níveis de entrega. Segundo Slack (2008), refere-se ao objetivo de desempenho denominado confiabilidade de entrega, e também um operador que entrega muito rapidamente. Segundo Corrêa (1998)

trata-se do aspecto de desempenho, velocidade de entrega. No ponto de vista do cliente ou comprador do produto, que valorizam indústrias que tem bons índices de confiabilidade e velocidade de entregas bons ou um desdobramento destes que é denominado por Christopher (2011) de pedido perfeito, é a junção das variáveis: Na hora, na integra e sem erro. Ou seja, o operador logístico deve ser tão bom que a indústria que o contrate tornando-se mais competitiva que antes, imprimindo na indústria maior vantagem competitiva.

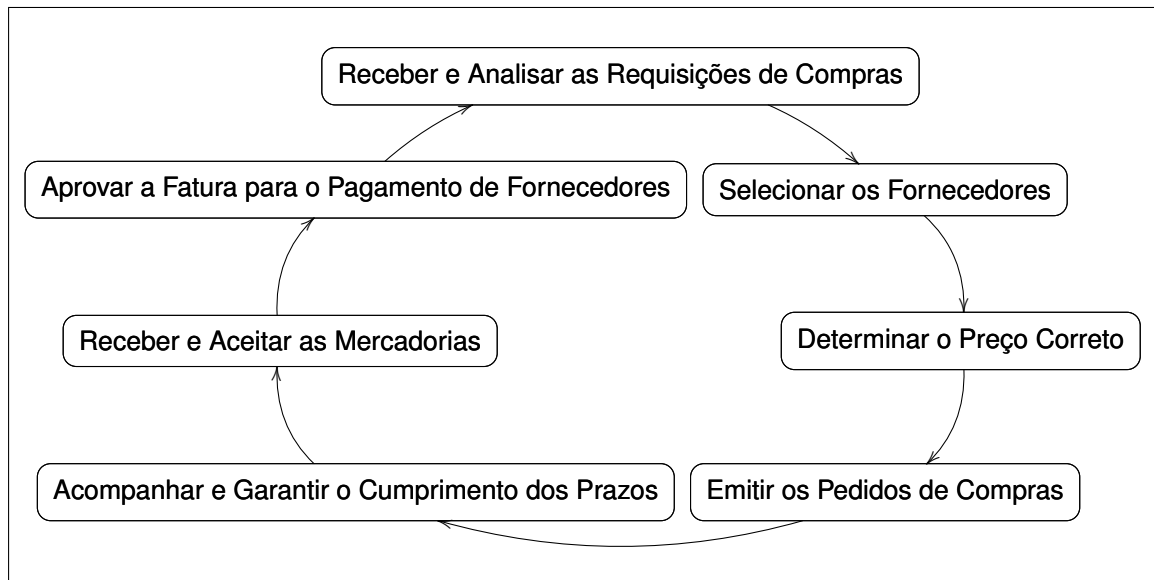


Figura 2.1: Ciclo de Compras
(ARNOLD, 1999)

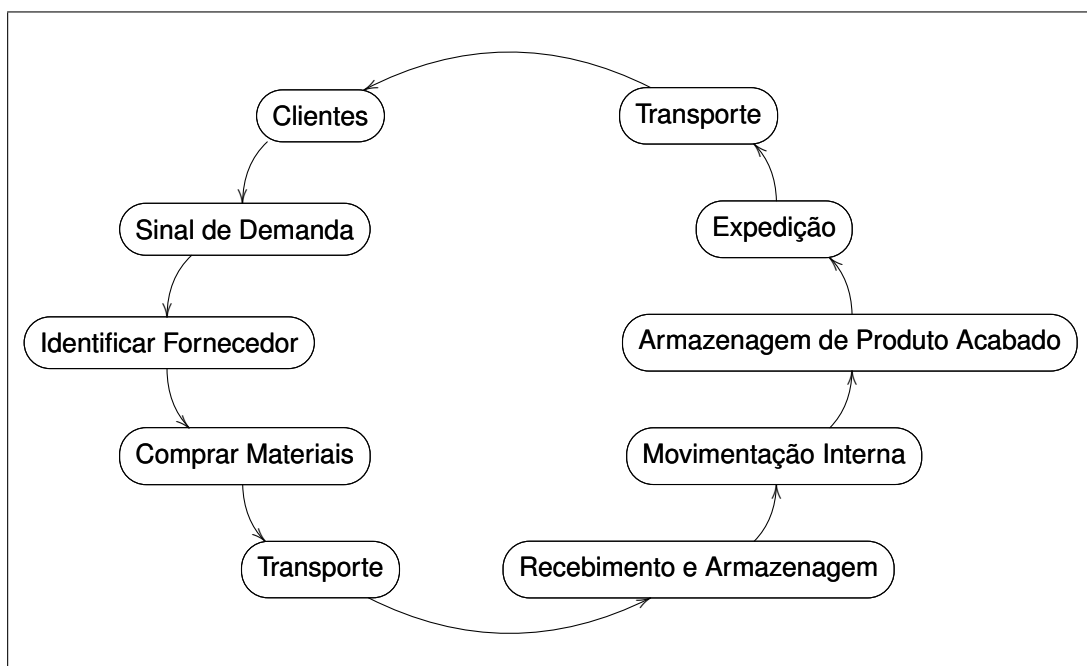


Figura 2.2: Ciclo De Compras
(MARTINS & ALT, 2001)

2.3 Movimentação

Também pode ser chamada por distribuição física (SLACK et al., 2008), esta atividade logística que trata do transporte de mercadorias, interna ou externamente à indústria, podendo ser executada por algum dos cinco modos de transporte, dependendo da quantidade, da distância, localidade, etc, do ponto de entrega (BERTAGLIA, 2009).

Para que a distribuição ocorra, é necessário que haja um sistema de transportes que disponibilize um infraestrutura minimamente eficiente. De acordo com Cova e Motta (2012), um sistema de transportes compreende todo o conjunto integrado de trabalho, facilidades e recursos que compõem a capacidade de movimentação de cargas e pessoas numa economia ou as interligando. Tal sistema é composto por cinco tipos de transportes, que são: aéreo, dutoviário, aquaviário, ferroviário e rodoviário.

Estes modos de transportes são caracterizados de acordo com algumas variáveis que ajudam a definir qual o mais indicado a cada tipo de operação. Segundo Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) *apud* Morelli (2012), tais são: quilometragem relativa ao valor da carga, distância ou tamanho do sistema, volume da carga, etc.

Ainda de acordo com os estudiosos Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) *apud* Morelli (2012) o quadro 2.1 lista característica e custos dos modos de transportes.

Tabela 2.1: Características e Custos dos Modos de Transportes

| Tipos de Transportes | |
|----------------------|---|
| Aeroviário | Meio mais caro, mas também o mais rápido; Custo fixo alto (aeronaves, manuseio e sistema de carga); Alto custo variável (combustível, mão de obra e manutenção) |
| Aquaviário | Mais lento, mas muitas vezes a única opção econômica para grandes volumes a serem transportados, especialmente entre continentes, intramares e para o exterior; Custo fixo médio (navios e equipamentos); Custo variável mais baixo (capacidade para transportar grande quantidade de tonelage) |
| Dutoviário | Usado principalmente para transporte de óleo e gás; Custo fixo mais elevado (direitos de acesso, construção, requisitos para controles das estações e capacidade de bombeamento); Custo variável mais barato (nenhum custo com mão de obra de grande importância) |
| Ferrovário | É um meio barato utilizado para grandes quantidade; Alto custo fixo em equipamentos, terminais e vias férreas; Custo variável baixo |
| Rodoviário | Meio relativamente rápido e barato com altos níveis de flexibilidade; Custo fixo baixo (rodovias instituídas e construídas por meio de verbas públicas); Custo variável médio (combustível e manutenção) |

Fleury, Chopra e Meindi (2003) citado por (MORELLI, 2012)

Outro ponto importante para o sucesso da distribuição física é saber como e por quem esses materiais e produtos são movimentados, pois a distribuição física não é importante somente para custos, mas também para qualidade dos serviços, cumprindo as entregas para os clientes nos prazos e condições estabelecidos (BERTAGLIA, 2009).

Outra forma de classificar o modo de transporte a ser usado é o método de Bowersox e

Closs (2010) apud (MORELLI, 2012), que usa cinco variáveis ou características em comum a todos os modos de transportes para classifica-los do melhor para o pior, sendo que o melhor tem o menor valor e o pior o maior. as características segundo (MORELLI, 2012) são: velocidade, disponibilidade, confiabilidade e frequência. A tabela 2.2 mostra qual o melhor modo de transporte à luz destas características.

Tabela 2.2: Classificação dos Modos de Transporte

| Modos de Transportes | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Características Operacionais | Ferroviário | Rodoviário | Aquaviário | Dutoviário | Aéreo |
| Velocidade | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| Disponibilidade | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |
| Confiabilidade | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| Capacidade | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| Frequência | 4 | 2 | 5 | 1 | 3 |
| Resultado | 14 | 10 | 18 | 17 | 16 |

(MORELLI, 2012)

2.3.1 Transporte Aéreo

Realizado por aeronaves como visto na figura 2.3, o modo de transporte aéreo é caracterizado por sua incrível velocidade de operação propriamente dita, Segundo Bertaglia (2009) como uma modalidade mais utilizada para produtos que têm um alto valor, como equipamentos eletrônicos e máquinas de precisão, devido ao alto custo nele envolvido. Essa modalidade apresenta características importantes quanto a segurança e agilidade. Também caracterizado por Bertaglia (2006) como o mais caro dos modos de transportes, e também o mais veloz deles, além de sua boa confiabilidade e disponibilidade. Além dos autores anteriores, o caracteriza a sua idade e utilização, em relação aos demais, sendo o menos e mais novo dos modos (COVA & MOTTA, 2012).



Figura 2.3: Carregamento de um *Airbus* (TRIPULANTESEMVOO, 2013)

2.3.2 Transporte Dutoviário

Menos conhecido devido a sua discrição, por assim dizer. Pois muito das vezes implantado no subsolo ou em regiões fora das vias rodoviárias como visto na figura 2.5, características essa, muito apreciada pelos gestores logísticos, por não concorrer com os outros modos de transporte por espaço. Segundo Cova e Motta (2012) o modo dutoviário que pode ser visto através da figura 2.4 se caracteriza por apresentar um maior custo fixo e um menor custo variável. Além disso, tem como aspecto distintivo a realização de um trabalho praticamente ininterrupto, pois só é preciso parar o transporte em caso de manutenção ou mudança do produto transportado. Para Ballou (2006) o leque de serviços e capacidades do transporte dutoviário é ainda extremamente limitado. Ainda caracterizado por um baixíssima velocidade e o rol de potenciais empresas que podem usá-lo é restrito.



Figura 2.4: Oleotudos da Transpetro
(VECTOR, 2009)



Figura 2.5: Minerioduto
(CONSTRAN, 2015)

2.3.3 Transporte Aquaviário

Dividido em duas modalidades o fluvial, visto na figura 2.6 e o marítimo, da figura 2.7 segundo Cova e Motta (2012) e Bertaglia (2009). Tem como característica a grande capacidade de carga com um baixo custo operacional, é o modo de transporte responsável por grande parte dos movimentos de cargas entre as diversas economias no mundo, mantendo

o fluxo de exportações e importações entre elas. Bertiglia (2009) diz em sua obra que é um dos mais antigos meios de transportes. Tendo como limitação a flexibilidade baixa, pois confinado aos mares, rios, canais e lagos não acessa todas as localidades, além disto sua velocidade baixa também pode ser considerado como uma deficiência (BALLOU, 2006).

O Ministério dos Transporte (2015) define que o transporte hidroviário é o tipo de transporte aquaviário realizado nas hidrovias (são percursos pré-determinados para o tráfego sobre águas) para transportes de pessoas e mercadorias. As hidrovias de interior por serem rios, lagos e lagoas navegáveis que receberam algum tipo de melhorias/sinalização/balizamento para que um determinado tipo de embarcação possa trafegar com segurança por esta via. Já o transporte marítimo é o tipo de transporte aquaviário realizado por meio de embarcações para deslocamento de passageiros e mercadorias utilizando o mar aberto como via. Pode ser de cabotagem/costeira (cuja navegação marítima é realizada entre pontos da costa entre um ponto costeiro e um ponto fluvial) ou de navegação de longo curso/internacional (navegação entre portos brasileiros e estrangeiros).



Figura 2.6: Balsa no Rio São Francisco
(LOBATO, 2014)



Figura 2.7: Cargueiro Triple-E
(ECONOMIANEGOCIOS, 2013)

2.3.4 Transporte Ferroviário

O transporte terrestre possui o menor custo por tonelada transportada, mas em contraponto, confinado em sua rede de linhas férreas possui um alto custo de implantação. Segundo Ballou (2006) é indicado para o transporte de matérias-primas básicas e de alimentos em granel, dentre outros. Além destas características o modo de transporte ferroviário como na figura 2.8 exige *lead times* mais elásticos, pois opera em baixa velocidade e requer operações de transbordo mais robustas, devido ao volume de carga (BERTAGLIA, 2009). Em suma é indicado para países ou regiões que possuem vasto território e/ou grande produção de commodities.

O transporte ferroviário é realizado sobre linhas férreas para transportar pessoas e mercadorias. As mercadorias transportadas neste modo são de baixo valor agregado e em grandes quantidades como: minério, produtos agrícolas, fertilizantes, carvão, derivados de petróleo, etc. (BIT, 2015)



Figura 2.8: Composição da América Latina Logística (ALL, 2015)

2.4 Transporte Rodoviário

Segundo Bertaglia (2009) o transporte rodoviário é o mais independente dos transportes, uma vez que possibilita movimentar grande variedade de materiais para qualquer destino, devido a sua flexibilidade, sendo utilizado para pequenas encomendas, e curtas, médias ou longas distâncias, por meio de coletas e entregas ponto a ponto.

Ballou (2006) lista as vantagens inerentes do transporte rodoviário é o serviço porta a porta, sem necessidade de carga ou descarga entre origem e destino, transbordo, a frequência e disponibilidade do serviço, a velocidade e a comodidade inerentes ao serviço porta a porta.

O Ministério dos Transportes (2015) diz que o transporte rodoviário é o realizado sobre rodas nas vias de rodagem pavimentadas ou não para transporte de mercadorias e pessoas, sendo na maioria das vezes realizados por veículos automotores (ônibus, caminhões, veículos de passeio, etc.). Como possui, na maioria dos casos, preços de frete superior ao hidroviário e ferroviário, é adequado para o transporte de mercadorias de alto valor ou perecíveis, produtos acabados e semi acabados.

O motivo de não explorar de forma mais profunda os outros modos de transportes, porque este trabalho tem um objeto de estudo que tem operação rodoviária, atuando, por assim dizer, no meio urbano para cumprir suas entregas. A distribuição de cargas fracionadas, feitas com automóveis de carga, é conceituada por Lemos e Katz (2010) como pequenas remessas de mercadorias cujo volume, para um cliente, uma origem e um des-

tino, não é suficiente para lotar um veículo.

Esta dissertação trata da distribuição final, o modo de transporte usado é sempre o rodoviário, mais especificamente o urbano ou logística de última milha, segundo Punakivi, Yorjola e Hlmstrom (2001) como sendo um serviço de entrega no endereço do cliente, devido à sua flexibilidade.

Mas em contraponto, é modo de transportes, segundo Couto (2004) *apud* Enomoto (2005) que mais dificilmente cumpri o planejamento, devido a imprevistos, como: fechamento de estradas, manutenção de veículos, cancelamentos de pedidos, mudança de prioridades, etc. Então pode-se dizer que facilmente influenciado por recebedores e outras organizações que de um forma ou de outra impactam na distribuição dos produtos, tudo isto a revelia do operador logístico.

2.4.1 Operador Logístico

Também é preciso definir logística para as empresas que a tem como atividade fim, que produzem e vendem este tipo de serviço. Pois há empresas que produzem e vendem serviços de aquisição, armazenagem e mais comumente de movimentação, tanto operações de transferências quanto distribuição fracionada. Denominada pela ABML¹ (1999) como operadores logísticos, são empresas prestadoras de serviços, especializada em gerenciar e executar todas ou parte das atividades logísticas, nas várias fases da cadeia de abastecimento de seus clientes, agregando valor aos produtos dos mesmos. Ou segundo Christopher (2011) o operador logístico é um empresa terceirizada que fornece um conjunto de serviços aos clientes. Desde operações de centro de distribuições, gerenciar entregas usando suas frotas de transportes ou realizar serviços como a reembalagem. E por fim como disse Fleury, Wanke e Figuereido (2007) é um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada.

Miranda (2013) define como operador logístico a empresa especializada em movimentar, armazenar, transportar, processar pedidos e controlar estoques, entre outros processos. O serviço poderá ser executado no próprio operador ou nas dependências do cliente.

Há basicamente dois motivos para que a indústria decida por contratar um operador logístico, a primeira é a potencial ociosidade de uma frota dedicada. Então contratando serviços terceirizados a empresa transforma custos fixos em variáveis, reduzindo o ponto de equilíbrio e ganhando flexibilidade operacional (FLEURY, CHOPRA e MEINDI *et al.* 2003) *apud* (MORELLI, 2012) e a segunda retrata a opção por não atuar em áreas que não são sua atividade fim. Liberando tempo e energia para dedicar-se a missão de aperfeiçoar a competência central do negócio, não immobilizando recursos na aquisição e manutenção de armazéns, frotas, etc. (FLEURY *et al.*, 2007; MORELLI, 2012).

¹ Associação Brasileira de Movimentação e Logística

Ainda sobre operadores logísticos segundo Fleury, Wanke e Figueredo (2007) há dois tipos: os baseados em ativos e os baseados em informação e gestão. O primeiro tipo se caracteriza por possuir os recursos de transportes e armazenagem, enquanto o último não os tem, vendendo apenas a expertise em operações logísticas, personalizado-as a cada um de seus clientes.

Em resumo, o operador logístico deve agregar valor ao negócio de seu cliente, através de reduções de custos, melhoria da qualidade do serviço, aumento da rentabilidade e crescimento do *market share* (FLEURY et al., 2007).

2.4.2 Processo de Zoneamento

Ferramenta fundamental para a gestão e controle de distribuição. Servindo até mesmo para o setor comercial, pois este pode alinhar-se de acordo com a operação de entregas. O Zoneamento serve ainda como memória de cálculo, por assim dizer, da operação de triagem das cargas consolidadas que chegam até o operador logístico.

Segundo Galvão (2003) *apud* Enomoto (2005), para que ocorra a distribuição física numa região, é necessário que sejam criadas zonas ou bolsões, onde os veículos realizam entregas e coletas, sendo frequentemente usado um veículo por zona.

Para a tarefa de criação de um zoneamento é preciso, segundo Enomoto (2005) envolve criar grupos de elementos baseados em proximidades ou medidas de similaridade. Para Galvão (2003) *apud* Enomoto (2005), a subdivisão da região em zonas depende de uma série de fatores, destacando-se:

- Distância da zona ao depósito;
- Densidade de pontos de parada;
- Condições viárias e de tráfego;
- Tipo e capacidades dos veículos;

Complementando o autor anterior, Valente *et al.* (2003) *apud* Enomoto (2005) cita o princípio da morfologia urbana, que são características como: rios, morros, linhas férreas, rodovias, avenidas, vias expressas, etc.

Em consonância com Novaes (1989), Valente *et al.* (2003) e Galvão (2003) todos citados por Enomoto (2007) que listam características básicas de operações de coleta e distribuição de mercadorias usando o modo de transporte rodoviário, são elas:

- Possui regiões geográficas segmentadas em zonas, com fronteiras fixas e/ou flexíveis, sendo esta última, atendendo demandas momentâneas ou suas súbitas alterações;

- Cada Zona possui um veículo ou mais veículos;
- Cada veículo possui um roteiro, com seus pontos de coletas e/ou entregas;
- A operação deve ser realizada num prazo predeterminado, geralmente no decorrer do horário comercial;
- Os veículos partem sempre de um centro de distribuição, onde ocorre o fracionamento e triagem das cargas, tendo base o zoneamento pré-estabelecido;

E ainda está de acordo com as operações de triagem e separação de cargas do objeto de estudo que utiliza o princípio de *Cross-docking* caracterizando-se como um centro de distribuição avançado, que não mantém estoques, possui vários fornecedores de cargas e os destinos dos produtos já são definidos (FLEURY et al., 2007).

Segundo Miranda (2013) o sistema *Cross-docking* é a passagem das mercadorias que chegam, rapidamente para a expedição destas mesmas mercadorias para os clientes. O sistema no qual os bens entram e saem de um centro de distribuição, sem ali serem armazenados. A figura 2.9 mostra como ocorre a operação em um centro de distribuição que tem o *Cross-docking*.

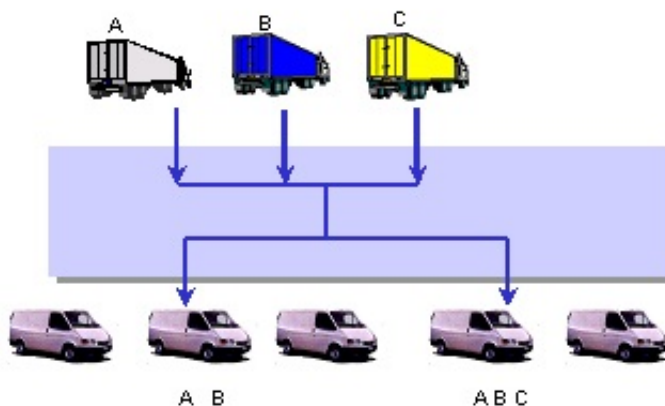


Figura 2.9: Modelo de *Cross-docking* (FLEURY et al., 2007)

Enomoto (2005) afirma que há vários autores que trabalharam a questão dos zoneamentos, sendo seu objetivo central é sustentar rotas com tempos e/ou distâncias mínimas para estas zonas, otimizando os roteiros de viagem. Não contradizendo a estes estudiosos, buscando com base em um sistema de zoneamento, permitir que os veículos de entrega acessem primeiramente os melhores e/ou maiores recebedores, garantindo a receita da empresa, mesmo que para isto, não produza rotas ótimas, mas que sejam um ponto de equilíbrio entre receita e custos. Ou seja, as fronteiras do zoneamento servem para confinar as distâncias em tamanhos aceitáveis e por outro lado o ELECTRE III que criará sequências de entregas garantirá a receita da organização.

2.4.3 Problemas de Fluxo de Redes

2.4.3.1 Problema do Caminho Mais Curto

Para Arenales *et al.*(2011) o problema de caminho mais curto entre dois nós i e j em um grafo é um caso particular do problema de fluxo a custo mínimo em uma rede em que se deseja enviar uma unidade de um nó para o outro.

Já, segundo Campos (2015), compreende a determinação do caminho ou rota de menor tamanho (distância, tempo ou custo) entre dois nós de uma rede.

De acordo com Lachtermacher (2002) *apud* Enomoto (2005), trata de determinar o menor percurso entre dois nós de uma rede.

Geralmente entre a origem e o destino há um gama de opções de caminhos a seguir, o objetivo do algoritmo proposto para solucionar este tipo de problema é definir a rota mais curta, e/ou mais rápida e/ou mais barata para ser usada.

Quanto aos algoritmos que lidam com este tipo de problema pode-se listar os algoritmos: *Dijkstra*, *Ford*, *Bellman* e *Moore*, *Floyd*, Caminho mais confiável, *Dantzig* e K-Caminhos mínimos (CAMPOS, 2015).

2.4.3.2 Problema do Fluxo Máximo

Segundo Campos (2015), problemas de fluxo máximo se referem às situações em que se deseja avaliar a quantidade máxima de fluxo que pode ser enviada de um nó de origem e um nó de destino na rede.

De acordo com Arenales *et al.* (2011), o problema de fluxo máximo consiste em determinar o valor do maior fluxo possível que pode ser enviado de um nó a outro da rede.

Para Lachtermacher (2002) *apud* Enomoto (2005), o problema de fluxo máximo é usado quando se deseja maximizar a quantidade de fluxo de um ponto de origem para um ponto de destinos, respeitando é claro, restrições de capacidades de fluxo nos arcos. São usados geralmente nos modos de transportes dutoviário e rodoviário.

Hilier e Hilier (2015) dizem que o objetivo do algoritmo é encontrar um plano de fluxo que maximize a quantidade que flui pela rede.

Também Goldberg *et al.* (2015) descreve o problema de fluxo máximo como uma forma de forçar, por um rede sujeita a limites nos arcos, o maior fluxo possível.

De maneira geral encontra-se na literatura uma lista de algoritmos para lidar com o problema de fluxo máximo em redes, são exemplos: Aumento de Fluxo, *Ford* e *Fulkerson*, *Dinic*, Fluxo Forçado e *Dinitz* (ARENALES *et al.*, 2011; CAMPOS, 2015; GOLDBARG, 2012)

2.4.3.3 Problemas de Transporte e Rede de Distribuição

O problema de transporte é um problema de fluxo de rede em grafo bipartido, de modo que não existem vértices intermediários de transbordo ou transição para o fluxo. Não possui limite de capacidade para o fluxo (GOLDBARG et al., 2015).

Segundo Hilier e Hilier (2015), os problemas de transportes possuem nós de abastecimento e nós de demanda, respectivamente.

Já para Arenales *et al.*(2011) o problema de transporte é um caso particular de problema de custo mínimo. Que visa determinar os caminhos entre a origem e o destino pelos quais deve ser o fluxo de menor custo possível (CAMPOS, 2015).

Para Lachtermarcher (2002), Mutarelli e Cunha (2004) todos citados por Enomoto (2005) uma rede de distribuição é uma representação físico-espacial e temporal das origens e destinos dos produtos acabados, considerando os fluxos, restrições e pontos de consumos finais. São problemas que podem ter várias fontes e centros consumidores, sem esquecer de pontos intermediários como centro de distribuições, por onde os produtos fluem.

Para a configuração de um rede de distribuição é necessário conhecer as características operacionais de cada empresa, dos negócios e de suas cadeias de suprimentos. Ou seja, é preciso resolver questões como quantos e quais instalações logísticas, onde devem ser localizadas, os produtos e seus consumidores a serem atendidos, determinando assim a rede de distribuição e seu fluxos(MUTARELLI e CUNHA (2004)*apud* ENOMOTO (2005)).

É muito importante entender o processo e estabelecer um rede de distribuição otimizada de for a atender os objetivos organizacionais através de diminuição dos custos e melhoria do nível de serviço prestado ao cliente.

2.5 Roteirização

É o processo de estabelecer o trajeto que cada veículo deve percorrer para atender os clientes que são componentes de um rede de distribuição. Dentro de uma rede de distribuição, o roteirizador tendo ou não a seu dispor um software, estabelece a rota, sendo rede o conjunto de locais e rotas pelos quais os produtos seguem (CHOPRA & MEINDL, 2003).

Roteirização é atividade de programação e ordenamento de entregas, em geral realizados através de um *software* específico (MIRANDA, 2013)

2.5.1 Problemas de Roteirização e Programação de Veículos

Todos os dias as organizações que possuem a inglória missão de distribuir mercadorias para os mais diversos tipos de pontos de entregas tem que lidar com alguns tipos de problemas. Segundo Bose (1990) *apud* Enomoto (2005) estão vinculados ao tempo demandado por cada ponto de entrega. Ou seja bons recebedores traduz para o operador logístico como sendo grande fonte de receita, portanto buscar um método que possa privilegia-los é o foco.

A importância de ter atenção com os transportes se deve segundo Ballou (2006) *apud* Azeredo (2011) ao consumo de cerca de dois terços dos custos logísticos. Lima (2006) *apud* Marques (2007) disse que os transportes são responsáveis por 59,5% dos custos logísticos do Brasil.

Então para definir uma rota ótima que consuma da melhor forma possível este tempo, surgem outros problemas de roteirização como: janelas de tempos, quantidades de pontos a serem atendidos, dispersão e concentração de pontos de entregas, trânsito, tamanho e tipo da frota, localização do centro de distribuição, tempos máximos da rota, custos, etc. (CHRISTOFIDES (1985), CUNHA (1997), RIBEIRO *et al.*(1999), CHIH (1987), BODIN *et al.* e ASSAD (1991) *apud* ENOMOTO (2005)). Já segundo Ballou (2006) identificar as restrições (variáveis) mais realistas é o principal problema de roteirização de veículos.

Segundo Carvalho *et al.* (2003) *apud* Azeredo (2011), o problema de roteirização de veículos tem a missão de estabelecer quais veículos atenderão a quais clientes de forma a minimizar os custos de transportes, analisando a demanda de uma região, e a capacidade de atendimento do distribuidor.

Já para Cordeau (2004) *apud* Mauri (2006), o problema de roteirização e programação de veículos, consiste no desenvolvimento de rotas e escalas de veículos para transporte de usuários, onde existe coleta e entrega. Com o objetivo de minimizar os custos obedecendo a um conjunto de restrições. Segundo Golden e Assad (1986) *apud* Marques (2007) a aplicação de sistemas de roteirização reduziram os custos de transportes na ordem de 15% em empresas como Du Pont e Chevron.

Segundo Silva (2007) *apud* Marques (2007), os parâmetros para solucionar o problema de roteirização de veículos são: função objetivo, que buscam minimizar os custos e/ou número de veículos; restrição que advém dos veículos, dos clientes e das rotas; das variáveis de decisão, como roteiro a ser seguido e qual veículo de deve executá-lo, dentre outras; E por fim as características do problema que são os tipos de operação, de carga, de demanda, de frota, o tamanho da frota e o tamanho da jornada de trabalho.

2.5.2 Classificação do Problema de Roteirização e Programação de Veículos

Segundo Bodin (1983) *apud* Enomoto (2005), diz que a classificação de problemas de roteirização e programação de veículos está baseada em restrições geográficas e espaciais, chegando assim em três grupos:

2.5.2.1 Problema de Roteirização Pura ou Sem Restrições

Os problemas de roteirização pura tratam da separação dos pontos de entrega ou coleta, pelos diversos roteiros, já foi realizada anteriormente, assumindo-se que as restrições já foram respondidas, não mais se preocupando com restrições temporais e de capacidade (NOVAES, 2015).

Segundo Enomoto (2005), os problemas de roteirização pura são problemas espaciais que não consideram as variáveis temporais ou restrições. Em alguns casos há restrições quanto ao tempo máximo para cumprir o roteiro.

O Problema de roteirização pura ignora um grande número de variedade de restrições adicionais e extensões, que são frequentemente encontradas em situações reais (SILVA, 2007).

Os problemas de roteirização pura, condições temporais não são importantes para a definição dos roteiros e das sequências de atendimentos (coleta ou entrega). As soluções são apoiadas em aspectos espaciais da localização dos pontos atendidos (CUNHA, 2002).

Em linhas gerais este tipo de problema de roteirização tem sua importância, talvez por ser a base fundamental para o estudo da roteirização, mas em contrapartida não levar em consideração uma gama de características envolvidas no processo de distribuição é pelo menos arriscado.

2.5.2.2 Problema de roteirização e programação ou Com Restrições

Em contra partida ou numa evolução natural dos estudos os problemas de roteirização e programação, por sua vez tendem ser mais elásticos e atender melhor a necessidade dos distribuidores, estabelecendo rotas e programações de veículos muito mais ajustadas a situação como um todo. Levando em consideração um rol de variáveis e restrições em consideração.

Segundo Bodin *et al.* (1983) *apud* Enomoto (2005) e Cunha (2002), estes tipos de problemas ocorrem em situações em que se têm restrições de janelas de tempo e de precedência de tarefas (coleta deve preceder a entrega e ambas ocorrem no mesmo veículo).

Para Assad (1998) *apud* Marques (2007), lista como restrições para problemas de

roteirização e programação o tamanho da demanda, a natureza da demanda, frota de veículos e restrições de pessoal.

Póvoa (2005), cita como restrições e características do problema como tendo múltiplos depósitos, nível de serviço e múltiplas mercadorias.

Muito mais complexo para se determinar um modelo que sustente a operação de roteirização, mas em contra partida muito mais flexível e adaptável ao dia a dia das operações de distribuição, estes modelos são capazes de tratar além de restrições espaciais, restrições pontuais e particulares a um grupo ou a cada um dos pontos de entrega. Construindo rotas verídicas, respondendo a realidade ampla do ambiente.

2.5.2.3 Problema de programação de veículos e tripulações

Nauro (2003) *apud* Enomoto (2005), disse que estes tipos de problema são na verdade um desdobramento do item anterior, onde se têm restrições a serem vistas para sua construções.

Segundo Cunha (2002), os autores classificam este tipo de problema de roteirização com de uma terceira categoria, nos quais os aspectos espaciais já estão definidos, restando definir a alocação de veículos e tripulações ao conjunto de viagens programadas. Problemas desta natureza são encontrados nos transportes aéreos, ferroviários e de ônibus, etc.

Mas desde a promulgação da lei 13.103 de 02 de março de 2015, há jornada máxima e períodos de descanso para motoristas de cargas. Isto trouxe novas restrições para o cenário de transporte de carga, que antes não se preocupavam muito com isto, pois não haviam regras específicas.

2.5.3 Exemplos de Métodos para Problema de Roteirização de Veículos

Há na literatura e é empregados em vários tipos de operações de distribuição um conjunto de métodos e ferramentas que sustentam rotinas de roteirização de indústrias e/ou operadores logísticos terceirizados que atuam nas entregas de pedidos à uma rede de clientes.

Em linhas gerais, todos possuem um objetivo comum que é conciliar redução de custos com nível de serviço, apesar de ser paradoxal alinhá-los. Ou seja, entregar com eficiência, sem que isto onere mais as contas da empresa.

Um dos mais usados e tradicionais algoritmos para roteirização é o Caixeiro Viajante, que segundo Siqueira (2005), Bonassa e Cunha (2011) dizem que o problema do Caixeiro Viajante consiste na determinação de uma rota que inicia em um ponto, passa por cada um

dos pontos do conjunto apenas uma vez, e retorna à primeiro ponto da rota percorrendo a menor distância. Sendo um dos modelos que faz parte do escopo denominado Fluxo de Redes, que usam um conjunto de vértices e de arcos, que respectivamente são os pontos e as distâncias (PAULA, 2000).

Outra ferramenta usada para este tipo de problema a Heurística GRASP que foi usada no trabalho de Wu e Cunha (2008) e é definida por Feo e Resende (1995) *apud* Santos, Vianna e Vianna (2011), como uma heurística de múltiplas partidas, na qual cada interação consiste de duas fases: construção e busca local. Na fase construtiva cria-se uma solução viável utilizando-se um algoritmo guloso aleatorizado, cuja vizinhança é explorada até um ótimo local ser encontrado na etapa de busca local. A melhor entre todas as soluções é retornada com resultado.

Também uma heurística usada para roteirização, os algoritmos genéticos trabalham com uma população, onde os indivíduos selecionados, aqueles mais aptos e com maior capacidade de se reproduzir, vão produzir uma nova geração através do cruzamento (SILPRINADE, 2009). Segundo Campos *et al.* (2006) e Cortes (2003), que a primeira etapa para implementação do algoritmo genético é a escolha da estrutura de codificação de uma solução que é o DNA do indivíduo. Baseado nestas informações (restrições) de cada indivíduo (ponto de entrega), o algoritmo genético cria a rota a ser utilizada.

O algoritmo SWEEP também é uma sistemática para realizar roteirizações e segundo Bodin (1983) *apud* Salata Jr e Yoshizaki (1993) faz um varredura em toda a região que contém os pontos de entrega, sendo dividido em duas fases: agregação dos pontos de entrega e a determinação dos roteiros.

Outra metaheurística *Scatter Search*, também conhecida como busca dispersa, baseia-se em combinar as soluções que aparecem na chamado conjunto referência, que armazena boas soluções que foram encontradas durante o processo de busca (BELFIORI & YOSHIKAZI, 2006) e (MESQUITA, 2010). Ou seja, o modelo cria várias soluções e as selecionam e deixam a disposição para a utilização quando necessário.

Há outras tantas formas e ferramentas para a roteirização de veículos para distribuição física de mercadoria que tratam o problema de roteirização de veículos e entregas fracionadas, muitas delas desdobramentos, como a metaheurística Busca Tabu é da Busca Dispersa (MESQUITA, 2010), ou híbridos. Na verdade todas buscam otimizar os recursos e produzir melhorias nas gestões de custos. Isto é muito importante, mas o que é mais importante primeiramente é garantir a receita, pois muitos dos operadores logísticos somente recebem de seus clientes mediante a devolução dos canhotos das notas fiscais que foram entregues.

2.5.4 *Software* de roteirização

Os roteirizadores são sistemas flexíveis que permitem traçar rotas econômicas e viáveis para os veículos que realizarão a operação de distribuição, considerando capacidades, áreas geográficas, características do produto a ser transportado e condições do percurso. A roteirização realizada através de *software* que permitem planejar rotas de distribuição e melhorar o aproveitamento dos veículos transportadores e distribuidores de cargas, como economia de tempo e a custos menores (VIEIRA, 2009).

Para Bertaglia (2009), a redução dos custos e as melhorias no desempenho das entregas são benefícios que podem ser alcançados através do uso de sistemas de otimização de rotas.

Há um gama de *softwares* disponibilizados pela indústria da computação, capazes de tratar um rol de dados considerável em espaço de tempo bastante diminuto, contribuindo ainda mais para o encurtamento do *lead time* dos produtos distribuídos.

Fleury, Wanke e Figueredo (2007), diz que o *software* é um dos cinco componentes da SIG - Sistema de Informação Geográfica, onde associa-se um banco de dados a mapas digitalizados.

Ainda segundo Fleury, Wanke e Figueredo (2007), a área do SIG² que trata problemas de roteamento como soluções obtidas através de algoritmos baseados em programação matemática.

É importante frisar que a indústria de *software* para atender problemas de roteirização e programação de veículos tem um grande avanço nos anos noventa, em termos computacionais, associado por sua vez à intensa pesquisa na área de pesquisa operacional, que tornou possível uma melhoria na integração com os demais departamentos da organização (FERREIRA, 2001).

Há no mercado um gama de roteirizadores, de forma em geral baseados em algoritmos capazes de tratar algumas variáveis ao mesmo tempo, a seguir estão listados alguns *softwares* disponíveis no mercado. A lista abaixo está baseada nos trabalhos de Fleury (2007) e Ferreira (2001).

- RoadShow
- RoadNet
- TransCad
- TruckStop
- RotaCerta

²Sistema de Informação Gerencial

- RouteSmart
- ArcLogistic Route
- MapInfo
- Tactician
- Deskmapp

2.6 Armazenagem

O terceiro e último item que compõem a logística é a armazenagem, que é responsável, em linhas gerais por: receber, estocar e despachar os mais diversos tipos de mercadorias, além de atividades mais específicas como: embalagem, armazenagem, controle, etc. Então muito mais do que apenas locar as matérias primas, semi acabados e produtos finais, esta atividade tem importante papel na qualidade dos produtos ofertados.

Muito mais do que apenas alocar as matérias primas, semi acabados e produtos finais, esta atividade logística tem como principal objetivo a disponibilidade de produto em face a incerteza de sua demanda (COVA & MOTTA, 2012), podendo ser denominada por gestão de estoques (SLACK et al., 2008), mas para este trabalho usá-se o termo armazenagem.

A logística ancora todos os estudos e soluções realizadas através de tecnologias de armazenagens aos estoques. Estes são acúmulos entre as etapas do processo de transformação e/ou agregação de valor (SLACK et al., 2008) e (CORRÊA & GIANESI, 1998). São de grande importância para o fluxo do processo e para manter um bom nível de serviço (CHRISTOPHER, 2011). Mas a manutenção do fluxo e um nível de serviço tem seu preço, estoques elevados implica que a empresa deve saber lidar com o custo de oportunidade (SIMCHI-LEVI et al., 2010), com imobilização do capital e perdendo liquidez (BALLOU, 2006).

2.7 *Supply Chain Management*

É muito importante entender este conceito hoje em dia tão disseminado no campo da gestão. A cadeia de suprimentos ou canais de distribuição, que é o caminho percorrido pela matéria prima extraída em sua origem, sofrendo em cada etapa uma série de transformações, até chegar o consumidor final como produto acabado, agregando valor e características que os clientes desejam (BALLOU, 2006; BERTAGLIA, 2009; SIMCHI-LEVI et al., 2010).

É a gestão de uma rede de organizações envolvidas nos diferentes processos e atividades anteriores que produzem valor, sob a forma de produtos e serviços quando nas

mãos dos consumidores finais (MIRANDA, 2013)

Também é prudente distinguir os tipos de participantes desta cadeia. Segundo Fleury (2007), existem dois: os primários e secundários, sendo o que difere um do outro, é o risco que a propriedade do produto implica aos seus donos. No caso desta dissertação se tem um membro secundário da cadeia de suprimentos, que fornece apenas serviços logísticos às indústrias que são caracterizadas como primárias.

Para este trabalho a importância deste conceito tange as questões do efeito chicote que, segundo Simchi-Leva *at al.* (2010), a diferença entre as variações dos pedidos feitos pelos varejistas e as demandas de seus clientes.

Para Chopra e Meindl (2003), a variabilidade dos pedidos é amplificada em cada elo da cadeia de suprimentos a saber: varejista para o atacadista, do atacadista para o fabricante e do fabricante para os fornecedores.

Este efeito, também conhecido como efeito *Forreter*, está relacionado com o fenômeno de amplificação e variabilidade do intervalo entre a demanda real e o demanda prevista, que se propaga a cadeia de suprimentos montante (MOORI et al., 2011)

As causas que provocam o efeito chicote são variadas, desde falta de comunicação até mesmo um simples problema de trânsito. Trabalho portanto, não se fala destas causas, mas sim da contribuição para sua minimização. Ou seja, contribuindo para um melhor desempenho do operador logístico, traduz em minimização das incertezas vistas pelos compradores que tenderam a realizar pedidos muito mais alinhados com a demanda real. Então este trabalho contribui para a melhoria da gestão da cadeia de suprimentos.

Capítulo 3

Análise Multicritério à Tomada de Decisão

3.1 Introdução

No mundo empresarial a tarefa principal dos gerentes e executivos é a tomada de decisão, (HAMMOND *et al.*,1998b *apud* (ALMEIDA, 2010)). Pois quanto maior o número de objetivos e alternativas de ações que se têm envolvidos no processo, mais complexa a tomada de decisão, sendo impossível para o decisor, sem lançar mão de um mecanismo que o auxilie, chegar a uma decisão minimamente sustentada (ALMEIDA, 2010; HELMANN & MARÇAL, 2007). Transformando processo decisório em uma roleta russa, flertando sempre com o fracasso.

O sucesso das empresas pode ser observado pelos anos de mercado que possui, conseguidos por empresas que nesses anos se adaptaram às demandas do mercado e se tornaram competitivas (FREITAS, 2004). Segundo Corrêa e Giansesi (1998) ser competitivo é ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado mais valorizam. Por sua vez, esta competitividade é atribuída aos níveis de produtividade que a companhia tem.

No setor de distribuição fracionada não é diferente, o objetivo geral das empresas é otimizar os seus recursos, realizando o maior número de entregas possíveis com menor número de recursos. Para isso, o distribuidor ou operador logístico terá dentre outras atividades, que estabelecer e controlar um ranking de recebedores. Baseado neste ranking, estabelecer uma sequência de entregas que tenha o objetivo de atender mais clientes com o mesmo ou menos recurso envolvido, para tanto deve-se priorizar o melhor recebedor, o segundo melhor recebedor e assim até o pior, sendo o que vai diferenciá-los é o tempo de descarga.

Há vários pontos que influenciam este tempo de entrega e o número de entregas que cada veículo terá que realizar. Portanto, estabelecer uma sequência de entregas não é

tarefa fácil, nem mesmo um experiente roteirizador¹ conseguirá estabelecer uma sequência produtiva se houver muitas variáveis (critérios c_j) no processo.

Há algum tempo os distribuidores registram perdas de produtividade, por isso demandam soluções que freiem esse processo de retrocesso. Muitas dessas demandas são de soluções tecnológicas, que estabelecem através de seus modelos (algoritmos) lógicas que tratam as informações sobre o ambiente externo e interno da organização, chegando a uma sugestão que é base para o estabelecimento da sequência de entregas.

Utilizando os algoritmos de AMD (análise multicritério à tomada de decisão) que pertencem a uma área do conhecimento que trata e/ou sustenta o processo decisório (ALMEIDA, 2010; BUCHANAN et al., 1999; FREITAS, 2004). Segundo Alexandrini (2007), os métodos de AMD caracterizam-se principalmente pela capacidade de analisar problemas complexos, que vai ao encontro da principal necessidade dos atores empresariais realizarem sua principal atividade, a tomada de decisão.

3.2 Elementos Gerais de AMD

Para todos os métodos de AMD há um conjunto de elementos em comum entre eles, sendo de grande importância que o usuário de qualquer um deles tenha a consciência e saiba manipulá-los sem dificuldades. Apesar de muito simples, a negligência deste ponto determinará o fracasso da utilização. Além do domínio para o seu uso, o conhecimento destes elementos determinará a escolha do método mais adequada à situação (BUCHANAN et al., 1999).

3.2.1 Alternativas a_i

Para qualquer situação que envolva a tomada de decisão, há várias alternativas que o decisor pode seguir. No que tangem AMD, este conjunto de alternativas pode ser denominado de conjunto de ações ou alternativas e é simbolizado por A (BUCHANAN et al., 1999; ROY, 1978) que é dado por $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_i\}$. As alternativas são os recebedores, ou seja, o ranking de alternativas que é base para o sequenciamento das entregas.

3.2.2 Critérios F

Este é um dos mais importante dos elementos básicos. A escolha dos critérios que serão usados para a tomada de decisão é a chave do sucesso do método, seja ele qual for, pois eles devem cobrir com exaustiva abrangência do problema sem que haja redundância

¹Nomenclatura comumente utilizada pela indústria do profissional experiente que tem como função separar e sequenciar as entregas de cada veículo do distribuidor

entre eles (ALMEIDA, 2010). Onde redundância é a inclusão de critérios que se sobrepõem ou são nomeados de forma diferente, mas tratam da mesma finalidade. Para tanto é preciso que o decisor tenha familiaridade com o problema, ou que execute uma robusta pesquisa sobre o assunto junto a especialistas da área (ROSSONI & MEIRELES, 2011). Formado então um conjunto de critérios que é dado por $F = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_j\}$, servindo como filtros para que cada alternativa seja analisada ou testada, partindo imediatamente para estabelecimento de uma escala de pesos, que será discutida mais adiante.

3.2.3 Tipos de Relação

Comparando as alternativas entre si, ou uma com todas as outras, tem-se ou verifica-se entre elas níveis de relações, denominados neste texto como tipos de preferências. Estes lineares são definidos como já visto no item limites de preferências (EHRlich, 1996). A duas maneiras de tratar os tipos de preferência, de forma contínua ou de forma discreta. No primeiro caso os limites são estabelecidos e criam intervalos, estes intervalos por sua vez, são conjuntos de valores que representam os tipos de relação entre as alternativas, pois mesmo que as suas funções valores $g_j(a)$ e $g_j(b)$ sejam diferentes, elas podem ser, por exemplo, indiferentes entre si. Já no segundo caso admite-se, usando o exemplo anterior, a indiferença apenas quando as funções valores são as mesmas.

Há até quatro tipos de relações entre as alternativas, isto dependerá do tipo de problema e do decisor (ALMEIDA, 2010). Mas para ter-se o domínio e o conhecimento, todas serão listadas, segundo Ehrlich (1996) e Figueiredo (2013), a seguir na lista 3.2.3.

- Indiferença aIb ;
- Fraca Preferência aQb ;
- Preferência aPb ;
- Incomparabilidade aRb .

3.2.4 Classificação dos Critérios

Outro ponto importante a ser entendido, a classificação dos critérios disponibiliza ao decisor algumas variações do modo em lidar com os critérios de acordo com o método, isto quer dizer que de acordo com o objetivo e como o decisor quer trabalhar com os critérios ele deve escolher uma das classes; que são:

- Critério Verdadeiro: Apenas admite de forma discreta o estabelecimento da preferência. Onde a indiferença I entre as alternativas a e b ocorre quando o resultado das

interações assume valor zero e a preferência P ocorre quando tal resultado é maior que zero, veja na figura 3.1 o gráfico que é um híbrido de (ALMEIDA, 2010).

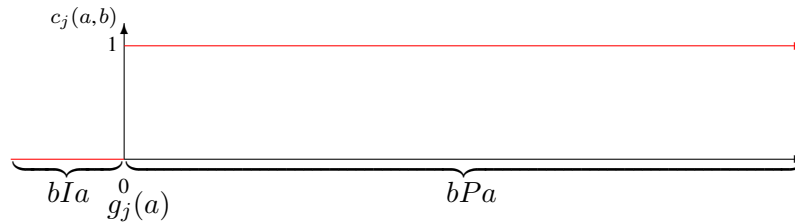


Figura 3.1: Gráfico para Critério Verdadeiro

- **Semi Critério:** Corresponde a uma estrutura intervalos, estabelecendo para tanto apenas o limite de indiferença, formando então o primeiro intervalo, de zero até o limite de indiferença I e o segundo, sendo estabelecido a partir do limite da Indiferença. Sendo que no primeiro diz que a e b são indiferentes entre si e o segundo a e preferível a b (ALMEIDA, 2010), sem esquecer que é visto na figura 3.2 o gráfico que é uma interação contínua e não discreta.

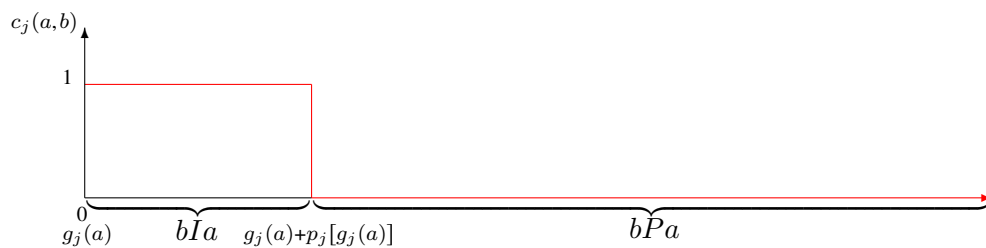


Figura 3.2: Gráfico para Semi Critério

- **Pseudocritério:** A exemplo do semi critério, este admite o mesmo formato de estabelecimento dos intervalos é o mesmo, mas neste há o estabelecimento de mais um intervalo, onde tem-se entre os limites de indiferença I e preferência P o intervalo de fraca preferência de b em relação a a (SANTOS et al., 2006), para melhor visualização segue a figura 3.3 onde o gráfico é um híbrido de (ROY, 1978).

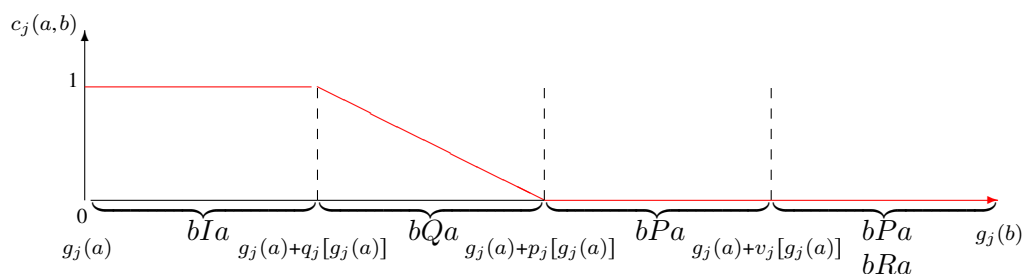


Figura 3.3: Gráfico para Pseudo Critério

3.2.5 Determinação de Pesos dos Critérios

Outro passo de grande importância para a maioria dos métodos de AMD é a atribuição de pesos, sendo em alguns deles, a única forma de imprimir uma relação inter critérios

(ALMEIDA, 2010). Estes pesos são estabelecidos pelo decisor, onde o critério que recebe um peso maior significa que é o mais importante na visão do decisor (FIGUEIREDO et al., 2013), construindo automaticamente uma escala de importância dos critérios. Caracterizado com métodos não compensatórios, os métodos que utilizam pesos para imprimir um escala de importância (INFANTE et al., 2014). ou seja, não ocorre o *Trade-offs* (ALMEIDA, 2010).

3.2.6 Definição de Limites

Antes de prosseguir preparando o método para o seu uso, é necessário que o decisor estabeleça os limites ou limites de preferência, que foram mostrados nos gráficos anteriores. Isto pode ser feito atribuindo valor ou use a equação contida na equação 3.2 (VALLEÉ & ZIELNIWICZ, 1994).

$$\text{limite}(g_j(a)) = \alpha \cdot g_j(a_i) + \beta \quad (3.1)$$

3.2.7 Matriz Decisão

De forma geral, os métodos de AMD sob à luz de critérios c_j já selecionados, um conjunto de alternativas a_i um conjunto de consequências denominadas como função valor, que é dado por $g_j(a_i)$ e que trata apenas problemas discretos (FREITAS, 2004). Esta matriz configura a relação intra critério, onde são avaliadas cada alternativa à luz de cada critério (ALMEIDA, 2010). Para situações, onde tem-se apenas valores discretos, ocorre apenas a atribuição ou recolhimento de valores já existentes para cada interação alternativa versus critério. Contido na tabela 3.1 um exemplo geral.

Sua função principal é de reunir ou dar entrada nos dados na maioria dos métodos de AMD.

Tabela 3.1: Matriz Decisão - (ALMEIDA, 2010)

| | | | | |
|-------|------------|------------|-------|------------|
| | c_1 | c_2 | (...) | c_j |
| a_1 | $g_1(a_1)$ | $g_2(a_1)$ | (...) | $g_j(a_1)$ |
| a_2 | $g_1(a_2)$ | $g_2(a_2)$ | (...) | $g_j(a_2)$ |
| (...) | (...) | (...) | (...) | (...) |
| a_i | $g_1(a_i)$ | $g_2(a_i)$ | (...) | $g_j(a_i)$ |

3.2.8 Problemática

O decisor deve conhecer os tipos de problemáticas sugeridas no escopo da AMD para que escolha o método certo, pois para cada tipo de objetivo ou tipo de problema há um determinado método (ALEXANDRINI et al., 2007). Além de aspectos ligados às

preferências do decisor são geralmente considerados para a escolha de um método de apoio à decisão os tipos de problemática (HELMANN & MARÇAL, 2007). Portanto, as problemáticas funcionam, de modo prático, como classificador dos métodos de AMD.

O conjunto ou tipos de problemática de forma geral é formado de quatro tipos Roy (1996) *apud* (ALMEIDA, 2010) contidos na lista 3.2.8:

- Problemática de Escolha - P_α : Selecionar a "melhor" alternativa ou as melhores alternativas (HELMANN & MARÇAL, 2007) do rol de alternativas;
- Problemática de Classificação - P_β : Separam as alternativas em classes de acordo com características definidas *a priori* Roy (1996) *apud* Almeida (2010);
- Problemática de Ordenação - P_γ : Gera uma ordenação das alternativas (ALEXANDRINI et al., 2007) ou um ranking, partindo da melhor em direção a pior;
- Problemática de Descrição - P_σ : Realiza um descrição das alternativas (ALEXANDRINI et al., 2007; HELMANN & MARÇAL, 2007);

Outros elementos particulares, ou aplicações pontuais, de um grupo já restrito de métodos serão trabalhados nas seções a seguir. Esta estratégia vem ao encontro de um melhor entendimento do método que será usado na confecção do estudo e proporcionará ganho de tempo na pesquisa.

3.3 Família ELECTRE

Dentre vários conjuntos de métodos de AMD, como dito anteriormente um dos objetivos deste trabalho é encontrar um método que construa um ranking de recebedores, por isso o interesse em pesquisar as Famílias ELECTRE e PROMETHEE, pois este conjunto de métodos reportam a problemática de ordenação P_γ (ROY, 1978). Portanto, será feita uma revisão para o melhor e mais profundo entendimento do método ELECTRE III, que é o método da família ELECTRE que tem a capacidade de ordenar.

3.3.1 ELECTRE III

O ELECTRE III é um método desenvolvido pela escola francesa de AMD, tem como características gerais a problemática P_γ . Então estabelece uma ordem, um ranking de alternativas (NORESE, 2006), não descartando nenhuma, mas estabelecendo uma sequência que parte da melhor para a pior alternativa; usa como forma de interação de suas alternativas o pseudo critério, onde são construídos dois limites de preferência, o da indiferença I e preferência P , estabelecendo assim os intervalos de interações Gomes et al. (2004) *apud*

Figueiredo (2013) tendo então as relações de indiferença I , fraca preferência Q e forte preferência P ; e é um método não compensatório, então tem-se uma escala de importância entre os critérios.

O método ELECTRE III é dividido em duas fases, a primeira delas tem o objetivo de encontrar ou testar os índices de concordância e discordância parciais de cada par de alternativas e a construção do matriz grau de credibilidade, que é base indireta de informações para a segunda e derradeira etapa. Vale lembrar que no momento onde os testes das relações à luz de cada critério deve-se testar os pares nos dois sentidos, ou seja, aRb e bRa , onde R é a presença de algum tipo de relação. A segunda obtém as duas pré ordens completas, denominadas por Almeida e Costa (2002) como destilações e a confecção do ranking final.

Antes da 1ª fase há alguns pontos que devem ser executados, independente do método, são as etapas listadas anteriormente na seção elementos básicos como definição de alternativas, de critérios e a escolha do método, dentre outras.

3.3.1.1 1ª Fase Método Electre III

Na primeira parte do Electre III, o usuário (decisor) deve encontrar os índices de concordância e discordância parciais para cada critério, construindo para cada um dos critérios usados, uma matriz concordância e discordância parcial, sendo pilares para a construção das matrizes Grau de Credibilidade e Sobreclassificação, esta última é fonte de dados para a segunda fase. Esta fase geralmente é realizada nos outros métodos da Família Electre com algumas modificações, então, para um melhor entendimento é necessário percorrer o passo a passo do método que será listado abaixo e com mais detalhes. Este modelo 3.3.1.1 de passos foi criado apoiado nos trabalhos de Roy (1978), Almeida (2010), Buchanan (1999), Freitas (2004) e Ehrlich (1996).

1. Estabelecer os limites de Indiferença I , Preferência P e para alguns casos específicos o decisor pode ou não estabelecer o limite de Fraca Preferência Q entre os limites de indiferença e preferência;
2. Determinar os índices de concordância parcial para cada critério - $c_j(a,b)$;
3. Determinar o índice de concordância global - $c(a,b)$
4. Determinar o índice de discordância para cada critério - $d_j(a,b)$
5. Determinar o grau de credibilidade - $G_c(a,b)$

Agora, são explorados cada um dos itens anteriores. Isto tem o objetivo de mostrar o método nos seus detalhes além de apurar a sua técnica de uso.

Para estabelecer os limites de preferência o decisor pode escolher dois caminhos: Estabelecer de forma direta os valores dos limites e realizar através do uso da equação 1.2, como indicado por Freitas (2013), sendo adotado neste trabalho, pois é uma forma de proteger o método de possíveis tendências ou vícios do decisor. Tendo o usuário de determinar apenas os valores de α e β para cada limite, contudo Freitas (2013) recomenda que o valor seja de α igual a 0 (zero).

Neste ponto é necessário decidir pelo uso da relação de veto v ou incomparabilidade J (EHLICH, 1996), pois aqui serão definidos os valores de β_q , β_p e β_v . A partir desta definição há para todos as pares de alternativas (a, b) à luz de todos os critérios o estabelecimento dos limites de preferência, realizado usando a equação 3.2.

$$\text{limite}(g_j(a)) = \alpha \cdot g_j(a_1) + \beta \quad (3.2)$$

Já para definir e construir os índices de concordância parciais e as matrizes concordâncias parciais, contida na figura 3.2, respectivamente para cada critério, é usado a equação 3.3 (FREITAS, 2004), ela testa se há e qual é o tipo de relação para cada par de alternativas (a, b) .

$$c_j(a, b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } g_j(a) + p_j[g_j(a)] \leq g_j(b) \\ \in]0, 1[& \text{se } g_j(a) + q_j[g_j(a)] < g_j(b) < g_j(a) + p_j[g_j(a)] \\ = 1, & \text{se } g_j(a) + q_j[g_j(a)] \geq g_j(b) \end{cases} \quad (3.3)$$

Com os resultados de cada relação a mão, o decisor deve construir as matrizes de concordâncias parciais $c_j(a, b)$ para posteriores passos. A seguir a figura 3.2, mostra como as alternativas se interagem (ALMEIDA, 2010) e como se constroem as matrizes concordância parcial. Os valores locados na diagonal principal da matriz é sempre igual a 1 (um), pois os cálculos são realizados com uma única função valor, portanto introduzindo valores iguais na equação 3.3 encontrará sempre o resultado 1 (um). Para todas as outras células das matrizes concordância parcial, verifica-se as relações de preferência, onde estas relações se dão através da comparação entre a função valor $g_j(a)$ de uma alternativa com a função valor $g_j(b)$, formando o par naquela interação e à luz de um critério apenas. Para a configuração de comparação par a par (ALMEIDA, 2010; EHLICH, 1996) é extraída informações da Matriz Decisão apresentado na figura 3.1.

Tabela 3.2: Matriz Concordância Parcial - $c_j(a, b)$

| | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| C_j | a | b | c | d |
| a | $c_j(a, a)$ | $c_j(a, b)$ | $c_j(a, c)$ | $c_j(a, d)$ |
| b | $c_j(b, a)$ | $c_j(b, b)$ | $c_j(b, c)$ | $c_j(b, d)$ |
| c | $c_j(c, a)$ | $c_j(c, b)$ | $c_j(c, c)$ | $c_j(c, d)$ |
| d | $c_j(d, a)$ | $c_j(d, b)$ | $c_j(d, c)$ | $c_j(d, d)$ |

Os resultados de cada par de alternativas à luz de todos os critérios, aplicando-se seus respectivos pesos na equação 3.4 (FREITAS, 2004), constroem-se a matriz concordância global, que é dada pela tabela 3.3, sendo um dos pilares para determinação do grau de credibilidade (BUCHANAN et al., 1999). Neste ponto há a efetivação da avaliação inter critério (ALMEIDA, 2010), produzindo diferenciação suficiente para que haja o estabelecimento de um ranking.

$$c(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^m (k_j \cdot c_j(a,b))}{\sum_{j=1}^m k_j} \quad (3.4)$$

- $c(a,b)$ = Índice de Concordância Glogal;
- K_j = Pesos de cada Critério;
- $c_j(a,b)$ = Índice de Concordância Parcial;

Tabela 3.3: Matriz Concordância Global - $c(a,b)$

$$c(a,b) = \begin{array}{c|cccc} & a & b & c & d \\ \hline a & c_j(a,a) & c_j(a,b) & c_j(a,c) & c_j(a,d) \\ \hline b & c_j(b,a) & c_j(b,b) & c_j(b,c) & c_j(b,d) \\ \hline c & c_j(c,a) & c_j(c,b) & c_j(c,c) & c_j(c,d) \\ \hline d & c_j(d,a) & c_j(d,b) & c_j(d,c) & c_j(d,d) \\ \hline \end{array}$$

A característica que difere as famílias ELECTRE e PROMETHEE, são os índices de discordância, que funcionam como um filtro ou veto a concordância (ALMEIDA, 2010). O mecanismo que o determina é muito parecido com o do índice de concordância parcial $d_j(a,b)$, veja a equação 3.5 e o gráfico da figura 3.4 (ROY, 1978) para visualizar melhor a determinação das matrizes discordância $d_j(a,b)$ realizada na tabela 3.4 para cada critério quanto a determinação do veto a concordância. Lança-se mão dos valores das funções valor $g_j(a)$ e $g_j(b)$, da matriz decisão 3.3 em cada par de alternativas à luz de cada critério, não esquecendo nunca dos pares invertidos.

$$d_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } g_j(b) \leq g_j(a) + p_j[g_j(a)] \\ \in]0, 1[& \text{se } g_j(a) + p_j[g_j(a)] < g_j(b) < g_j(a) + v_j[g_j(a)] \\ = 1, & \text{se } g_j(b) \geq g_j(a) + v_j[g_j(a)] \end{cases} \quad (3.5)$$

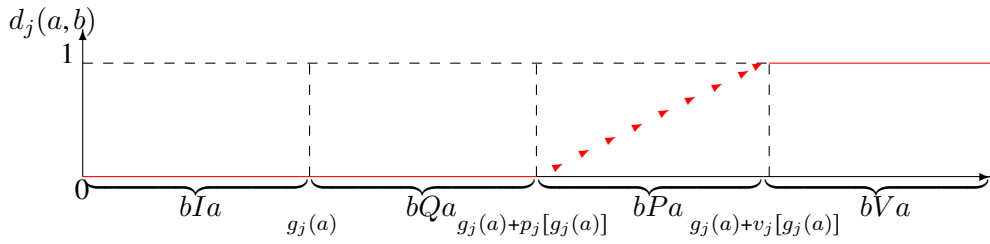


Figura 3.4: Gráfico para Discordância

Tabela 3.4: Matriz Discordância Parcial - $d_j(a, b)$

| | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| d_j | a | b | c | d |
| a | $d_j(a, a)$ | $d_j(a, b)$ | $d_j(a, c)$ | $d_j(a, d)$ |
| b | $d_j(b, a)$ | $d_j(b, b)$ | $d_j(b, c)$ | $d_j(b, d)$ |
| c | $d_j(c, a)$ | $d_j(c, b)$ | $d_j(c, c)$ | $d_j(c, d)$ |
| d | $d_j(d, a)$ | $d_j(d, b)$ | $d_j(d, c)$ | $d_j(d, d)$ |

O grau de credibilidade (Tabela 1.5), segundo Almeida (2010), indica quanto é a credibilidade de sobreclassificação de a sobre b , como valores entre 0 e 1. Segundo Almeida (2010), é a essência da etapa de normalização, sendo formada por valores contidos no intervalo $[0, 1]$. Este passo é executado submetendo os valores da matriz concordância global organizados através da 3.3 e das matrizes discordância da tabela 3.4 a uma condição contida ou expressa através da equação 3.5.

$$G_c(a, b) = \begin{cases} c(a, b), & \text{se } d_j(a, b) \leq c(a, b), \forall j \\ c(a, b) \cdot \prod_{i: d_j \geq c(a, b)} \frac{1 - d_j(a, b)}{1 - c(a, b)} \end{cases} \quad (3.6)$$

Tabela 3.5: Matriz Credibilidade - $S(a, b)$

| | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | a | b | c | d |
| a | $G_c(a, a)$ | $G_c(a, b)$ | $G_c(a, c)$ | $G_c(a, d)$ |
| b | $G_c(b, a)$ | $G_c(b, b)$ | $G_c(b, c)$ | $G_c(b, d)$ |
| c | $G_c(c, a)$ | $G_c(c, b)$ | $G_c(c, c)$ | $G_c(c, d)$ |
| d | $G_c(d, a)$ | $G_c(d, b)$ | $G_c(d, c)$ | $G_c(d, d)$ |

Como dito, este é o último passo da 1ª fase do processo de interação e tratamento dos dados para a determinação de uma ordenação. Passa-se agora para segunda fase, onde a exemplo desta primeira, existem alguns passo para cumpri-la.

3.3.1.2 2ª Fase do Método Electre III

Esta fase tem o objetivo de obter duas pré-ordens completas (FREITAS E COSTA, 1998 *apud* (ALMEIDA, 2010; FIGUEIREDO et al., 2013)). Para a primeira, denominada

destilação decrescente, e a segunda, denominada crescente. Antes porém, dentre vários, Almeida (2010) sugere um procedimento de destilação:

Para a primeira pré-ordem, usa-se um processo chamado destilação decrescente, que segue o seguinte algoritmo:

1. A partir do conjunto A , seleciona-se a melhor alternativa a_j , que é chamada de primeira destilação D_1 ;
2. A Alternativa em D_1 é retirada do conjunto A , que passa ser denominado de A' ;
3. Repete-se os processos um e dois sobre o conjunto A' remanescente, obtendo a segunda destilação D_2 e assim sucessivamente até alcançar a alternativa com pior desempenho;

A segunda pré-ordem é definida através do processo de destilação crescente, na qual a partir da alternativa a_j com menor desempenho, executa o processo um e dois, anteriormente descrito.

Para se avaliar as alternativas, são utilizados alguns índices para a determinação do desempenho de cada uma das alternativas.

Para isto utiliza-se o valor $\lambda = \max_{a,b} S(a,b)$ como referência para considerar a sobreclassificação, ou seja o primeiro λ é sempre o maior valor encontrado em $S(a,b)$. Isto é aplicado utilizando os valores próximos de λ . Para tal usa-se os valores de $S(a,b)$ maiores do que $\lambda - s(\lambda)$, onde $s(\lambda)$ é um limiar determinado de forma a permitir a seleção de valores próximos de λ . Na literatura há a recomendação para usar-se $s(\lambda) = 0,3 - 0,15\lambda$. Diz-se então que a é λ -preferível a b , se a $S(a,b)$ é aceita.

3.4 Família PROMETHEE

A exemplo da família ELECTRE, a família PROMETHEE também estabelece duas fases de construção: a primeira constrói a relação de sobreclassificação, incluindo informações entre as alternativas e os critérios e a segunda a exploração das relações para a tomada de decisão Brans e Mareschal (2002) apud Almeida (2010). Também no rol de características comuns, trata-se de métodos não compensatórios (ALMEIDA, 2010).

O que diferem os métodos PROMETHEE são os tipos de problemática e as formas que os critérios são estabelecidos, este último merece uma atenção especial, pois o formato é diverso ao da família ELECTRE. No que tange a problemática segundo Silva (2014) dos métodos PROMETHEE são:

- Problemática de Escolha - P_α : para os métodos PROMETHEE IV e VI;

- Problemática de Ordenação (*Outranking*) - P_γ : para os PROMETHEE I, II, IV, V e VI;

O objetivo neste ponto do trabalho é definir qual método que será usado para se construir um ranking que estabeleça ou ajude a sugerir uma sequência de entregas. Para isso é preciso explorar, o grupo formado pela problemática de ordenação, a procura de características que torne uma opção segura e amigável para a comparação com o método ELECTRE III, que foi definido como a melhor opção no grupo formado pela família ELECTRE.

3.4.1 Etapas de Comuns aos Métodos PROMETHEE

No início deste capítulo já foram estabelecidas as etapas comuns a qualquer método de AMD, com isso ganha-se tempo, partindo direto para questões comuns à família PROMETHEE e logo ao grupo restrito pela forma da problemática, o estabelecimentos dos critérios e por alguma potencial característica que ainda não foi apresentada.

3.4.2 Determinação de Pesos aos Critérios

Diferentemente da família ELECTRE na família PROMETHEE os pesos dos critérios são estabelecidos antes mesmo da escolha do método (ALMEIDA, 2010). Para alguns dos métodos ELECTRE pode ter ou não tem, a atribuição de pesos, já nos da família PROMETHEE é um passo comum a todos.

Este processo imprime aos critérios uma escala de importância, com isto é possível estabelecer além da própria escala, a inter relação entre os critérios (ALMEIDA, 2010; GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011).

3.4.3 Função de Preferência

A função preferência é dada de acordo com Resende, Rangel e Gomes (2010), Silva, Shramm e Rangel (2014) e Gonçalves (2011) na equação 3.7, que resulta da diferença entre as funções valores de a e b , onde esses valores são submetidos aos algoritmos que estabelecem a relação de preferência, que são expressos através dos parâmetros de $F_j(a, b)$, que são os valores 0 e 1 (ALMEIDA, 2010), este processo é denominado de normalização (ALMEIDA, 2010; RESENDE et al., 2010), que serve para serem inclusos na função de sobreclassificação que é tratada mais adiante deste trabalho.

$$d_j(a, b) = [g_j(a) - g_j(b)] \quad (3.7)$$

3.4.4 Classificação de Critérios

São as formas que os pares de valores das alternativas são submetidos para sustentar a normalização e assim poder estabelecer uma sobreclassificação, no caso da família PROMETHEE são 6 tipos de interação. A seguir são listadas as formas de interação baseado em Gonçalves e Belderrain (2011), Silva, Shramm e Rangel (2014) e Resende, Rangel e Gomes (2010).

3.4.4.1 Critério Usual

Veja que nesta forma não há um parâmetro que estabeleça um intervalo de relação, é um formato de critério verdadeiro onde não há lineares de preferência, ou seja, a relação I é estabelecida em $F_j(a,b)$ igual a zero e aPb quando $F_j(a,b)$ é maior que zero. A equação 3.8 contém a regra que estabelece a condição para qual tipo de relação de a e b possuem.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \\ = 1, & \text{se } d_j(a,b) > 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

Na figura 3.5 pode-se ver com melhor clareza o comportamento de $F_j(a,b)$, assumindo os valores 0 ou 1, dependendo é claro do valor da diferença encontrada entre as funções valor das alternativas a e b .

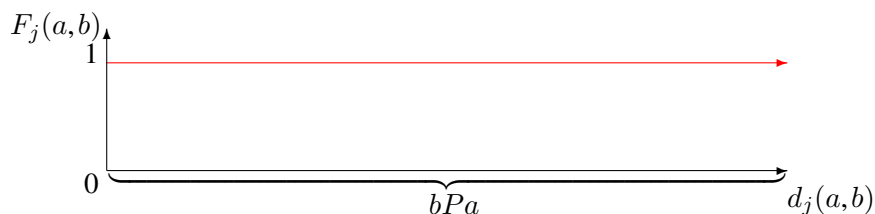


Figura 3.5: Gráfico para Critério Usual

3.4.4.2 Quase Critério

Neste tipo de critério é definindo apenas um parâmetro q que é o limiar ou limite de fracas preferência entre as alternativas que compõem o par, estabelecendo assim um intervalo de valores entre 0 e q onde a relação é de indiferença e $F_j(a,b)$ assume o valor zero, já para que $F_j(a,b)$ seja igual a 1 o valor da diferença entre a e b é maior que o limite q . A regra contida na equação 3.9 evidencia tal fato.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } d_j(a,b) \leq q \\ = 1, & \text{se } d_j(a,b) > q \end{cases} \quad (3.9)$$

O gráfico contido na figura 3.6 mostra a diferença entre as formas de critério usual e

quase critério, onde a segunda estabelece um intervalo de valores entre zero e o limiar q_j , onde a função $F_j(a,b)$ assume o valor zero, passando no limiar q_j , sendo este o ponto de transição da relação de preferência, permitindo uma pequena flexibilização no estabelecimento das relações, onde a relação de indiferença entre as alternativas a e b não é pontualmente determinada apenas quando $d_j(a,b)$ é igual a zero, mas num conjunto de valores um pouco maiores que zero.

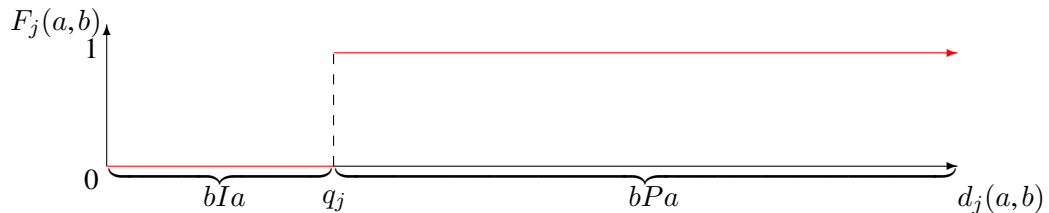


Figura 3.6: Gráfico para Quase Critério

3.4.4.3 Limiar de Preferência

Quanto a esta forma de critério, há uma definição de parâmetro de preferência p e em vez de uma mudança pontual, há uma transição de valores contínuos e de forma progressiva que ocorre entre os valores 0 e 1. A equação 3.10 é o algoritmo que estabelece a relação de preferência e prepara as alternativas para a segunda fase do método, que será trabalhada mais adiante para todos os métodos, mas por enquanto veja a equação que se encontra a seguir.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \\ = \frac{d_j(a,b)}{p}, & \text{se } 0 < d_j(a,b) \leq p \\ = 1, & \text{se } d_j(a,b) > p \end{cases} \quad (3.10)$$

A figura 3.7 contém o gráfico que permite uma melhor visualização de todos os componentes das regras para determinação de $F_j(a,b)$, dentre elas destaque-se a linha inclinada que representa a transição e maior diferença para as duas formas anteriores.

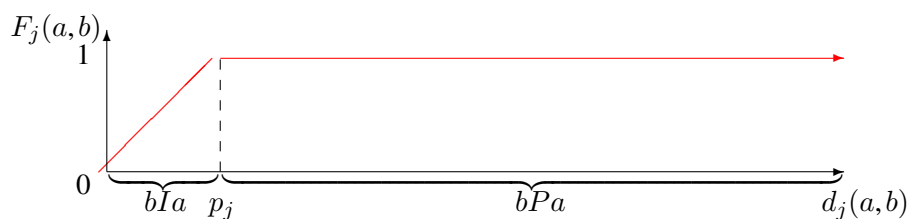


Figura 3.7: Gráfico para Limiar de Preferência

3.4.4.4 Forma de Níveis

A atual forma estabelece, como o próprio nome diz, níveis que representam, cada um deles, um determinado tipo de relação de preferência. Estes níveis que são representados

por $F_j(a,b)$ iguais 0, $\frac{1}{2}$ e 1, são na verdade, representantes dos intervalos de valores que $d_j(a,b)$ pode ter, isto é claro que depende de suas respectivas funções valores do par de alternativas analisado à luz de um determinado critério. Veja na equação 3.11 o algoritmo usado para se encontrar qual a relação que o par de alternativas possui.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } |d_j(a,b)| \leq q \\ = \frac{1}{2}, & \text{se } q < |d_j(a,b)| \leq p \\ = 1, & \text{se } |d_j(a,b)| > p \end{cases} \quad (3.11)$$

A figura 3.8 mostra um gráfico que materializada em regras contidas no algoritmo da equação 3.11, isso é possível ver os valores de $F_j(a,b)$ nivelados a cada intervalo de valores de $d_j(a,b)$.

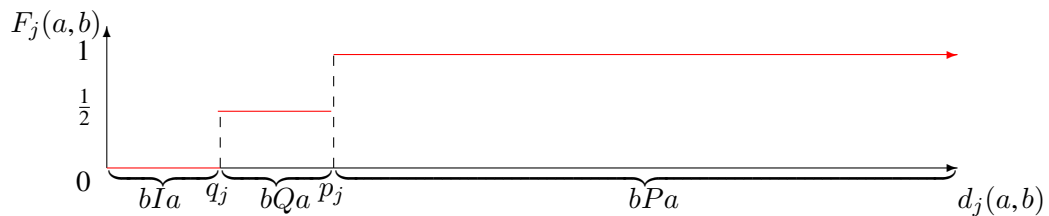


Figura 3.8: Gráfico para Forma de Níveis

3.4.4.5 Forma Linear

Nesta forma há um outra evolução, talvez pode-se dizer que a reunião de soluções de todos os métodos da família PROMETHEE, onde tem-se três intervalos, respectivamente representantes das relações de indiferença, fraca preferência e forte preferência, além de dois lineares q e p que determinam estes intervalos. Neste método tem-se plena flexibilização das relações, devido aos intervalos e as mudanças com valores contínuos de forma progressiva entre elas, a equação 3.12 mostra o algoritmo que suporta a determinação do tipo de relação de preferência existe no par de alternativas analisado à luz de um critério, Onde $F_j(a,b)$ pode assumir 0, um valor qualquer entre 0 e 1 e o valor 1.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } |d_j(a,b)| \leq q \\ = \frac{(|d_j(a,b)| - q)}{(p - q)}, & \text{se } q < |d_j(a,b)| \leq p \\ = 1, & \text{se } |d_j(a,b)| > p \end{cases} \quad (3.12)$$

A figura 3.9 mostra claramente a presença de todos os componentes que permite uma maior flexibilização e a ausência total de uma mudança pontual e descontínua entre os intervalos de preferência.

Esta forma é a mais parecida com o ELECTRE III (ALMEIDA, 2010).

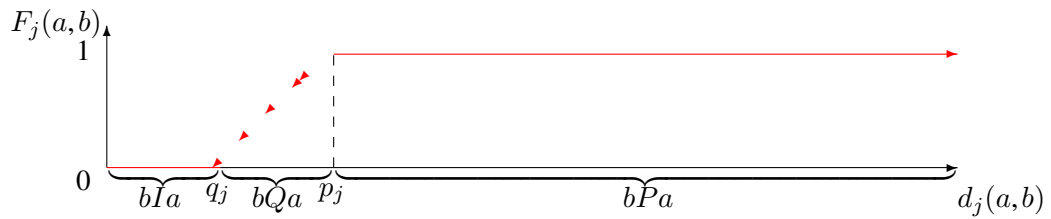


Figura 3.9: Gráfico para Forma Linear

3.4.4.6 Forma de Critério Gaussiano

Diferente de todas as outras, esta introduz a distribuição normal para estabelecer ou quantificar o tamanho de $F_j(a,b)$, onde a indiferença ocorre no valor de $d_j(a,b)$ igual a zero. A relação de preferência pode ser determinada ou assumida em qualquer outro valor maior que zero, a equação 3.13 é a regra para estabelecimento da relação de preferência.

$$F_j(a,b) = \begin{cases} = 0, & \text{se } d_j(a,b) = 0 \\ = -exp(-\frac{d_j(a,b)^2}{2\sigma^2}), & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \end{cases} \quad (3.13)$$

A figura 3.10, permite a visualização da forma de sino, característica de curvas de distribuição normal, isto permite a melhor visualização da forma Gaussiana.

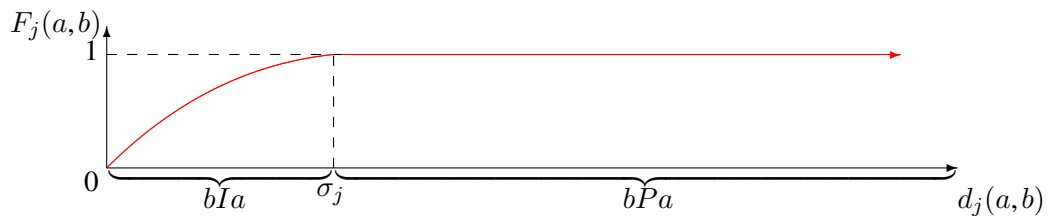


Figura 3.10: Gráfico Gaussiano

Nesta seção percorrem-se as 6 formas que personalizam os métodos da família PROMETHEE. A diferença da família ELECTRE, é que os métodos PROMETHEE podem assumir qualquer destes tipos de critério, ao ponto que a família ELECTRE se caracteriza pela forma única de lidar com os critérios, isto personaliza cada método. Isto pode ser um ponto de vantagem para os métodos PROMETHEE, mas ainda assim não pode-se determinar a escolha, pois há algumas investigações a se realizar, a próxima é a segunda etapa, que nesta família é um dos diferenciais entre os métodos.

Apesar de ser estabelecido qual tipo de relação de preferência em qualquer uma das formas de critério apresentadas anteriormente, é importante frisar antes de prosseguir que não há a medida correta de tal relação, ou seja, como os valores foram calculados para cada par, isoladamente para cada critério é necessário reunir todos estes dados encontrados e confirmar se realmente há tal relação de preferência, no item seguinte isto será melhor explicado.

3.4.5 Intensidade de Preferência do PROMETHEE

Também denominado de Grau de Sobreclassificação por Almeida (2010), este passo completa, por assim dizer, a modelagem de critério adotada. Isolando os pares à luz de cada critério, reconhece pontualmente a relação de preferência existente. Para ter certeza da generalidade da relação é necessário submeter todos os resultados pontuais encontrados em $F_j(a,b)$ com os pesos de todos os critérios, isto é realizado através da equação 3.14 que segue abaixo (GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011), onde generalidade da relação pode ser definida para reunião de todos os resultados de $F_j(a,b)$ de todos os critérios.

$$\pi(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^k p_j F_j(a,b)}{\sum_{j=1}^k p_j} \quad (3.14)$$

É importante dizer que o resultado da equação 3.14, determina o nível de intensidade de preferência de a sobre b , pois quanto maior, mais preferível é a alternativa a sobre b (SILVERIO et al., 2007).

Para continuar o decisor deve cumprir um passo muito importante para alcançar as destilações, para iniciar ou sustentar a segunda fase dos métodos PROMETHEE é necessário encontra os fluxos de sobreclassificação (ALMEIDA, 2010; GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011), que será tratada no item seguinte.

3.4.6 Fluxos de Sobreclassificação

Pode ser considerada como ponta pé inicial para construção do ranking final das alternativas, neste passo implementa dois indicadores que segundo Almeida (2010) são encontrados através das equações 3.15 e 3.16 (GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011), que se segue.

Fluxo de Sobreclassificação de saída da alternativa a . Este representa a intensidade de preferência de a sobre todas alternativas b no rol de alternativas, este fluxo positivo representa a intensidade em que uma alternativa é preferida ou supera todas as outras (BELTON, STEWART, 2002) apud (GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011), portanto quanto maior $\Phi^+(a)$, maior a intensidade melhor (ALMEIDA, 2010).

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b) \quad \text{ou} \quad \Phi^+(a) = \frac{\sum_{b \in A} \pi(a,b)}{n-1} \quad (3.15)$$

Fluxo de Sobreclassificação de entrada da alternativa a . Este, por sua vez, mostra a intensidade de preferência de b sobre todas as alternativas a no rol de alternativas, este

fluxo negativo representa a intensidade em que uma alternativa é superada pelas as demais (BELTON, STEWART, 2002) apud (GONÇALVES & BELDERRAIN, 2011).

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad \text{ou} \quad \Phi^-(a) = \frac{\sum_{b \in A} \pi(b, a)}{n - 1} \quad (3.16)$$

É importante frisar que quando as equações 3.15 e 3.16 possuem duas formas, a segunda foi proposta por Brans e Mareschal (2002) (ALMEIDA, 2010), onde as $n - 1$ alternativas divide a somatória de $\pi(a, b)$ ou este processo normaliza os indicadores segundo (RESENDE et al., 2010).

Finalizada a primeira e comum fase dos métodos PROMETHEE será apresentada uma lista e suas peculiaridades encontradas nos métodos da família, a partir de agora serão explorados alguns métodos que rodeiam o interesse do trabalho, portanto somente serão trabalhados, a princípio os métodos que problemática γ ou de ordenação. Outro ponto, independente de qual o método dentre os da família PROMETHEE, terá forma linear para lidar com seus critérios.

3.4.7 PROMETHEE I

Este método estabelece duas pré ordens parciais com os indicadores $\Phi^+(a)$ e $\Phi^-(a)$, respectivamente decrescente e crescente (ALMEIDA & COSTA, 2002; BRANS & VINCKE, 1985; SILVA et al., 2014).

Com estas duas pré ordens à mão o decisor interage os seus resultados para produzir uma pré ordem parcial, estabelece-se a partir daí três relações, Preferência P , Indiferença I e Incomparabilidade J , sendo obtidas através das equações 3.17, 3.18 e 3.19 que se segue (ARAÚJO & ALMEIDA, 2009; BRANS & VINCKE, 1985):

3.4.7.1 Preferência P

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) \leq \Phi^-(b); \text{ ou } \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (3.17)$$

3.4.7.2 Indiferença I

$$\Phi + (a) = \Phi + (b) \text{ e } \Phi - (a) = \Phi - (b); \quad (3.18)$$

3.4.7.3 Incomparabilidade J

$$\Phi + (a) > \Phi + (b) \text{ e } \Phi - (b) < \Phi - (a); \text{ ou } \Phi + (b) > \Phi + (a) \text{ e } \Phi - (a) < \Phi - (b) \quad (3.19)$$

3.4.8 PROMETHEE II

É um método que possui uma pré ordem completa (YUEN & TING, 2012), baseada no fluxo líquido de $\Phi(a)$, que é obtido através da equação 3.20 (YUEN & TING, 2012).

$$\Phi(a) = \Phi + (a) - \Phi - (a) \quad (3.20)$$

A partir deste indicador, o decisor organiza uma ordem decrescente, estabelecendo a pré ordem completa com base nas relações contidas nas equações 3.21 e 3.21, respectivamente: Preferência P e Indiferença I (BRANS & VINCKE, 1985).

3.4.8.1 Preferência P

$$aPb \text{ se } \Phi(a) > \Phi(b) \quad (3.21)$$

3.4.8.2 Indiferença I

$$aIb \text{ se } \Phi(a) = \Phi(b) \quad (3.22)$$

A percepção que se tem é de que a literatura de um modo geral explora ou usa muito mais os métodos I e II da família PROMETHEE e por este motivo não vamos incluir neste trabalho os PROMETHEE III, IV, V e VI, além disso segundo Brans e Mareschal (2002)

apud Almeida (2010) e Araujo e Almeida (2009), diz que são métodos mais específicos e para tomadas de decisões mais complexas.

Finalmente, após explorar as famílias ELECTRE e PROMETHEE, que são métodos de sobreclassificação (ALMEIDA, 2010; BRANS & VINCKE, 1985), escolhe-se o método utilizado neste trabalho. Esta escolha foi baseada em alguns pontos encontrados na literatura e na familiaridade que já tem-se com determinados métodos, portanto segue-se para a escolha.

3.5 Escolha do Método

Definindo qual das duas famílias, talvez seja o suficiente para escolher qual método de AMD que será usado para estabelecer o ranking de recebedores, partindo do melhor para o pior recebedor à luz de uma lista de critérios, que serão escolhidos mais adiante. A definição de qual das famílias pode economizar um tempo preciso, pois se for definida a família ELECTRE, neste conjunto já escolheu-se previamente o ELECTRE III, pelos motivos de ser um método de problemática γ e adotar o pseudo critério como forma para tratá-los e com isto ter a flexibilidade característica do ELECTRE III, já discutida no item sobre a família ELECTRE.

Segundo Almeida (2010), uma diferença fundamental entre as duas famílias de sobreclassificação é o uso do conceito de discordância pela ELECTRE e o não uso pelo PROMETHEE, perdendo este último o poder de veto impresso pela índice de discordância, este ponto é fundamental e suficiente para que se escolha a família ELECTRE, mesmo que a facilidade de uso dos métodos PROMETHEE possa ser tentador, pois as interações ou passo são em menor número e menos complexo, até mesmo a ausência do cálculo do índice de discordância trás esta facilidade. Outro ponto que influenciou na decisão é o fato que outras desvantagens dos métodos PROMETHEE são comuns aos da família ELECTRE, como a reversão de ordem, relações não-transitivas e a comparação par a par (ALMEIDA, 2010).

Outro ponto de decisão é o acesso a *software* desenvolvido pela *Université Paris Dauphane* e já foi realizado experimentos o utilizando, caracterizando um familiaridade quanto ao seu uso.

Definido como o método de análise de multicritério a tomada de decisão (AMD), o ELECTRE III mostra-se perfeitamente capaz de estabelecer um ranking (*outranking*) de recebedores de cargas, daqui por diante será trabalhados outros pontos ou ferramentas que contribuirão para a realização com sucesso deste estudo.

Capítulo 4

Metodologia

4.1 A Problemática

Considerado por muitos como um problema crônico com tendência a piorar, a produtividade em operações de distribuição já algum tempo vem tomando a atenção de profissionais e estudiosos da área. Para muitos é um terreno desértico para se tentar ganhar competitividade. Para outros há algumas soluções que ainda não foram testadas, ou pelo menos não foram testadas à exaustão.

Do ponto de vista daqueles que são cépticos, os obstáculos como números crescentes de população e automóveis, de maneira geral e também nas regiões metropolitanas, como a do Rio de Janeiro que conta com uma frota de 4.303.877 veículos (DENATRAN, 2015) e uma população de 12.231.462 habitantes (IBGE, 2015) confinados em $6.734,31\text{km}^2$ (IBGE, 2015). Configura um cenário desfavorável em que muitos se negariam a buscar soluções para uma realidade tão adversa. Mas em contraponto, as mesmas características constroem um mercado bastante atrativo a indústrias e distribuidores, que vêem uma oportunidade mercadológica. Portanto, é dada a missão e perene de tentar e fornecer à indústria de transporte ferramentas que possibilitam melhorar seus níveis de produtividade, ou pelo menos mantê-los.

Tendo este desafio, firmou-se a parceria entre a universidade e o objeto de estudo que tem diariamente de operacionalizar entregas nesse ambiente sobrecarregado de pessoas e automóveis, que disputam cada centímetro de uma malha urbana estagnada e negligenciada pelo estado.

Para tanto houve a necessidade de implementar passos na direção do uso de alguma ferramenta, que pudesse de alguma forma contribuir para melhoria do serviço prestado por este operador logístico.

4.1.1 Escolha do Método

Durante algumas visitas *in loco* e também baseado na experiência profissional do autor desta dissertação, o maior tempo gasto numa operação de distribuição é parado em filas nos pontos de entregas. Baseado nisto, começou-se a busca de alguma ferramenta capaz de sequenciar as entregas, desta vez baseando a decisão em características de cada recebedor e não em pontos do próprio operador logístico.

Então teve-se contatos com os mais variados tipos de metodologias que poderiam sustentar o processo de sequenciamento, algoritmos e modelos das mais diversas origens da Pesquisa Operacional. Num primeiro momento foi definida a área de pesquisa, optando pela Análise de Multicritério à Tomada de Decisão por perceber que havia alguns métodos potencialmente capazes de lidar com uma gama razoável de variáveis e alternativas de forma bastante amigável de realizar. Partindo em seguida para um estudo dos mais diversos métodos que a literatura disponibiliza. Isto produziu o Capítulo 3 Análise de Multicritério à Tomada de Decisão.

No final desse capítulo, definiu-se pelo ELECTRE III por alguns motivos: capacidade de lidar com um número razoável de variáveis (critérios); adaptabilidade, pois conseguiu-se incluir, retirar e modificar as variáveis de forma bastante simples; flexibilidade, lida bem com variáveis contraditórias, quantitativas e qualitativas; acomodação, lidando bem com respostas imprecisas e é um método de ordenação, capaz de estabelecer um sequência ou ranking do melhor para o pior.

Contraopondo as qualidades, o método ELECTRE III não é tão dinâmico, ao ponto de definir um rota que estabeleça a menor distância a percorrer e equilibre as variáveis que estabelecem um perfil de cada recebedor, construindo um ranking. Mas o inverso também é verdadeiro e alguns algoritmos são capazes somente de lidar com a variável distância. Portanto, foi necessário estabelecer um zoneamento, com o objetivo de estabelecer fronteiras e determinar um limite máximo de ziguezagueamento dentro de cada Zona de Distribuição. Isto tornou possível o uso do ELECTRE III e a neutralização, por assim dizer, de suas deficiências.

4.1.2 Zoneamento

Durante a etapa de escolha do método, percebeu-se que não seria possível usar o método ELECTRE III sem que fosse implementado um zoneamento de toda a área de atuação do objeto de estudo. Amigável o suficiente para aceitar um ziguezagueamento das sequência de entregas.

Para tanto, foi necessário várias conversas com o setor de roteirização da empresa, observações *in loco* e por fim ancoragem no sistema do código de endereçamento postal. Ou seja, neste ponto foram propostas em algumas reuniões pré-zoneamento feitos em

mapas da região metropolitana do Rio de Janeiro e do Estado do Rio de Janeiro, posteriormente foram validadas usando o *Google Maps* para verificar se haveria algum empecilho para dimensionar as Zonas de Distribuições (ZD).

Outro ponto que foi percebido ao longo do processo de zoneamento, foi o seu potencial uso para a gestão de desempenho e produtividade, onde é possível analisar de forma descentralizada todas as ZD, permitindo ao gestor que estabeleça onde são seus pontos fortes e fracos.

A secundária função do zoneamento possibilita também a cobrança de tarifas diferenciadas e mais realistas, contribuindo ainda mais para a melhoria da competitividade da organização.

Sendo que o primário papel do zoneamento é viabilizar o uso do ELECTRE III como algoritmo sequenciador. Por sua vez, o zoneamento propriamente dito a memória de cálculo para a separação e triagem das cargas consolidadas que chegam para serem distribuídas.

4.1.3 Determinação dos Critérios

Talvez a etapa mais importante, pois o mal trabalho realizado nesta etapa com certeza influenciaria em um mal uso e funcionamento do ELECTRE III, sugerindo por sua vez, sequências que piorassem o desempenho da empresa e não contribuíssem para o sucesso do trabalho.

Esta fase demandou mais tempo e incursões ao objeto de estudo com objetivo central de colher o máximo de informações possíveis. Esta preocupação não foi em vão, pois mesmo na fase de testes houve problemas que levaram um retrocesso do trabalho, até que o programa trabalhasse bem e pudesse ser usado de forma a completar os testes de forma definitiva.

Então a estratégia adotada foi uma varredura total dentro da empresa. Desde reuniões com o proprietário, passando por reuniões e observações com os setores de roteirização e operações. Além destas, foram feitas observações gerais e conversar informais com colaboradores do setor de carga e descarga da empresa. E por fim foram feitas entrevistas com motoristas da empresa usando o questionário A.1 para colher mais dados.

Este procedimento teve como objetivos: a determinação propriamente dita e a determinação dos pesos para e criar assim um ordenação destes critérios de acordo com sua importância na determinação do perfil de cada um dos recebedores.

Com os critérios às mão, foi criado um questionário A.2 adequado a entrevistas rápidas, para que fossem colhidos dados diários para alimentação do sistema e este construísse uma sequência que privilegia os bons recebedores.

Estas entrevistas tiveram o objetivo de colher as performances de cada alternativa a

luz de cada critério. Para facilitar o manuseio e deixar os valores mais amigáveis, com exceção dos critérios peso da entrega, usou-se a escala *Likert*, onde opções qualitativas podem ser tratadas de forma quantitativa, através da atribuição de valores às opções de respostas de cada pergunta, contida no questionário de performances do recebedor A.2.

4.1.4 Simulações e Testes

Inicialmente fez-se 6 simulações com 10 variações cada, não incluindo a equipe de entrega neste momento, pois ainda não havia a certeza de pelo menos algo com potencial para ajudá-los na suas missões diárias. Então foram usados grupos de entregas que já tinham sido realizados. Eles serviram para ajudar a definir os limites de preferência, calibrando assim o *software* e simular várias configurações de pesos.

Num primeiro momento foi definido os limites de preferências, se seriam usados limites constantes ou proporcionais, Outra decisão foi definir ou não o uso de limites de veto. Estes passos são necessários para parametrizar o *software* de forma a produzir as melhores decisões.

Para tanto era necessário ancorar todas estas simulações, que são pré-testes. Este norte é o objetivo central de qualquer organização que produz entregas, realizar a entrega da maior quantidade possível de mercadorias, tendo com tudo, mais restrições.

Baseado nisto foram executadas simulações que serviram para calibrar o software do ELECTRE III. Para tal missão teve-se que criar um índice para estabelecer uma base de comparação entre as diversas alternativas de configurações de quantidades de critérios, formas e tamanho dos pesos. Este índice de produtividade, mede a eficiência potencial dos sequenciamentos.

Mas antes de qualquer teste, é realizada a sua submissão ao índice de produtividade, para ter-se uma noção se é ou não um bom caminho. Também é verificado se todas as entregas ocorrem em uma só zona de distribuição. E por fim, caso as entregas, abrangem várias zonas de distribuição, elas são sequenciadas de forma sedimentada, respeitando as fronteiras do zoneamento.

Não muito diferente do que as simulações, os testes operacionais têm, por sua vez, a base de comparação com índices de resultado real, alcançado pela organização usando a sua atual metodologia de trabalho.

Capítulo 5

Estruturação de Zonas de Distribuição

5.1 Introdução

O objetivo geral deste estudo é melhorar o desempenho de um operador logístico do Rio de Janeiro, para isto a organização assumiu para si uma tarefa que desde seu nascimento é realizada pelos seus motoristas, o sequenciamento das entregas, que apesar da submissão a um rígido controle operacional e de desempenho realizado pela empresa a cada um dos seus motoristas, ela não tem como melhorar, a não ser pela contratação de melhores profissionais, mas mesmo assim, hipoteticamente se esta chegar na melhor equipe, perderia o potencial de melhoria de desempenho. Para tanto é proposto o uso de uma ferramenta de apoio a tomada de decisão, o ELECTRE III (ROY, 1978), para ordenar os recebedores e sugerir um sequenciamento baseado neste ranqueamento dos pontos de entrega.

O alcance de um bom zoneamento para operações de distribuição fracionada na região metropolitana do Rio de Janeiro mostrou-se trabalhoso desde o início, pois alinhar manejo empresarial com metodologias, ferramentas acadêmicas e os obstáculos do próprio ambiente da cidade é um desafio.

Outro ponto que sempre orbitou como um objetivo específico que sustenta o projeto é o custo. Ou seja, propor uma nova ferramenta para um operador logístico do Rio de Janeiro na sua tarefa de roteirização para melhorar a sua eficiência não poderia ser concebida, a não ser com pouco investimento, adequado ao seu tamanho como distribuidor.

A definição do método de divisão das zonas de distribuição usado é também um dos objetivos que estão neste trabalho. A opção pelo CEP (CORREIOS, 2014) se deve à consolidação do sistema, que já é usado amplamente por empresas como o objeto de estudo, além do próprio Correio e ser do cotidiano de todas as pessoas envolvidas, conferentes¹, compradores, vendedores, etc. Além de ser algo de domínio público, e poder ser usado sem custos de licenças por qualquer empresa, diminuindo ainda mais o custo.

¹ Profissional responsável por receber as cargas nos pontos de entrega

A informatização da tarefa de separação das notas fiscais, realizada pelo roteirizador² do operador logístico, também é uma destas metas que são perseguidas neste estudo. Isto se deve ao consumo desnecessário de tempo por parte do profissional em realizar uma tarefa tão mecânica todos os dias, liberando este para processo mais refinado e que contribuem realmente para ganhos de competitividade da empresa.

5.2 O Uso do Cep

5.2.1 Definição

O CEP³ é definido pelos Correios (2014) como um conjunto numérico constituído de oito algarismos, cujo objetivo principal é orientar e acelerar o encaminhamento, o tratamento e a distribuição de objetos de correspondência, por meio da sua atribuição a localidades, logradouros, unidades dos Correios, serviços, órgãos públicos, empresas e edifícios. Utilizado neste trabalho devido seu amplo uso pelas organizações em geral, para aplicação nas diversas funções que as compõem (ARANHA, 1997)

Segundo Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2010) clientes próximos uns aos outros por meio de uma rede logística em grades ou em outra técnica de agrupamento. Todos esses clientes são representados por um único cliente deste grupo. Este grupo é chamado de zona do cliente. Uma técnica eficiente para agregar esses clientes é a utilização do código de endereçamento postal de cada um.

Apesar de já existir tecnologias que transportam o endereçamento postal contido nos cadastros dos clientes (recebedores), para o geoposicionamento em mapas que facilitam a sua localização, como é o caso do *Google Maps*, as duas formas não concorrem entre si, sendo perfeitamente utilizáveis juntamente. Mas neste trabalho, é proposta um sequenciamento de entregas baseados em critérios, não menos importantes do que o posicionamento geográfico, mas que buscam caracterizar os recebedores em geral.

Além de pontos anteriormente listados, a escolha de trabalhar com os CEPs se deve segundo Aranha (1997) que há bastante tempo, os usuários aprenderam a trabalhar com o CEP fazendo uso de suas propriedades de variável unidimensional discreta, armazenando-o em banco de dados, e utilizando listas ou faixas de CEP para descrever determinadas localizações.

Então através do CEP de cada ponto de entrega, foi construído zoneamento adequado e customizado a operação. Ou seja, o CEP funciona e é suficientemente robusto para sustentar a operação de separação, quanto ao sequenciamento, isto é tratado nos capítulos de AMD e no ítems critérios de ordenação deste capítulo.

²Profissional responsável por definir os carregamentos na empresa de distribuição

³Código de Endereçamento Postal

5.2.2 Estrutura

A capacidade do sistema do CEP provem de sua estruturação, ou seja, cada posição numérica designa uma característica do local referente. Então perfeitamente capaz de realizar a separação das cargas rodoviárias em subcargas urbanas, que respeitam um zoneamento, perfeitamente adequado a lógica contida nos CEPs.

O CEP é formado por oito algarismos, sendo que cada um deles tem um significado. O primeiro refere-se a região, o segundo a subregião, o terceiro a um setor, o quarto a um subsetor, o quinto a divisão de um subsetor e os três últimos números são os identificadores de distribuição ou sufixos (ARANHA, 1997; CORREIOS, 2014). Esta lógica possibilita que as divisões sejam tratadas como faixas de CEP (ARANHA, 1997), Sendo que esses intervalos de valores que representam cada uma das localidades no território nacional.

Este mecanismo tem em si uma capacidade de triagem, necessária e bem vinda para as separações de notas.

5.2.2.1 Região

Segundo os Correios (2014), O Brasil foi dividido em dez regiões postais para fins de codificação postal, utilizando como parâmetro o desenvolvimento sócio-econômico e fatores de crescimento demográfico de cada Unidade da Federação ou conjunto delas. A distribuição do CEP foi feita no sentido anti-horário a partir do estado de São Paulo, pelo primeiro algarismo.

Nesta dissertação, o foco de nossos estudos é parte da região dois, formada pelos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Veja no mapa 5.1 com as demais regiões que cobrem todo o território nacional. Mas a faixa que contem os CEPs do Estado do Rio de Janeiro varia de 20000-000 à 28999-999, que realmente que é tratado aqui.

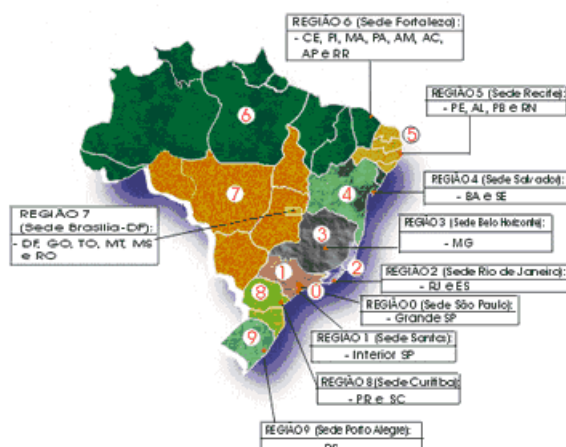


Figura 5.1: Regiões dos CEP
(CORREIOS, 2014)

Esta escolha está ligada a oportunidade de testar a proposta na região metropolitana do Rio de Janeiro, mas poderia ser em outro grande centro populacional, como São Paulo ou Belo Horizonte, pois vivenciam problemas semelhantes como o objeto de estudo em questão.

5.2.2.2 SubRegião

A subregião da cidade do Rio de Janeiro é composta pela faixa que vai de 20001-000 à 23799-999 então seus códigos são 20, 21, 22 e parte da subregião 23 (CORREIOS, 2014).

Os outros municípios da região metropolitana fazem parte das subregiões 23, 24, 25 e 27 (2014), indicando assim uma densa povoação, pois em um território pequeno em relação a todo o estado, há a necessidade de ter várias subregiões.

5.2.2.3 Demais Subdivisões do CEP

Representadas do terceiro ao último algarismo do CEP, são cidades, conjunto de bairros, apenas um bairro ou parte dele. Esta divisão respeita critérios como densidade de pontos de endereçamento, ou seja, quanto mais habitada é a região, menor as divisões e conseqüentemente maior a necessidade de codificação. Isto é percebido a medida que caminha para o interior do estado que tem a maior área geográfica, mas com uma pequena faixa de CEPs.

5.3 Processo de Zoneamento

Para realizar esta tarefa, que atende a segunda meta para chegar ao objetivo central do processo, foi necessário juntar algumas pessoas, ferramentas e informações que desde então fazem parte deste trabalho. Nem sempre ocorreu como planejado, consumindo muito tempo e esforço de todos os envolvidos.

O primeiro passo foi reunir as ferramentas para a realização do processo de zoneamento. A primeira delas foi encontrar mapas atualizados e de fonte confiável que permitissem uma visão holística de todas as partes da região metropolitana, suas particularidades e desafios próprios de cada microrregião que é denominada de Zonas de Distribuição.

Alguns mapas foram encontrados, mas para algumas localidades como Duque de Caxias e São Gonçalo, ou não estão disponíveis ou os que estão são insatisfatórios. Para estes dois municípios foi usado o *Google Maps*, já para os demais que foram divididos em zonas como, Rio de Janeiro, Nova Iguaçu e Niterói, foram usados mapas de divisão de bairro, além do apoio de outros mapas de ruas e do próprio *Google Maps*, sem esquecer que o restante dos municípios do estado, que denomina-se de interior, também utilizou-se um mapa com as fronteiras. Neste caso, inverteu-se o modo de zoneamento, devido a diluição e diminuição de pontos de entrega, as zonas são municípios inteiros ou o grupamento de alguns deles, que está ilustrado no mapa apresentado na figura 5.8.

Com os mapas de ruas em mãos, durante a reunião realizada em 06 e 07 de Novembro de 2014 na sede do operador logístico que fica em Duque de Caxias, que contou com os reteirizadores, alguns motoristas e ajudantes, foi definido um pré-zoneamento, levando em conta suas experiências práticas do manejo da distribuição no dia a dia da empresa. Definido como um pré-zoneamento, pois não foram levados em conta durante a reunião os limites oficiais dos bairros e sim uma variedade de critérios alinhados com o manejo operacional, como acessibilidade à potencial zona, avenidas principais, mobilidade dentro da zona, janelas de tempo para transito de caminhões, concentração de potenciais pontos de entrega, distância do centro de distribuição, etc. Foi construída uma base para o processo de zoneamento definitivo.

Para definir ou consolidar o pré-zoneamento, foi realizado o cruzamento de informações dos mapas utilizados na reunião e o mapa de bairros de cada município, quando os possuía para verificar a viabilidade de cada uma das zonas de distribuição propostas. levando em conta os limites oficiais dos bairros, contidos nos mapas das figuras 5.2, 5.4, 5.6, 5.7 e 5.5 deste capítulo, além disto os conjuntos de CEP⁴ que cada um destes bairros possuem. A grande preocupação concentrou-se se o limites das pré-zonas de distribuição estabelecidos durante a reunião, eram semelhantes aos limites oficiais dos bairros contidos no mapa, isto facilitaria na construção do próprio zoneamento e do separador de notas que tem como princípio o Código de Endereçamento Postal. Não por coincidência, na verdade

⁴Código de Endereçamento Postal

era uma hipótese bastante plausível, pois os critérios que estabelecem as fronteiras dos bairros, parecem idênticos aos do pré-zoneamento, sendo muitas das avenidas, ruas, rios, estradas, morros, lagos, florestas, etc, sugeridos como limites das zonas de distribuição, são tais fronteiras, outro ponto, que os atores da distribuição já conhecem muitas destas divisões de bairros e conscientes ou não, sugerem limites bastantes semelhantes. Então, apesar de trabalhosa, as zonas de distribuição definidas na reunião é muito semelhante com os mapas usados.

Apesar de tal semelhança, para a definição de um zoneamento final, necessitou-se de uma série de reuniões via vídeo conferência com os roteirizadores para decidir o resultado final. Isto foi necessário devido à necessidade de alinhar-se as fronteiras oficiais de bairros, com o pré-zoneamento proposto e com o manejo operacional empregado. Então após este processo, foi possível construir o mapa da figura 5.8, referente ao zoneamento de algumas cidades menos populosas da região metropolitana e do interior do estado contidos na tabela 5.7. Também foram confeccionados os mapas das figuras 5.2, 5.4, 5.6, 5.7 e as tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.5, 5.6, que se seguem e se referem aos municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São Gonçalo, Niterói e Nova Iguaçu. Tendo como diferença básica entre estes dois grandes grupos, o uso ou não do algoritmo do ELECTRE III para sustentar o sequenciamento das entregas, que no caso irá contemplar os municípios da região metropolitana, devido a sua concentração de pontos de entrega.

Esta separação se deve ao fato que em operações de distribuição, a acessibilidade é uma etapa considerável, ou seja, não é possível desconsiderar a operação rodoviária do processo, pois entre as sedes dos municípios do interior há grandes áreas rurais, que quase não possuem pontos de entrega, portanto, criando um isolamento geográfico entre os recebedores, que só poderiam ser submetidos aos critérios de ordenação se primeiramente fossem submetidos a separação geográfica, que neste trabalho não é contemplado.

O zoneamento sustenta a metodologia de separação de notas e para o uso do ELECTRE III. Tem outros objetivos, como a melhor sistematização e controle da operação. Pois pode-se estabelecer e suprir um histórico estatístico do desempenho de cada uma das zonas de distribuição. Isto é bom, pois daí pode-se adotar um controle de custos e lucros obtidos muito mais refinado e preciso, possibilitando até mesmo a sugestão de tarifas diferenciadas para cada um das zonas, contribuindo assim para a melhoria do nível de competitividade da empresa. Outro ponto, é o controle da rotatividade entre os profissionais e as zonas em que atuam, pois a diminuição desta, possibilita que os motoristas e ajudantes ganhem maior experiência com as particularidades da zona de distribuição que atua e possa até mesmo definir, juntamente com a direção da empresa, critérios de ordenação específicos para ela. Também pode-se dizer que o uso do zoneamento proposto contribuirá para a informatização do processo, pois agora a separação pode ser automatizada.

5.3.1 Processo de Zoneamento da Rio de Janeiro

Contando com mais de 150 bairros, o município do Rio de Janeiro é a cidade mais populosa do estado e a segunda do país (IBGE, 2010), sendo um dos principais motivos que levou-se a demandar maior tempo para realizar o seu zoneamento. Devido às características peculiares do Rio de Janeiro, como o seu relevo, formato, ser uma cidade costeira, dentre outras, também contribuiu para um maior esforço.

O primeiro passo para a realização da empreitada, foi a identificação, definição e separação das tarefas que envolvem a atividade de entrega. Isto é importante, pois muitas vezes não se fica entregando propriamente dito, e sim em outras tarefas que são: Carregamento, Deslocamento (Acesso), Distribuição e Retorno.

O segundo passo é talvez um dos critério de maior peso para o zoneamento é a concentração demográfica, que determina o tamanho das zonas. Geralmente, quanto mais densas, pior para se transitarem e para serem acessadas, em linhas gerais eram menores e vão aumentando à medida que se afasta da região mais povoada. Isto é percebido quando olha-se para o mapa da figura 5.3 e percebe-se que principalmente as zonas norte e central possuem a maioria das zonas de distribuição e são as menores, tendo a zona sul como uma transição, tendo o suas zonas variando de pequenas para médias. E finalmente a Zona Oeste que conta com Zonas de Distribuição de médio a grande porte.

Mas o que mais pesou na definição da forma geral e definitiva proposta e contida no mapa da figura 5.2 foi o histórico de entregas do operador logístico, objeto de estudo desse trabalho, que não por coincidência e de forma axiomática acompanha a distribuição de densidades da cidade e do estado do Rio de Janeiro, pois quanto maior a quantidade de demanda maior os varejista e maior o fluxo de entrega.

Também, e não menos importante, foram levadas em consideração, características bem peculiares do Rio de Janeiro, as áreas montanhosas e com vegetação, tornando-se verdadeiros cinturões que isolam ou pelo menos dificultam o seu acesso. Outras características de relevo, como ilhas, lagoas, mangues e baías também formam obstáculos que contribuíram de forma bem natural, talvez até cotidiana, na definição das Zonas de Distribuição.

Por fim, os grandes corredores de veículos: avenidas, vias expressas e estradas, que muitas vezes se tornam obstáculos, pois para atravessá-las é necessário percorrer maiores distâncias para ter acesso aos viadutos ou sinais de trânsito, não tendo na maioria das vezes cruzamentos simples com em vias secundárias. Por estes motivos também considerou-se estes tipos de via.

Em suma, com mais ou menos força, cada uma destas características do município do Rio de Janeiro, contribuíram para a construção e consolidação do mapa da figura 5.2, que desde então é a informação central para definição de outras ferramentas para a execução da tarefa, como o separador de notas que foi desenvolvido.

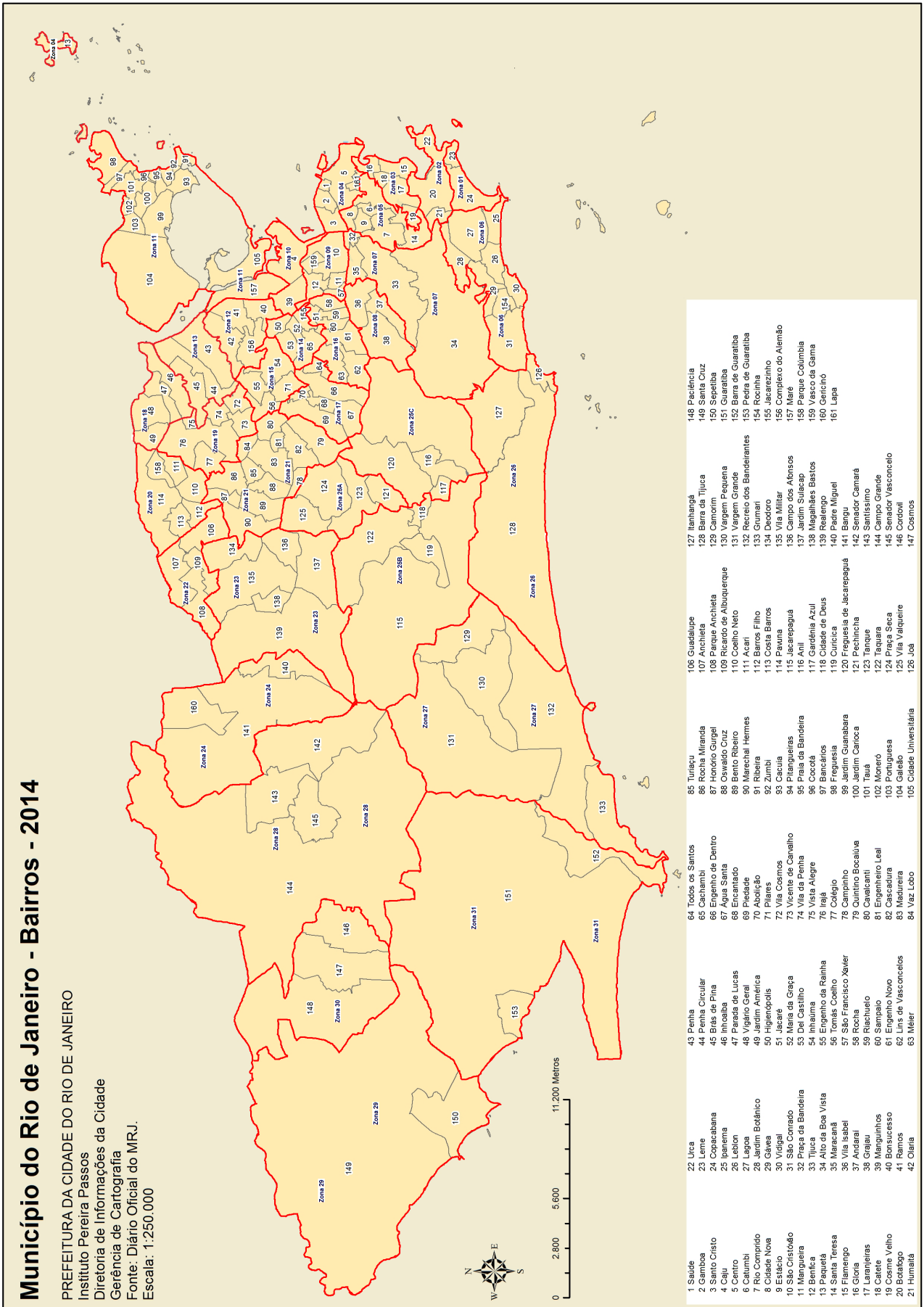


Figura 5.2: Mapa de Divisão de Bairros do Município do Rio de Janeiro (PASSOS, 2014)

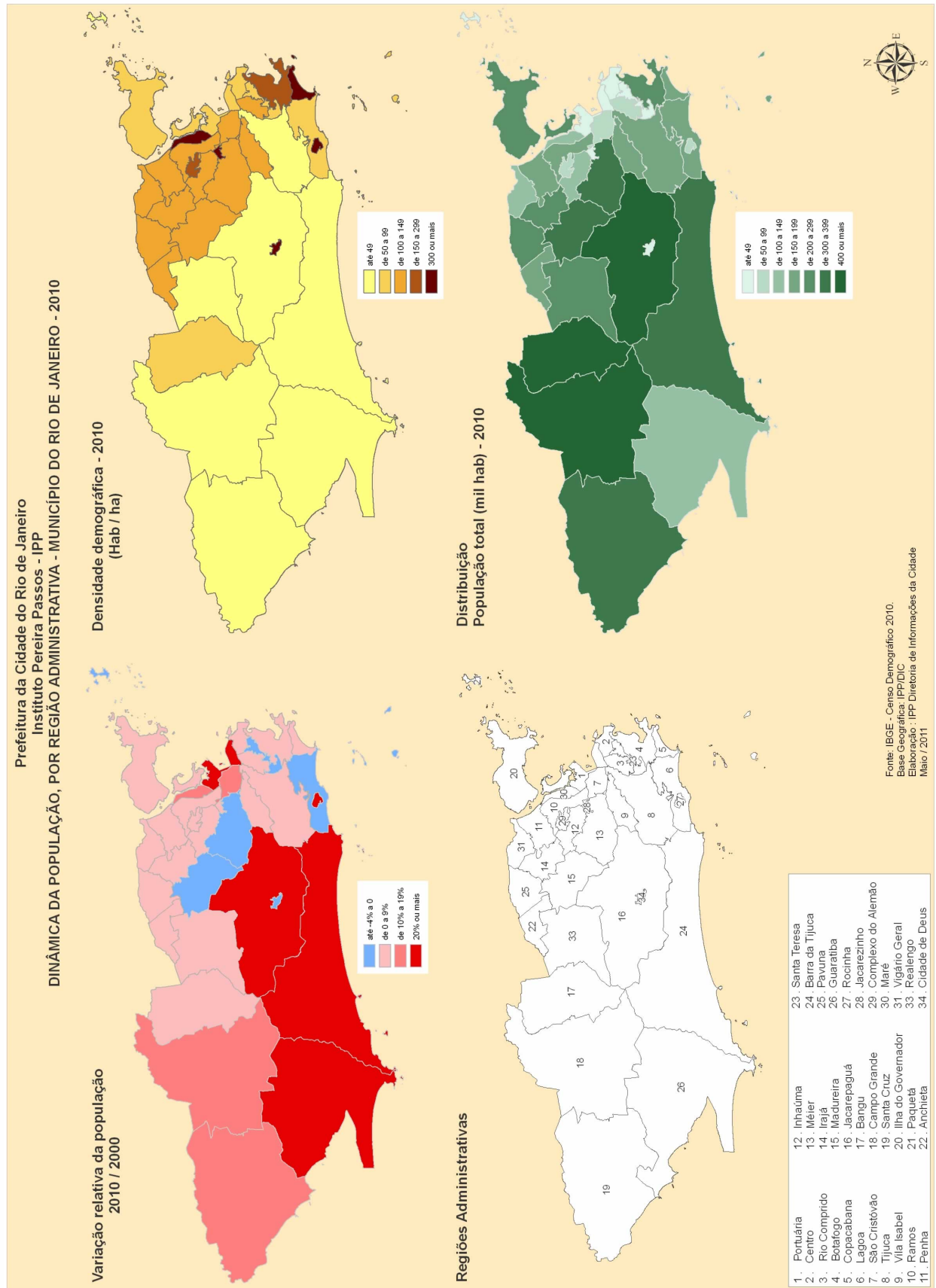


Figura 5.3: Mapa da Densidade Populacional (PASSOS, 2014)

Tabela 5.1: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade do Rio de Janeiro

| Número | Bairro | Z. D. | Número | Bairro | Z.D. |
|--------|--------------------------------|-------|--------|--------------------------|------|
| 023 | Leme | 01 | 064 | Todos os Santos | 17 |
| 024 | Copacabana | 01 | 066 | Engenho de Dentro | 17 |
| 020 | Botafogo | 02 | 067 | Água Santa | 17 |
| 021 | Humaitá | 02 | 068 | Encantado | 17 |
| 022 | Urca | 02 | 069 | Piedade | 17 |
| 015 | Flamengo | 03 | 070 | Abolição | 17 |
| 016 | Glória | 03 | 046 | Cordovil | 18 |
| 017 | Laranjeiras | 03 | 047 | Parada de Lucas | 18 |
| 018 | Catete | 03 | 048 | Vigário Geral | 18 |
| 019 | Cosme Velho | 03 | 049 | Jardim América | 18 |
| 001 | Saúde | 04 | 072 | Vila Cosmos | 19 |
| 002 | Gamboa | 04 | 073 | Vicente de Carvalho | 19 |
| 003 | Santo Cristo | 04 | 074 | Vila da Penha | 19 |
| 005 | Centro | 04 | 075 | Vista Alegre | 19 |
| 006 | Catumbi | 05 | 076 | Irajá | 19 |
| 007 | Rio Comprido | 05 | 077 | Colégio | 19 |
| 008 | Cidade Nova | 05 | 110 | Coelho Neto | 20 |
| 009 | Estácio | 05 | 111 | Acari | 20 |
| 014 | Santa Teresa | 05 | 112 | Barros Filho | 20 |
| 036 | Vila Isabel | 05 | 113 | Costa Barros | 20 |
| 025 | Ipanema | 06 | 114 | Pavuna | 20 |
| 026 | Leblon | 06 | 158 | Parque Columbia | 20 |
| 027 | Lagoa | 06 | 078 | Campinho | 21 |
| 028 | Jardim Botânico | 06 | 079 | Quintinho Bocaiuva | 21 |
| 029 | Gávea | 06 | 080 | Cavalcanti | 21 |
| 030 | Vidigal | 06 | 081 | Engenheiro Leal | 21 |
| 031 | São Conrado | 06 | 082 | Cascadura | 21 |
| 154 | Rocinha | 06 | 083 | Madureira | 21 |
| 032 | Praça da Bandeira | 07 | 084 | Vaz Lobo | 21 |
| 033 | Tijuca | 07 | 085 | Tiriaçu | 21 |
| 034 | Alto da Boa Vista | 07 | 086 | Rocha Miranda | 21 |
| 035 | Maracanã | 07 | 087 | Honório Gurgel | 21 |
| 037 | Andaraí | 08 | 088 | Oswaldo Cruz | 21 |
| 038 | Grajaú | 08 | 089 | Bento Ribeiro | 21 |
| 010 | São Cristóvão | 09 | 090 | Marechal Hermes | 21 |
| 011 | Mangueira | 09 | 106 | Guadalupe | 22 |
| 012 | Benfica | 09 | 107 | Anchieta | 22 |
| 057 | São Francisco Xavier | 09 | 108 | Parque Anchieta | 22 |
| 159 | Vasco da Gama | 09 | 109 | Ricardo de Albuquerque | 22 |
| 004 | Caju | 10 | 134 | Deodoro | 23 |
| 039 | Manguinhos | 10 | 135 | Vila Militar | 23 |
| 091 | Ribeira | 11 | 136 | Campo dos Afonsos | 23 |
| 092 | Zumbi | 11 | 137 | Jardim Sulacap | 23 |
| 093 | Cacuiá | 11 | 138 | Magalhães Bastos | 23 |
| 094 | Pitangueira | 11 | 139 | Realengo | 23 |
| 095 | Praia da Bandeira | 11 | 140 | Padre Miguel | 24 |
| 096 | Cocota | 11 | 141 | Bangu | 24 |
| 097 | Bancários | 11 | 121 | Pechincha | 25A |
| 098 | Freguesia - Ilha do Governador | 11 | 123 | Tanque | 25A |
| 099 | Jardim Guanabara | 11 | 124 | Praça Seca | 25A |
| 100 | Jardim Carioca | 11 | 125 | Vila Valqueire | 25A |
| 101 | Itaú | 11 | 115 | Jacarépagua | 25B |
| 102 | Moneró | 11 | 118 | Cidade de Deus | 25B |
| 103 | Portuguesa | 11 | 119 | Curicica | 25B |
| 104 | Galeão | 11 | 122 | Taquara | 25B |
| 105 | Cidade Universitária | 11 | 116 | Anil | 25C |
| 157 | Maré | 11 | 117 | Guardenia Azul | 25C |
| 040 | Bonsucesso | 12 | 120 | Freguesia - Jacarépagua | 25C |
| 041 | Ramos | 12 | 126 | Joá | 26 |
| 042 | Olaria | 12 | 127 | Intanhangá | 26 |
| 043 | Penha | 13 | 128 | Barra da Tijuca | 26 |
| 044 | Penha Circular | 13 | 129 | Camorim | 27 |
| 045 | Braz de Pina | 13 | 130 | Vargem Pequena | 27 |
| 050 | Higienópolis | 14 | 131 | Vargem Grande | 27 |
| 052 | Maria das Graças | 14 | 132 | Recreio dos Bandeirantes | 27 |
| 053 | Del Castilho | 14 | 133 | Grumari | 27 |
| 065 | Cachambi | 14 | 142 | Senador Camará | 28 |
| 054 | Inhauma | 15 | 143 | Santíssimo | 28 |
| 055 | Engenho da Rainha | 15 | 144 | Campo Grande | 28 |
| 056 | Tomás Coelho | 15 | 145 | Senador Vasconcelos | 28 |
| 071 | Pilares | 15 | 149 | Santa Cruz | 29 |
| 051 | Jacaré | 16 | 150 | Sepetiba | 29 |
| 058 | Rocha | 16 | 146 | Inhoaíba | 30 |
| 059 | Riachuelo | 16 | 147 | Cosmos | 30 |
| 060 | Sampaio | 16 | 148 | Paciência | 30 |
| 061 | Engenho Novo | 16 | 151 | Guaratiba | 31 |
| 062 | Lins de Vasconcelos | 16 | 152 | Barra de Guaratiba | 31 |
| 063 | Meier | 16 | 153 | Pedra de Guaratiba | 31 |

5.3.2 Processo de Zoneamento de Duque de Caxias

Para o zoneamento de Duque de Caxias basicamente foram usados os critérios históricos de distribuição do objeto de estudo e densidade demográfica da cidade. Em Duque de Caxias foram definidas duas zonas de distribuição, separadas pelo Rio Sarapuí. Tendo

o mapa da figura 5.4 percebe-se a diferença de tamanho, onde a zona 32A muito menor do que a 32B, praticamente dividindo a zona urbana e rural de Duque de Caxias, isto foi constatado em loco, pois a B&R Logística é localizada neste município. A tabela 5.2 mostra todos os bairros e suas zonas de distribuição.

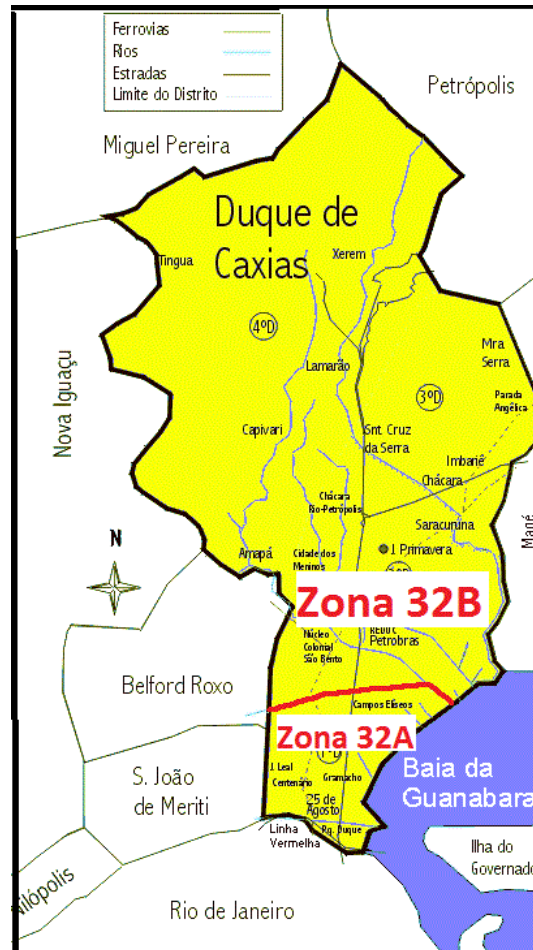


Figura 5.4: Mapa de Divisão de Bairros do Município de Duque de Caxias (WEBBUSCA, 2015)

Tabela 5.2: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Duque de Caxias

| Número | Bairro | Z. D. |
|--------|-------------------------------|-------|
| 001 | Vila Ideal | 32A |
| 002 | Bom Retiro | 32A |
| 003 | Centro | 32A |
| 004 | Corte Oito | 32A |
| 005 | Chacrinha | 32A |
| 006 | Circular | 32A |
| 007 | Doutor Laureno | 32A |
| 008 | Engenho do Porto | 32A |
| 009 | Gramacho | 32A |
| 010 | Itatiaia | 32A |
| 011 | Jardim Califórnia | 32A |
| 012 | Jardim Gramacho | 32A |
| 013 | Jardim Guanabara | 32A |
| 014 | Jardim Leal | 32A |
| 015 | Jardim Olavo Bilac | 32A |
| 016 | Jardim Panama | 32A |
| 017 | Jardim Três Marias | 32A |
| 018 | Jardim 25 de Agosto | 32A |
| 019 | Parque Beira Mar | 32A |
| 020 | Parque Boa Vista I | 32A |
| 021 | Parque Boa Vista II | 32A |
| 022 | Parque Centenário | 32A |
| 023 | Parque das Missões | 32A |
| 024 | Parque Duque | 32A |
| 025 | Parque Felicidade | 32A |
| 026 | Parque Lafaiete | 32A |
| 027 | Pauque Laguna e Dourados | 32A |
| 028 | Parque Pauliceia | 32A |
| 029 | Parque Santa Marta | 32A |
| 030 | Parque Santa Rosa | 32A |
| 031 | Parque Senhor do Bonfim | 32A |
| 032 | Vila Amelia | 32A |
| 033 | Vila Bela Vista | 32A |
| 034 | Vila Caetano Madureira | 32A |
| 035 | Vila Campanaro | 32A |
| 036 | Vila Centenário | 32A |
| 037 | Vila Constança dos Calvos | 32A |
| 038 | Vila Flávia | 32A |
| 039 | Vila Guanabara | 32A |
| 040 | Vila Iatamarati | 32A |
| 041 | Vila Leopoldina | 32A |
| 042 | Vila Meriti | 32A |
| 043 | Vila Oito de Maio | 32A |
| 044 | Vila Opera | 32A |
| 045 | Ouro Preto | 32A |
| 046 | Vila Paula | 32A |
| 047 | Vila Rosário | 32A |
| 048 | Vila São Luiz | 32A |
| 049 | Vila São Sebastião | 32A |
| 050 | Vila Sarapuí | 32A |
| 051 | Alto da Serra | 32B |
| 052 | Barro Branco | 32B |
| 053 | Campos Elíseos | 32B |
| 054 | Cangulo | 32B |
| 055 | Chácaras Arcampo | 32B |
| 056 | Chácaras Maria Helena | 32B |
| 057 | Chácaras Rio-Petrópolis | 32B |
| 058 | Cidade dos Meninos | 32B |
| 059 | Coriolano | 32B |
| 060 | Divino | 32B |
| 061 | Fonseca | 32B |
| 062 | Graça | 32B |
| 063 | Imbarié | 32B |
| 064 | Jardim Anhangá | 32B |
| 065 | Jardim Balneário Ana Clara | 32B |
| 066 | Jardim Barro Branco | 32B |
| 067 | Jardim das Oliveiras | 32B |
| 068 | Jardim Fim de Semana | 32B |
| 069 | Jardim Glória | 32B |
| 070 | Jardim Imberié | 32B |
| 071 | Jardim Lider | 32B |
| 072 | Jardim Mariana | 32B |
| 073 | Jardim Maricen | 32B |
| 074 | Jardim Nossa Senhora do Carmo | 32B |
| 075 | Jardim Olimpo | 32B |
| 076 | Jardim Piratininga | 32B |
| 077 | Jardim Parongaba | 32B |
| 078 | Jardim Portugal | 32B |

| Número | Bairro | Z. D. |
|--------|-------------------------------|-------|
| 079 | Jardim Primavera | 32B |
| 080 | Jardim Rosário | 32B |
| 081 | Jardim Rotsen | 32B |
| 082 | Jardim Santa Rita | 32B |
| 083 | Jardim Santana do Pilar | 32B |
| 084 | Jardim Santos Meira | 32B |
| 085 | Jardim São Lourenço | 32B |
| 086 | Jardim Vila Nova | 32B |
| 087 | Jardim Vista Alegre | 32B |
| 088 | Mantiqueira | 32B |
| 089 | Nossa Senhora das Graças | 32B |
| 090 | Nossa Senhora do Carmo | 32B |
| 091 | Nova Campinas | 32B |
| 092 | Parada Angélica | 32B |
| 093 | Parada Marobi | 32B |
| 094 | Parque A Equitativa | 32B |
| 095 | Parque Alvorada | 32B |
| 096 | Parque Barão do Amapá | 32B |
| 097 | Parque Bom Retiro | 32B |
| 098 | Parque Capivari | 32B |
| 099 | Parque Chuno | 32B |
| 100 | Parque Comercial | 32B |
| 101 | Parque do Carmo | 32B |
| 102 | Parque Eldorado | 32B |
| 103 | Parque Esperança | 32B |
| 104 | Parque Estrela | 32B |
| 105 | Parque Fluminense | 32B |
| 106 | Parque Guararapes | 32B |
| 107 | Parque Império | 32B |
| 108 | Parque Independência | 32B |
| 109 | Parque João Pessoa | 32B |
| 110 | Parque Mariândia | 32B |
| 111 | Parque Moderno | 32B |
| 112 | Parque Muisa | 32B |
| 113 | Parque Nossa Senhora da Penha | 32B |
| 114 | Parque Nova Esperança | 32B |
| 115 | Parque Panorama | 32B |
| 116 | Parque Paulista | 32B |
| 117 | Parque Samiroópolis | 32B |
| 118 | Parque Santa Lúcia | 32B |
| 119 | Parque Santo Antônio | 32B |
| 120 | Parque São Bento | 32B |
| 121 | Parque São João | 32B |
| 122 | Parque São Pedro de Alcântara | 32B |
| 123 | Parque Uruguaiana | 32B |
| 124 | Parque Vitória | 32B |
| 125 | Parque Xerém | 32B |
| 126 | Pilar | 32B |
| 127 | Santa Alice | 32B |
| 128 | Santa Cruz da Serra | 32B |
| 129 | Santa Lúcia | 32B |
| 130 | Santo Antônio | 32B |
| 131 | Santo Antônio da Serra | 32B |
| 132 | São Bento | 32B |
| 133 | Saracuruna | 32B |
| 134 | Silva Cardoso | 32B |
| 135 | Taquara | 32B |
| 136 | Vila Actura | 32B |
| 137 | Vila Angélica | 32B |
| 138 | Vila Araci | 32B |
| 139 | Vila Bernadete | 32B |
| 140 | Vila Bonanca | 32B |
| 141 | Vila Canaan | 32B |
| 142 | Vila Capixaba | 32B |
| 143 | Vila Cocota | 32B |
| 144 | Vila Ema | 32B |
| 145 | Vila Maria Helena | 32B |
| 146 | Vila Nossa Senhora das Graças | 32B |
| 147 | Vila Santa Alice | 32B |
| 148 | Vila Santa Cruz | 32B |
| 149 | Vila Santo Antônio | 32B |
| 150 | Vila São Judas Tadeu | 32B |
| 151 | Vila São Pedro | 32B |
| 152 | Vila Sapé | 32B |
| 153 | Vila Sheila | 32B |
| 154 | Vila Teresa | 32B |
| 155 | Vila Urassai | 32B |
| 156 | Xerém | 32B |

5.3.3 Processo de Zoneamento em São Gonçalo

As quatro zonas de distribuição de São Gonçalo foram definidas, exclusivamente baseadas no histórico e na divisão operacional da B&R Logística. Esta estratégia foi adotada pelo fato de que as zonas respeitam as diretrizes estabelecidas pelos critérios de densi-

dade demográfica, características de relevo e disposição da malha viária. A tabela 5.3 contém os bairros e as suas respectivas zonas de distribuição. Sendo que a codificação respeita a lista contida na figura 5.5.

Na verdade em linhas gerais, os critérios geográficos influenciam naturalmente a divisão das zonas de distribuição, pois ao longo do tempo os motoristas e ajudantes alimentam a equipe de roteirização de informações de campo que vão moldando, por assim dizer, as zonas. Mas nunca é bastante frisar que este zoneamento foi concebido também levando em consideração a sistemática do CEP, portanto, por vezes foi necessário ajustes em relação ao pré zoneamento feito junto com a equipe da B&R Logística.

Ao confrontar a lista de bairros contida na legenda da figura 5.5 e a tabela 5.3 há uma distorção de informações, isto se deve pelo fato que as informações no banco de dados dos Correios e as da Prefeitura Municipal de São Gonçalo não batem. Então já desde o início do processo de zoneamento e pelo fato que os endereçamentos são feitos tendo base as informações dos Correios, utilizamos esta base para propor a lista de bairros deste município.

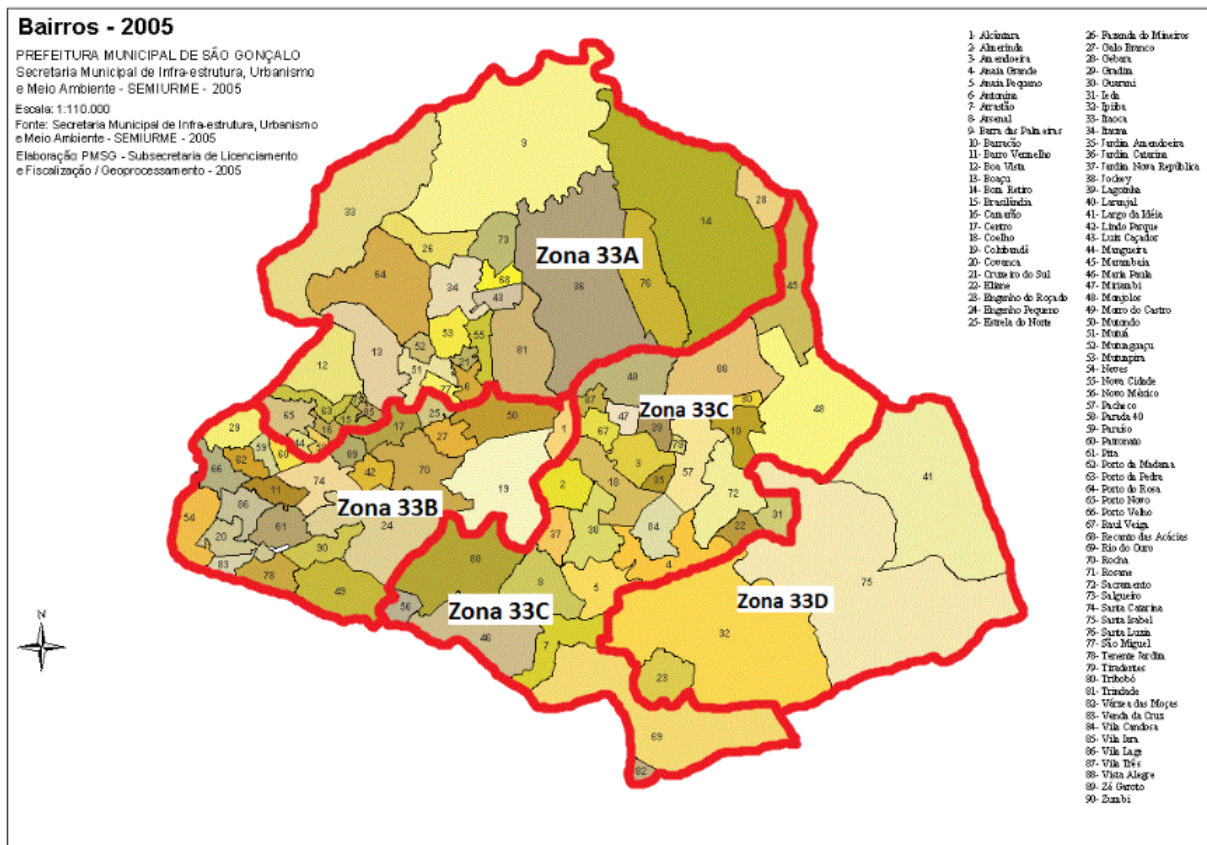


Figura 5.5: Mapa de Divisão de Bairros do Município de São Gonçalo (GEOPROCESSAMENTO, 2005)

Tabela 5.3: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de São Gonçalo

| Número | Bairro | Z.D. | Número | Bairro | Z. D. |
|--------|----------------------|------|--------|-----------------------|-------|
| 005 | Antonina | 33A | 060 | Patronato | 33B |
| 010 | Boa Vista | 33A | 061 | Piãõ | 33B |
| 011 | Boaçu | 33A | 062 | Pita | 33B |
| 012 | Bom Retiro | 33A | 068 | Porto Velho | 33B |
| 013 | Brasilândia | 33A | 072 | Rocha | 33B |
| 014 | Camarão | 33A | 075 | Santa Bárbara | 33B |
| 023 | Fazenda dos Mineiros | 33A | 076 | Santa Isabel | 33B |
| 025 | Gebara | 33A | 079 | Sete Pontes | 33B |
| 026 | Gradim | 33A | 080 | Tenente Jardim | 33B |
| 027 | Guaxindiba | 33A | 085 | Venda da Cruz | 33B |
| 030 | Itaoca | 33A | 088 | Vila Lage | 33B |
| 031 | Itaúna | 33A | 091 | Zé Garoto | 33B |
| 032 | Jardim Catarina | 33A | 092 | Zumbi | 33B |
| 037 | Porto Novo | 33A | 093 | Santa Catarina | 33B |
| 041 | Luiz Caçador | 33A | 002 | Almerinda | 33C |
| 042 | Mangueira | 33A | 003 | Amendoeira | 33C |
| 049 | Mutuá | 33A | 004 | Anaia Pequeno | 33C |
| 050 | Mutuaguaçu | 33A | 006 | Arrastão | 33C |
| 051 | Mutuapira | 33A | 007 | Arsenal | 33C |
| 053 | Nossa Senhora da Paz | 33A | 008 | Barracão | 33C |
| 054 | Nova Cidade | 33A | 016 | Coelho | 33C |
| 057 | Palmeiras | 33A | 019 | Eliane | 33C |
| 063 | Portão da Rosa | 33A | 028 | Iêda | 33C |
| 064 | Porto da Madama | 33A | 034 | Jardim Independência | 33C |
| 065 | Porto da Pedra | 33A | 035 | Jardim Nova República | 33C |
| 066 | Porto da Rosa | 33A | 036 | Jóquei Clube | 33C |
| 067 | Porto Novo | 33A | 038 | Laranjal | 33C |
| 074 | Salgueiro | 33A | 043 | Marambaia | 33C |
| 077 | Santa Luzia | 33A | 044 | Maria Paula | 33C |
| 078 | São Miguel | 33A | 045 | Miriambi | 33C |
| 083 | Trindade | 33A | 046 | Mónjolos | 33C |
| 087 | Vila Iara | 33A | 056 | Pacheco | 33C |
| 001 | Alcântara | 33B | 059 | Parque São Sebastião | 33C |
| 009 | Barro Vermelho | 33B | 069 | Raul Veiga | 33C |
| 015 | Centro | 33B | 070 | Retiro do Alcântara | 33C |
| 017 | Colubande | 33B | 071 | Rio do Ouro | 33C |
| 018 | Covanca | 33B | 073 | Sacramento | 33C |
| 021 | Engenho Pequeno | 33B | 081 | Tiradentes | 33C |
| 022 | Estrela do Norte | 33B | 082 | Tribobó | 33C |
| 024 | Galo Branco | 33B | 086 | Vila Candoza | 33C |
| 033 | Jardim Fluminense | 33B | 089 | Vila Três | 33C |
| 040 | Lindo Parque | 33B | 090 | Vista Alegre | 33C |
| 047 | Morro do Castro | 33B | 020 | Engenho Roçado | 33D |
| 048 | Mutondo | 33B | 029 | Ipiíba | 33D |
| 052 | Neves | 33B | 039 | Largo da Idéia | 33D |
| 055 | Novo México | 33B | 084 | Várzea das Moças | 33D |
| 058 | Paraíso | 33B | | | |

5.3.4 Processo de Zoneamento de Niterói

A exemplo de São Gonçalo, sua vizinha também contém quatro zonas de distribuição. Estas por sua vez respondem aos critérios geográficos e demográficos. Além disto

respondem também os critérios operacionais da B&R Logística. O mapa 5.6 mostra uma visão holística destas zonas e a Tabela 5.4, por sua vez, mostra os bairros e as zonas de distribuição a qual pertencem.

O Zoneamento foi realizado durante visita à B&R Logística, onde usando um mapa definiu-se um pré-zoneamento que baseou o zoneamento final e contidos no mapa 5.6 e tabela 5.4. A divisão das duas zonas de distribuição tem como referência a RJ-104 que corta o município de Niterói.

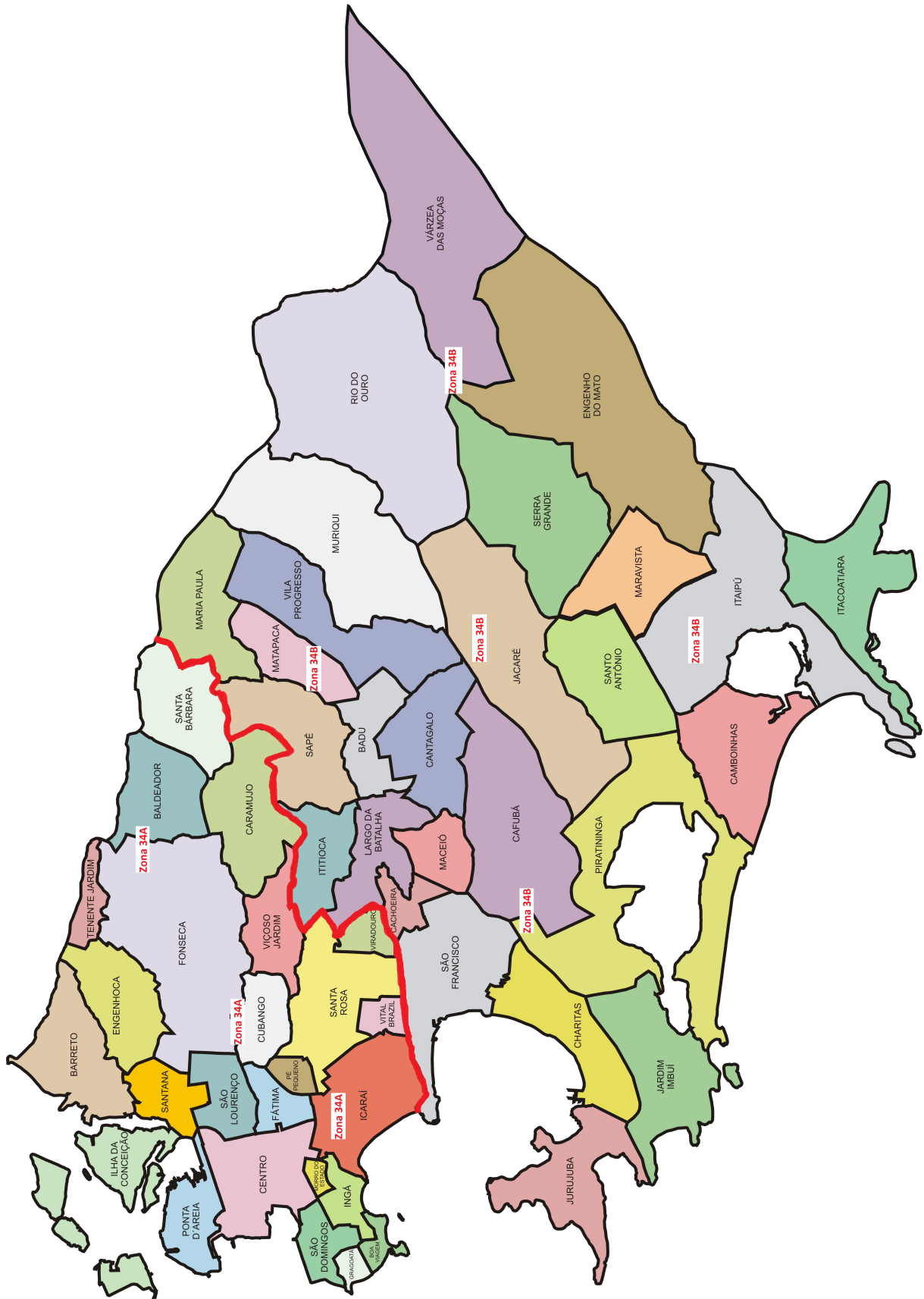


Figura 5.6: Mapa de Divisão de Bairros do Município de Niterói (FELPOMO, 2014)

Tabela 5.4: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Niterói

| Número | Bairro | Z. D. |
|---------------|-------------------|--------------|
| 001 | Ilha da Conceição | 34A |
| 002 | Barreto | 34A |
| 003 | Engenhoca | 34A |
| 003A | Venda Da Cruz | 34A |
| 004 | Santana | 34A |
| 005 | Ponto D'Areia | 34A |
| 006 | Gragoatá | 34A |
| 007 | São Domingos | 34A |
| 008 | Centro | 34A |
| 009 | São Lorenço | 34A |
| 009A | Largo do Barradas | 34A |
| 010 | Fonseca | 34A |
| 011 | Tenente Jardim | 34A |
| 012 | Baldeador | 34A |
| 014 | Cubango | 34A |
| 015 | Pé Pequeno | 34A |
| 016 | Fátima | 34A |
| 018 | Ingá | 34A |
| 019 | Boa Viagem | 34A |
| 020 | Icaraí | 34A |
| 021 | Vital Brazil | 34A |
| 022 | Santa Rosa | 34A |
| 024 | Caramujo | 34A |
| 025 | Santa Bárbara | 34A |
| 026 | Maria Paula | 34A |
| 027 | Sapé | 34B |
| 027A | Figueiras | 34B |
| 028 | Ititioca | 34B |
| 029 | Largo do Batalha | 34B |
| 029A | Atalaia | 34B |
| 031 | São Francisco | 34B |
| 032 | Maceió | 34B |
| 032A | Pendotiba | 34B |
| 033 | Badu | 34B |
| 034 | Matapaca | 34B |
| 035 | Vila Progresso | 34B |
| 036 | Muriqui | 34B |
| 037 | Cantagalo | 34B |
| 039 | Charitas | 34B |
| 040 | Jurujuba | 34B |
| 042 | Pirantininga | 34B |
| 042A | Maralegre | 34B |
| 042B | Marazul | 34B |
| 043 | Jacaré | 34B |
| 044 | Rio do Ouro | 34B |
| 045 | Vázeza das Moças | 34B |
| 046 | Serra Grande | 34B |
| 047 | Santo Antônio | 34B |
| 048 | Camboinhas | 34B |
| 049 | Itaipú | 34B |
| 050 | Maravista | 34B |
| 051 | Engenho do Mato | 34B |
| 052 | Itacoatiara | 34B |

5.3.5 Processo de Zoneamento de Nova Iguaçu

Este foi de longe o mais complicado município no que tange o processo de zoneamento. Isto se deve a grande quantidade de bairros, muitas das vezes, com nomes semelhantes entre si. O Primeiro passo, a exemplo do município do Rio de Janeiro junto com a equipe da B&R Logística construiu-se um pré-zoneamento que serviu de referência para construir baseado no conjunto de CEPs as três zonas que são definidas por duas rodovias que cortam o município, a BR 116 e a BR 493, mais conhecida como Arco Metropolitano.

Mas respeitando mais uma vez os critérios geográficos e do histórico da operação do objeto de estudo, definiu-se pelo uso de três zonas de distribuição, sendo visualizadas através do mapa 5.7 e também e não menos importante as tabelas 5.5 e 5.6, onde é possível visualizar as zonas, os bairros referências e finalmente todos os bairros formadores.

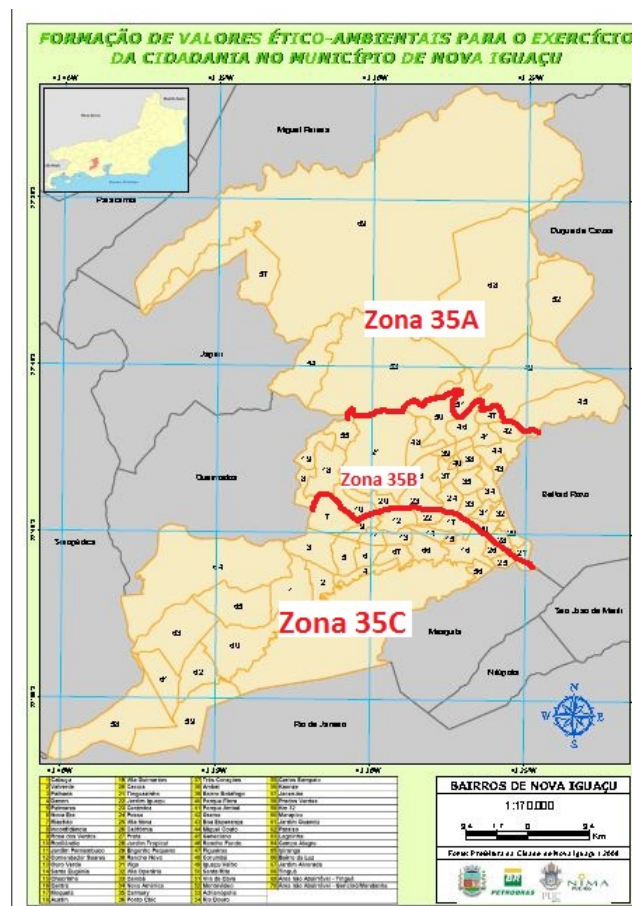


Figura 5.7: Mapa de Divisão de Bairros do Município de Nova Iguaçu (NIMA et al., 2010)

Tabela 5.5: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Nova Iguaçu

| Número | Bairro | Bairro Referência | Zona de Distribuição |
|--------|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| 068 | Tingüá | Tingüá | 35A |
| 084 | Cachoeriras | Tingüá | 35A |
| 142 | Mião | Tingüá | 35A |
| 057 | Jaceruba | | 35A |
| 087 | Montevideo | Montevideo | 35A |
| 119 | Cidade Jardim | Montevideo | 35A |
| 179 | Parque Estoril | Montevideo | 35A |
| 049 | Jardim Mirambala | Montevideo | 35A |
| 077 | Recreio Paço do Marambala | Montevideo | 35A |
| 125 | Iguaçu Velho | Iguaçu Velho | 35A |
| 152 | Barrão do Guandu | Iguaçu Velho | 35A |
| 157 | Jardim Nazaré | Iguaçu Velho | 35A |
| 158 | Nova Luz | Iguaçu Velho | 35A |
| 162 | Parque Maria das Fontes | Iguaçu Velho | 35A |
| 225 | Vila Nova do Couto | Iguaçu Velho | 35A |
| 051 | Vila da Cava | Iguaçu Velho | 35A |
| 151 | Nova Brasília | Vila da Cava | 35A |
| 157 | Parque Alvorada | Vila da Cava | 35A |
| 158 | Parque Antártica | Vila da Cava | 35A |
| 168 | Parque Rosa do Sertão | Vila da Cava | 35A |
| 171 | Parque Saudade | Vila da Cava | 35A |
| 181 | Santa Cecilia | Vila da Cava | 35A |
| 203 | Vila Carlota | Vila da Cava | 35A |
| 206 | Vila Tingüá | Vila da Cava | 35A |
| 222 | Vila Matilde | Vila da Cava | 35A |
| 227 | Vila Omega | Vila da Cava | 35A |
| 054 | Rio Douro | Vila da Cava | 35B |
| 053 | Andrianópolis | Vila da Cava | 35B |
| 134 | Jardim Willis | Andrianópolis | 35B |
| 047 | Figueiras | Andrianópolis | 35B |
| 042 | Gramma | Andrianópolis | 35B |
| 209 | Vila Fluminense | Gramma | 35B |
| 045 | Geneciano | Gramma | 35B |
| 055 | Caió Sampaio | | 35B |
| 021 | Tinguazinho | | 35B |
| 082 | Boa Vista | Tinguazinho | 35B |
| 121 | Jardim Mato Grosso | Tinguazinho | 35B |
| 048 | Corumbá | | 35B |
| 075 | Autódromo | Corumbá | 35B |
| 095 | Engenheiro Rocha Freire | Corumbá | 35B |
| 075 | Autódromo | Corumbá | 35B |
| 050 | Santa Rita | Corumbá | 35B |
| 076 | Barão do Amapá | Santa Rita | 35B |
| 107 | Jardim Cachoeira | Santa Rita | 35B |
| 113 | Jardim Iara | Santa Rita | 35B |
| 120 | Jardim Manílice | Santa Rita | 35B |
| 122 | Jardim Monte Castiello | Santa Rita | 35B |
| 128 | Jardim Real | Santa Rita | 35B |
| 131 | Jardim Santa Rita | Santa Rita | 35B |
| 143 | Marco II | Santa Rita | 35B |
| 157 | Parada Amarel | Santa Rita | 35B |
| 169 | Parque São Carlos | Santa Rita | 35B |
| 177 | Recanto Santo Antônio | Santa Rita | 35B |
| 196 | Triângulo | Santa Rita | 35B |
| 213 | Vila Iguaçuana | Santa Rita | 35B |
| 221 | Vila Martins | Santa Rita | 35B |
| 046 | Rancho Fundo | Santa Rita | 35B |
| 124 | Jardim Natal | Rancho Fundo | 35B |
| 136 | José Bulhões | Rancho Fundo | 35B |
| 163 | Parque Princesa Isabel | Rancho Fundo | 35B |
| 210 | Vila Formosa | Rancho Fundo | 35B |
| 041 | Parque Ambai | Rancho Fundo | 35B |
| 164 | Parque Renascença | Parque Ambai | 35B |
| 173 | Pau Rolou | Parque Ambai | 35B |
| 229 | Vila Pacheco da Rocha | Parque Ambai | 35B |
| 044 | Miguel Couto | | 35B |
| 112 | Jardim Fonte São Miguel | Miguel Couto | 35B |
| 133 | Jardim São Vicente | Miguel Couto | 35B |
| 211 | Vila Gaúcha | Miguel Couto | 35B |
| 019 | Vila Guimarães | | 35B |
| 018 | Austin | | 35B |
| 036 | Ponto Chic | | 35B |
| 192 | São Luiz Gonzaga | Ponto Chic | 35B |
| 039 | Bairro Botafogo | | 35B |
| 040 | Parque Flora | | 35B |
| 224 | Vila Nossa Senhora da Conceição | Parque Flora | 35B |
| 038 | Ambai | | 35B |
| 078 | Bela Vista | Ambai | 35B |
| 130 | Jardim Santa Fé | Ambai | 35B |
| 201 | Via Borgerth | Ambai | 35B |
| 212 | Vila Guará | Ambai | 35B |
| 218 | Vila Marília | Ambai | 35B |
| 229 | Vila Paulista | Ambai | 35B |
| 043 | Boa Esperança | | 35B |
| 008 | Inconfidência | | 35B |
| 037 | Três Corações | | 35B |
| 091 | Dois Irmãos | Três Corações | 35B |
| 150 | Nossa Senhora de Fátima | Três Corações | 35B |
| 035 | Camari | | 35B |
| 034 | Nova America | | 35B |
| 238 | Vila São Teodoro | Nova América | 35B |
| 010 | Rodilândia | | 35B |
| 020 | Caculia | | 35B |
| 023 | Cerâmica | | 35B |
| 098 | Bernardo Keiner | Cerâmica | 35B |
| 100 | Floresta | Cerâmica | 35B |
| 137 | Grajaú | Cerâmica | 35B |
| 153 | Juriti | Cerâmica | 35B |
| 165 | Oliveira | Cerâmica | 35B |
| 194 | Parque Residencial Gisela | Cerâmica | 35B |
| 219 | Sítio Novo Oriente | Cerâmica | 35B |
| 223 | Vila Marínes | Cerâmica | 35B |
| 240 | Vila Moro Agudo | Cerâmica | 35B |
| 024 | Vila Pedro I | Cerâmica | 35B |
| 101 | Vila Treze de Maio | Cerâmica | 35B |
| 109 | Posse | | 35B |
| 207 | Guarani | Posse | 35B |
| 217 | Jardim Carioca | Posse | 35B |
| 183 | Vila Abolição | Posse | 35B |
| 195 | Vila Esperança | Posse | 35B |
| 024B | Vila Maranhã | Posse | 35B |
| 186 | Vila da Posse | | 35B |
| 188 | Santa Isabel | Alto da Posse | 35B |
| 198 | Tiradentes | Alto da Posse | 35B |
| 232 | Jardim da Posse | Alto da Posse | 35B |
| 024C | São Benedito | Jardim da Posse | 35B |
| 111 | São Gabri | Jardim da Posse | 35B |
| 226 | Vila Anita | Jardim da Posse | 35B |
| 226 | Vila Santa Teresa de Jesus | Jardim da Posse | 35B |
| 033 | Vila da Posse | | 35B |
| 111 | Catobá | | 35B |
| 226 | Jardim Esperança | Catobá | 35B |
| 041 | Vila Olorum | Catobá | 35B |

Tabela 5.6: Lista de Zonas de Distribuição e Bairros da Cidade de Nova Iguaçu - Continuação

| Número | Bairro | Bairro Referência | Zona de Distribuição |
|--------|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| 110 | Jardim Continental | Califórnia | 35C |
| 145 | Maria da Luz | Califórnia | 35C |
| 025 | Vila Nova | | 35C |
| 103 | Imperador | Vila Nova | 35C |
| 115 | Jardim Império | Vila Nova | 35C |
| 123 | Jardim Nacional | Vila Nova | 35C |
| 215 | Vila Itaci | Vila Nova | 35C |
| 011 | Jardim Pernambuco | | 35C |
| 013 | Ouro Verde | | 35C |
| 154 | Ouro Preto | Ouro Verde | 35C |
| 014 | Santa Eugênia | | 35C |
| 166 | Parque Residencial Guadalupe | Santa Eugênia | 35C |
| 200 | Vila Bandeirantes | Santa Eugênia | 35C |
| 014A | Jardim Santa Eugênia | | 35C |
| 015 | Chacrinha | | 35C |
| 161 | Parque Horizonte | Chacrinha | 35C |
| 182 | Santa Eufênia | Chacrinha | 35C |
| 187 | São Francisco Xavier | Chacrinha | 35C |
| 189 | São Geraldo | Chacrinha | 35C |
| 003 | Palhada | | 35C |
| 004 | Danon | | 35C |
| 105 | Iolanda | Danon | 35C |
| 139 | Lafaiete | Danon | 35C |
| 178 | Recreio Itaróá | Danon | 35C |
| 239 | Vila Sueli | Engenho Pequeno | 35C |
| 005 | Palmares | | 35C |
| 170 | Parque São Vicente | Palmares | 35C |
| 174 | Pioneiro | Palmares | 35C |
| 235 | Vila São Domingos | Palmares | 35C |
| 006 | Jardim Nova Era | | 35C |
| 080 | Belleira | Jardim Nova Era | 35C |
| 127 | Jardim Pioresco | Jardim Nova Era | 35C |
| 241 | Vista Alegre | Jardim Nova Era | 35C |
| 067 | Jardim Alvorada | | 35C |
| 092 | Dom Rodrigo | Jardim Alvorada | 35C |
| 116 | Jardim Jasmin | Jardim Alvorada | 35C |
| 118 | Jardim Lumar | Jardim Alvorada | 35C |
| 167 | Parque Rodilar | Jardim Alvorada | 35C |
| 199 | Vila Aveleira | Jardim Alvorada | 35C |
| 066 | Bairro da Luz | | 35C |
| 088 | Conjunto Residencial Redenção | Bairro da Luz | 35C |
| 104 | Imperial | | 35C |
| 108 | Jardim Canaan | Bairro da Luz | 35C |
| 126 | Jardim Nossa Senhora das Graças | Bairro da Luz | 35C |
| 146 | Maria José | Bairro da Luz | 35C |
| 149 | Nossa Senhora das Graças | Bairro da Luz | 35C |
| 236 | Vila São Jorge | Bairro da Luz | 35C |
| 056 | Caonze | | 35C |
| 205 | Vila Catulina | Caonze | 35C |
| 208 | Vila Fátima | Caonze | 35C |
| 064 | Campo Alegre | | 35C |
| 065 | Ipiranga | | 35C |
| 001 | Cabuçu | | 35C |
| 002 | Valverde | | 35C |
| 063 | Lagoinha | | 35C |
| 060 | Marapicu | | 35C |
| 061 | Jardim Guandu | | 35C |
| 062 | Paraiso | | 35C |
| 058 | Padros Verdes | | 35C |
| 059 | Km 32 | | 35C |

| Número | Bairro | Bairro Referência | Zona de Distribuição |
|--------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| 230 | Vila Pedro | Calobá | 35B |
| 237 | Vila São Luiz | Calobá | 35B |
| 031 | Viga | | 35B |
| 083 | Brasil | Viga | 35B |
| 094 | Parque Duque | Viga | 35B |
| 032 | Vila Operária | | 35B |
| 027 | Prata | | 35B |
| 090 | Diana | Prata | 35B |
| 148 | Monte Castelo | Prata | 35B |
| 159 | Parque Bárbara | Prata | 35B |
| 204 | Vila Célia | Prata | 35B |
| 233 | Vila Santo Antônio | Prata | 35B |
| 234 | Vila Santos Neto | Prata | 35B |
| 028 | Jardim Tropical | | 35B |
| 085 | Carolina | Jardim Tropical | 35B |
| 102 | Ida | Jardim Tropical | 35B |
| 141 | Lisboa | Jardim Tropical | 35B |
| 144 | Margarida | Jardim Tropical | 35B |
| 172 | Parque Ulisses | Jardim Tropical | 35B |
| 029 | Engenho Pequeno | | 35B |
| 074 | Andrade Araújo | Engenho Pequeno | 35B |
| 089 | Cruzeiro do Sul | Engenho Pequeno | 35B |
| 216 | Vila José | Engenho Pequeno | 35B |
| 239 | Vila Sueli | Engenho Pequeno | 35B |
| 030 | Rancho Novo | | 35B |
| 093 | Dona Neli | Rancho Novo | 35B |
| 193 | Silvania | Rancho Novo | 35B |
| 214 | Vila Iracema | Rancho Novo | 35B |
| 007 | Riachão | | 35C |
| 072 | Alonso Ceiso | Riachão | 35C |
| 009 | Rosa dos Ventos | | 35C |
| 106 | Jardim Belo Horizonte | Rosa dos Ventos | 35C |
| 160 | Parque Laranjal | Rosa dos Ventos | 35C |
| 185 | Santos Neves | Rosa dos Ventos | 35C |
| 190 | São Jorge | Rosa dos Ventos | 35C |
| 012 | Comendador Soares | | 35C |
| 097 | Flores | Comendador Soares | 35C |
| 114 | Jardim Ideal | Comendador Soares | 35C |
| 175 | Quartéis | Comendador Soares | 35C |
| 176 | Rancho Alegre | Comendador Soares | 35C |
| 184 | Santa Lucia | Comendador Soares | 35C |
| 202 | Vila Borges | Comendador Soares | 35C |
| 220 | Vila Marpiza | Comendador Soares | 35C |
| 022 | Jardim Iguaçu | | 35C |
| 017 | Moqueta | | 35C |
| 191 | São José | Moqueta | 35C |
| 016 | Centro | | 35C |
| 071 | Aero Clube | Centro | 35C |
| 073 | Alvarez | Centro | 35C |
| 079 | Belmonte | Centro | 35C |
| 086 | Chavascal | Centro | 35C |
| 117 | Jardim Javari | Centro | 35C |
| 132 | Jardim São João | Centro | 35C |
| 135 | Joana D'Arc | Centro | 35C |
| 140 | Lambert | Centro | 35C |
| 147 | Metropole | Centro | 35C |
| 155 | Palmeiras | Centro | 35C |
| 180 | Santa Catarina | Centro | 35C |
| 026 | Califórnia | | 35C |
| 096 | Essolândia | Califórnia | 35C |
| 099 | Fraternidade | Califórnia | 35C |

5.3.6 Processo de Zoneamento do Interior do Rio de Janeiro

Diferente dos municípios do Rio de Janeiro, Niterói, Duque de Caxias, Nova Iguaçu e de São Gonçalo, que possuem critérios próprios e customizados a cada necessidade, os demais municípios acompanham as suas fronteiras políticas na determinação das zonas de distribuição e a medida que afasta-se da cidade do Rio de Janeiro maior a quantidade

de municípios aumenta dentro das zonas. Isto se dá devido ao índice de densidade demográfica, que diminui ao se afastar da capital do estado.

O mapa 5.8 mostra a divisão das zonas. Baseado neste critério construiu-se as zonas que estão listadas na tabela 5.7 e percebe-se que as regiões com grande extensão, são as menos povoadas.

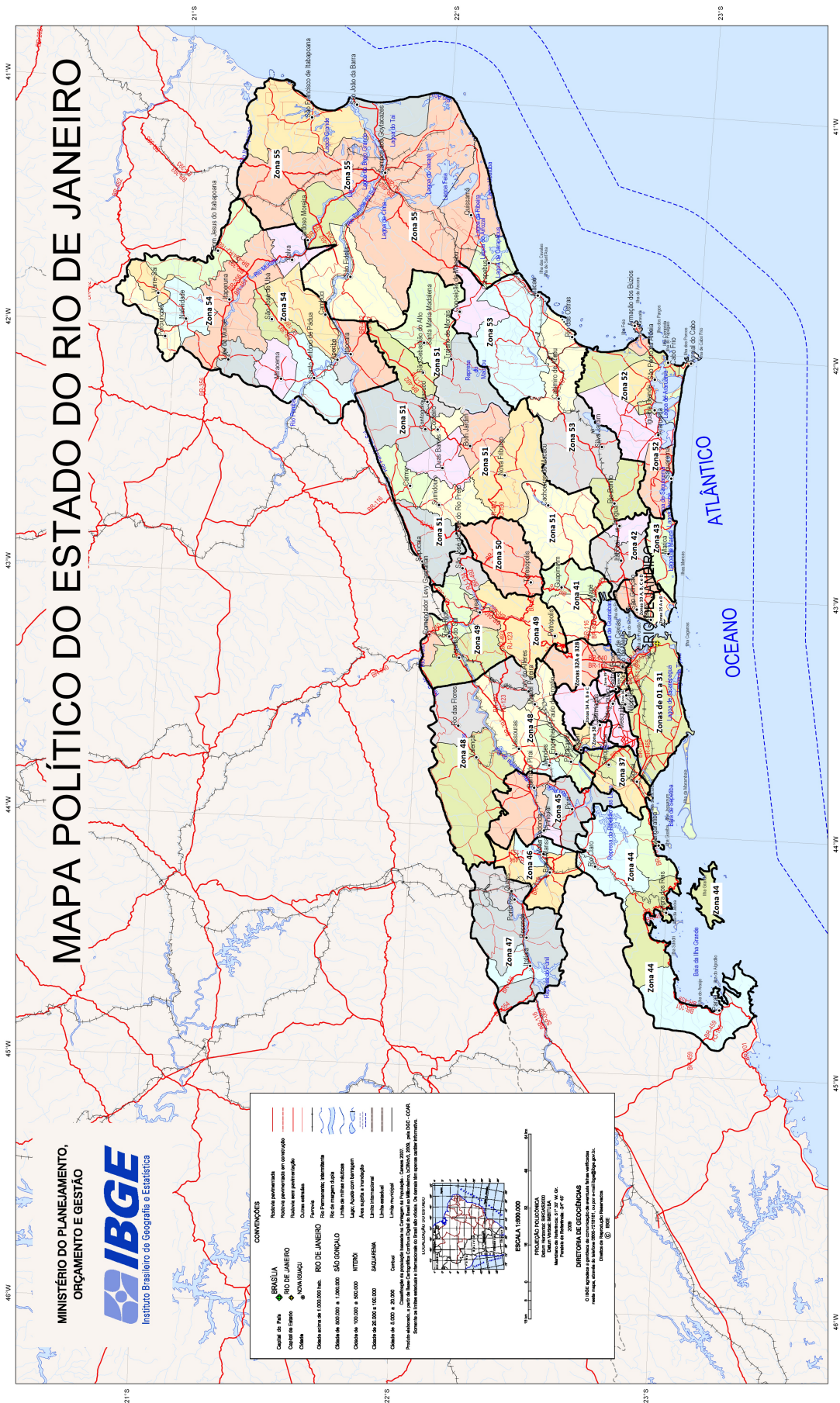


Figura 5.8: Mapa de Divisão dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2014)

Tabela 5.7: Lista de Zonas de Distribuição Das Cidades do Interior Fluminense

| Número | Cidade | Z. D. | Número | Cidade | Z. D. |
|--------|-------------------------------|-------|--------|-----------------------------|-------|
| 01 | Mesquita | 36 | 45 | Duas Barras | 51 |
| 02 | Nilópolis | 36 | 46 | Cantagalo | 51 |
| 03 | Seropédica | 37 | 47 | Macuco | 51 |
| 04 | Itaguaí | 37 | 48 | Cordeiro | 51 |
| 05 | Queimados | 38 | 49 | Bom Jardim | 51 |
| 06 | Japeri | 38 | 50 | Nova Friburgo | 51 |
| 07 | Belford Roxo | 39 | 51 | São Sebastião do Alto | 51 |
| 08 | São João de Meriti | 40 | 52 | Santa Maria Madalena | 51 |
| 09 | Magé | 41 | 53 | Trajano de Moraes | 51 |
| 10 | Guapimirim | 41 | 54 | Cachoeira de Macacu | 51 |
| 11 | Itaboraí | 42 | 55 | Saquarema | 52 |
| 12 | Tanguá | 42 | 56 | Araruama | 52 |
| 13 | Maricá | 43 | 57 | Arraial do Cabo | 52 |
| 14 | Paraty | 44 | 58 | Iguabá Grande | 52 |
| 15 | Angra dos Reis | 44 | 59 | São Pedro da Aldeia | 52 |
| 16 | Mangaratiba | 44 | 60 | Armação dos Búzios | 52 |
| 17 | Rio Claro | 44 | 61 | Cabo Frio | 52 |
| 18 | Piraí | 45 | 62 | Rio Bonito | 53 |
| 19 | Pinheiral | 45 | 63 | Silva Jardim | 53 |
| 20 | Barra do Piraí | 45 | 64 | Casimiro de Abreu | 53 |
| 21 | Mendes | 45 | 65 | Rio das Ostras | 53 |
| 22 | Volta Redonda | 46 | 66 | Macaé | 53 |
| 23 | Barra Mansa | 46 | 67 | Conceição de Macabu | 53 |
| 24 | Itatiaia | 47 | 68 | Itaocara | 54 |
| 25 | Rezende | 47 | 69 | Aperibé | 54 |
| 26 | Quatis | 47 | 70 | Santo Antônio de Padua | 54 |
| 27 | Porto Real | 47 | 71 | Cambuci | 54 |
| 28 | Valença | 48 | 72 | São José de Ubá | 54 |
| 29 | Rio das Flores | 48 | 73 | Miracema | 54 |
| 30 | Vassouras | 48 | 74 | Laje de Muriaé | 54 |
| 31 | Paty do Alferes | 48 | 75 | Italva | 54 |
| 32 | Engenheiro Paulo de Frontin | 48 | 76 | Bom Jesus do Itabapoana | 54 |
| 33 | Miguel Pereira | 48 | 77 | Itaperuna | 54 |
| 34 | Paracambi | 48 | 78 | Natividade | 54 |
| 35 | Paraíba do Sul | 49 | 79 | Porciuncula | 54 |
| 36 | Três Rios | 49 | 80 | Varre-Sai | 54 |
| 37 | Levy Gasparian | 49 | 81 | Carapebus | 55 |
| 38 | Petrópolis | 49 | 82 | Quissamã | 55 |
| 39 | Areal | 49 | 83 | São Fidélis | 55 |
| 40 | São José do Vale do Rio Preto | 49 | 84 | Cardoso Moreira | 55 |
| 41 | Teresópolis | 50 | 85 | São Francisco do Itabapoana | 55 |
| 42 | Sapucaia | 51 | 86 | São João da Barra | 55 |
| 43 | Sumidouro | 51 | 87 | Campos dos Goytacazes | 55 |
| 44 | Carmo | 51 | | | |

5.4 Critérios de Ordenação

5.4.1 Coleta de Informações

Inicialmente foi realizada uma reunião com os Senhores Paulo Afonso Rocha e Carlos Silva para construir uma lista de critérios, que logo se mostrou incompleta, pelo simples fato de não atuarem na linha de frente da distribuição, tendo um ponto de vista, não menos importante, mas incompleto. Então, chegou-se ao consenso de usar o *Brainstorming* para tal empreitada.

O *Brainstorming* foi o escolhido, pois além de minimizar o risco de deixar algum critério importante de fora do processo, envolve todos que utilizam a ferramenta de multicritério. Ou

seja, tendo os motoristas, roteirizadores, ajudantes e gerência juntos, numa reunião para definição dos critérios, em paralelo, a semente do comprometimento é semeada em todos, minimizando a chance de fracasso do novo método de sequenciamento.

Logo durante a convocação para a reunião que iria definir os critérios de decisão, a técnica do *Brainstorming* mostrou-se inadequada, devido a dificuldade de reunir ao mesmo tempo a equipe de motoristas, a equipe de gestão e de roteirização. Então decidiu-se que seria abortado o uso do *Brainstorming* e decidida uma outra estratégia para coleta de tais critérios.

Para substituir o *Brainstorming*, foi utilizado o método observacional para conseguir, através da aplicação de um questionário, colher informações que servem para estabelecer os critérios ou variáveis. Segundo Gil (2008) *apud* Prodanov e Freitas (2013) o método observacional consiste em observar, sem interferir, algo que acontece ou que já aconteceu.

Para ampliar o número de informações e contar com um número significativo de pessoas, foi concebido um questionário, contido no apêndice A, para ser aplicado nas entrevistas realizadas com dez dos vinte motoristas da empresa. O restante não foi entrevistado pelo fato que estavam trabalhando em zonas de distribuição do interior do estado do Rio de Janeiro, ou por que estar de folga no dia que ocorreram as entrevistas.

Para que o processo de entrevistas fosse bem sucedido, foi necessário a ida para a B&R Logística as 03:00 h do dia três de março deste ano. Isto foi sugerido pelos gestores da empresa, pois é o período do dia que ocorre os carregamentos e há o maior fluxo de motoristas.

Os motoristas foram entrevistados, de forma isolada e isenta, para que nem os outros motoristas e nem o entrevistador pudessem influenciar nas respostas de cada um deles. E pode-se dizer, que foi um sucesso neste sentido, pois os motoristas não chegam exatamente no mesmo horário, eles tem um rotina informal de escala de chegada para o carregamento, para que não haja ocorrência de filas. Também quanto a interação do entrevistador, que apenas lia as perguntas ao entrevistado, e anotava as respostas.

As questões foram respondidas por metade dos motoristas e por um dos roteirizadores, quantidade suficiente para considera-la significativa.

Com as respostas em mãos, uma reunião foi feita às onze horas do mesmo dia para reunir-se e processar as informações colhidas nas entrevistas, transformando-as nos critérios de ordenação que realmente foram aplicados no ELECTRE III. Neste encontro, contou-se por sua vez, com o Proprietário da B&R Logística e o Gerente de Operações. Ao final desta reunião, chegou-se à um total de dez critérios que caracterizam os clientes recebedores de carga como bons ou maus recebedores.

Os critérios de ordenação tem, cada um deles, uma razão e modo de interpretação, a seguir são apresentados e como deve ser interpretados pelos usuários, para que respondam com exatidão as perguntas que foram construídas e formaram o questionário de

performances de cada recebedor à luz de cada critério. Estas notas foram aplicadas no ELECTRE III para viabilização dos testes.

5.4.1.1 Qualidade da Equipe de Recebimento do Cliente

Este critério é medido pela agilidade e organização que é realizada a operação de recebimento, que basicamente envolve duas tarefas: a descarga e conferência da carga. Ou seja, a descarga é medida pela velocidade de execução da retirada da carga do caminhão e a conferência por sua vez é percebida pela metodologia usada, conferência pós a descarga, durante a descarga, simultânea com outras descargas de outros caminhões, tudo que pode otimizar ou não a atividade de recebimento.

5.4.1.2 O Relacionamento entre as equipes de Entrega e Recebimento

Este critério pode ser medido desde o absoluto desconhecimento entre ambos, até o mais alto grau de amizade e camaradagem. Isto possibilita que os entregadores executem partes da operação que são exclusivas da equipe de recebimento em situações de absoluto desconhecimento, como a conferência fina. Também o vínculo entre as equipes muitas vezes é representado pela comunicação prévia, através de celular ou rádio, do como está a operação e de da melhor hora para ir até o ponto de entrega naquele dia.

5.4.1.3 Agilidade no trato com a Informação - Burocracia

Critério que mede o tempo gasto com o processamento das informações, desde o recebimento da nota fiscal (NF) até a liberação do canhoto, que é o ato que libera a equipe para partir para outra entrega. Esta burocracia vai de tarefas como, comparação das informações do pedido no sistema e das informações na NF, lançamento da NF no sistema, geração de bônus de descarga, confirmação do recebimento do XML da NF via e-mail, emissão de notas fiscais parciais ou total de devolução, assinatura e carimbo do canhoto, etc, formam o processamento da informação feita pelo cliente que recebe as mercadorias. Contribuindo para o aumento de filas de espera para a descarga.

5.4.1.4 Frequência de Veículos com Prioridade de Descarga

Estes veículos sempre estão carregados com cargas como: Produtos que estão em promoção nos encartes, Produtos de marcas chaves, Produtos em falta na loja. E veículos que são da frota do próprio recebedor, que trazem produtos da central de distribuição do recebedor.

5.4.1.5 Estrutura Física da Loja

Aqui busca classificar o estabelecimento no que tange à configuração do prédio, com característica que diferencia-o dos demais pontos de entrega. São procuradas aqui, características como: número de docas, tamanho e organização do armazém e se possui ou não e qual o tamanho do pátio de espera.

5.4.1.6 Término do Horário para Inclusão de NF

Este critério, tem o objetivo de identificar, até que horário o cliente recebedor permite que entre na fila para descarregamento naquele mesmo dia. Assim clientes que permitem o quanto mais tarde a inclusão de mapas, são considerados melhores do que aqueles que estabelecem cada vez mais cedo um horário de corte para inclusão de notas fiscais para descarga.

5.4.1.7 Início do Horário para Inclusão de NF

Critério que foi identificado nos testes, pois há clientes que começam suas atividades em horários diversos, então quanto mais cedo isto ocorre, maior o tempo para que a distribuição disponível, portanto é muito importante considerá-lo também.

5.4.1.8 Tamanho da Janela de Tempo para o Trânsito e Segurança de Veículos de Carga

Um critério importantíssimo no que caracteriza o aspecto de acessibilidade ao cliente. Há áreas metropolitanas, principalmente as mais densamente povoadas, que precisam ter restrições ao tipo de veículo para que garanta a fluidez do trânsito na região. Portanto, quanto maior o tempo de restrição pior é o desempenho do cliente à luz deste critério. Outras áreas, que merecem atenção, e somente devem ser acessadas em horários específicos, são as periferias e as favelas, devido à presença, nestes locais de criminosos que tem interesse nas cargas.

5.4.1.9 O Cliente Recebe a NF e Libera o Carro para Realizar Outras Entregas

Esta prática possibilita que o entregador consiga ter um bom desempenho, pois em clientes que tem grande fluxo de cargas ou exigem grandes períodos de espera na fila de descarga por outros motivos, pode aceitar que o entregador esteja na fila de espera e permita ao mesmo tempo que saia e realize entregas mais ágeis.

5.4.1.10 Peso da Entrega

Critério que privilegia as grandes entregas, pois geralmente as taxas de cobrança de entrega é calculada tendo base o peso entregue. Além disto, a entrega de cargas maiores logo nos primeiros momentos da operação, permite que o veículo economize combustível e melhore a movimentação no compartimento de carga.

5.4.2 Definição dos Pesos dos Critérios

Em derradeira reunião sobre os critérios de ordenação adotados, ocorre com o objetivo de estabelecer pesos para todos estes, isto é necessário, pois o ELECTRE III somente constrói, por assim dizer, uma escala de importância, se o usuário incluir os pesos em cada um dos critérios.

Este processo se deu através de uma atribuição de notas de zero a dez a cada critério. Nesta reunião teve-se a preocupação em manter o isolamento dos participantes, para garantir que as notas dadas por um dos participantes não influenciasse outro ou os demais.

Então os mesmos participantes da reunião que reuniam os critérios que serão usados, mais a Prof^a Jacqueline Rangel Magalhães Cortes, que possui pesquisa no ramo da logística, deram notas e chegou-se a um média geral de cada critério, que foram incluídas no ELECTRE III. A tabela 5.8 contém os valores.

Ao analisar os resultados contidos na tabela 5.8 que os participantes lançaram, logo percebeu-se uma concentração de notas no setor intermediário, sendo que ao apurar as médias esta concentração aumentou, estabelecendo um intervalo que varia de 6,2 a 8,8, isto sem contar com os empates, que é o pior resultado para o estabelecimento de uma escala de importância. Mesmo assim realizou-se simulações e testes, contidas no capítulo 6, que logo não mostraram o potencial necessário para sustentar a operação.

Mesmo com problemas os resultados não foram desanimadores, pois além dos resultados práticos teve-se a constatação que um critério ficou de fora da lista - Início das Inclusões de NFs. Por isso quando recalibrado, uso-se dez critérios.

Para tanto solicitou-se ao corpo administrativo da B&R Logística, que desta vez, ao invés de atribuir notas aos critérios, os colocassem numa ordem decrescente de importância. Isto teve o objetivo de combater as causas dos problemas anteriores e com isso, melhorar o desempenho do método. Tendo estes dados, foram produzidas alguns tipos de médias, foram atribuídos a elas pesos que variam de um a doze, conforme o tamanho da média de cada critério e iniciou-se as simulações para definir o melhor, aplicando-os em novos testes.

Todo este tratamento de valores estão contidas na tabela 5.9, onde é possível perceber que apesar de uma melhoria há uma certa concentração e por isso os uso dos pesos do

intervalo de um a doze. Mas mesmo assim, seguiu-se para as simulações e testes, que também tivemos problemas, mas menores que os anteriores. Neste ponto percebeu-se que havia dois critérios com características de redundância que foram descartados.

Então, laçando mão das entrevistas aos motoristas, das reuniões com os gestores e roteirizadores e das conversas e observações feitas *in loco* é proposta uma nova escala de pesos que estão contidos na tabela 5.10. Já nas simulações esta nova escala teve desempenho igual o maior as anteriores, dando indícios que este é o caminho a seguir.

| Ordem | Critério | Paulo | Carlos | Marcos | Fernando | Jacqueline | Média |
|-------|---|-------|--------|--------|----------|------------|-------|
| 01 | Qualidade da equipe de recebimento do cliente | 07 | 09 | 07 | 10 | 09 | 8,40 |
| 02 | O relacionamento entre equipes de entrega e recebimento | 07 | 10 | 07 | 10 | 10 | 8,80 |
| 03 | Agilidade no trato com a informação | 04 | 09 | 10 | 08 | 10 | 8,20 |
| 04 | Ocorrência de carros com prioridade de descarga | 05 | 05 | 06 | 07 | 08 | 6,20 |
| 05 | Estrutura da Loja, Área de Recebimento e Armazéns | 05 | 07 | 08 | 05 | 06 | 6,20 |
| 06 | Tamanho de janela de tempo para inclusão de NF no Recebedor | 06 | 06 | 05 | 06 | 08 | 6,20 |
| 07 | Tamanho de janela de tempo para o transito de carros de carga | 05 | 05 | 10 | 07 | 08 | 7,00 |
| 08 | Recebedor recebe a NF e Libera Carro para Outras Entregas | 08 | 08 | 04 | 04 | 08 | 6,40 |
| 09 | Tamanho da Entrega | 06 | 08 | 08 | 10 | 06 | 7,60 |
| 10 | Trabalha sempre nesta Zona de Distribuição | 07 | 09 | 09 | 09 | 06 | 8,00 |
| 11 | Tipo do Estabelecimento Recebedor | 06 | 07 | 10 | 08 | 06 | 7,40 |

Tabela 5.8: Lista de Pesos c/ 11 Critérios de Ordenação

| Ordem | Critérios | Paulo | Carlos | Marcos | Fernando | Média Geral | Pesos MG | MB&R | Pesos MB&R | MCMF | Pesos MCMF |
|-------|---|-------|--------|--------|----------|-------------|----------|-------|------------|------|------------|
| 1 | Qualidade da equipe de recebimento do cliente | 1 | 12 | 5 | 11 | 7,25 | 8 | 6,00 | 6 | 9,33 | 12 |
| 2 | O relacionamento entre equipes de entrega e recebimento | 2 | 11 | 4 | 10 | 6,75 | 7 | 5,67 | 5 | 8,33 | 8 |
| 3 | Agilidade no trato com a informação | 3 | 3 | 8 | 9 | 5,75 | 4 | 4,67 | 3 | 6,67 | 7 |
| 4 | Ocorrência de carros com prioridade de descarga | 4 | 2 | 3 | 4 | 3,25 | 1 | 3,00 | 1 | 3,00 | 2 |
| 5 | Estrutura da Loja, Área de Recebimento e Armazéns | 8 | 1 | 6 | 1 | 4 | 2 | 5,00 | 4 | 2,67 | 1 |
| 6 | Início das inclusões de NFs no Recebedor | 5 | 9 | 11 | 8 | 8,25 | 11 | 8,33 | 10 | 9,33 | 11 |
| 7 | Termino das inclusões de NFs no Recebedor | 9 | 8 | 2 | 7 | 6,5 | 6 | 6,33 | 7 | 5,67 | 5 |
| 8 | Tamanho de janela de transito e segurança para os carros de carga | 7 | 6 | 1 | 6 | 5 | 3 | 4,67 | 2 | 4,33 | 3 |
| 9 | Recebedor recebe a NF e Libera Carro para Outras Entregas | 10 | 7 | 7 | 2 | 6,5 | 5 | 8,00 | 9 | 5,33 | 4 |
| 10 | Tamanho da Entrega | 6 | 4 | 9 | 12 | 7,75 | 10 | 6,33 | 8 | 8,33 | 9 |
| 11 | Trabalha sempre nesta Zona de Distribuição | 11 | 10 | 12 | 5 | 9,5 | 12 | 11,00 | 12 | 9,00 | 10 |
| 12 | Tipo do Estabelecimento Recebedor | 12 | 5 | 10 | 3 | 7,5 | 9 | 9,00 | 11 | 6,00 | 6 |

Tabela 5.9: Lista de Pesos c/ 12 Critérios de Ordenação

| Ordem | Critério | Pesos |
|-------|--|-------|
| 01 | Peso da Entrega | 30% |
| 02 | Qualidade da equipe de recebimento do cliente | 12% |
| 03 | O relacionamento entre equipes de entrega e recebimento | 11% |
| 04 | Agilidade no trato com a informação | 10% |
| 05 | Tamanho de janela de tempo para o transito e a segurança dos veículos de carga | 09% |
| 06 | Início das inclusões de NFs para descarga | 08% |
| 07 | Termino das inclusões de NFs para descarga | 07% |
| 08 | Ocorrência de veículos com prioridade de descarga | 05% |
| 09 | Estrutura da Loja, Área de Recebimento e Armazéns | 05% |
| 10 | Recebedor recebe a NF e Libera Carro para Outras Entregas | 04% |

Tabela 5.10: Lista de Pesos dos Critérios de Ordenação

A necessidade de mudança de metodologia para o estabelecimento dos pesos está na persistência, apesar da melhora da concentração das médias, ainda assim, persistia problemas com empates e algumas distorções, que é creditada as notas e valores que contrapõem o objetivo central da organização, que é de entregar o maior volume possível. Isto fica claro que a maior nota dada a este critério pelos colaboradores da B&R Logística é o peso nove. Daí a mudança drástica na sugestão dos pesos, que apoiada, como dito, em pesquisa *in loco* e observações.

Capítulo 6

Simulações e Testes

6.1 Introdução

Este capítulo registra todos os passos que foram dados para o uso do ELECTRE III como algoritmo de ordenação da entregas. Desde a calibragem do *software*, através das simulações, testes e resultados.

Tal agenda foi definida para comprovação e mensuração da eficiência do ELECTRE III para operações que envolvam um volume de decisões relativamente grande para uma equipe pequena.

Então através de experimentos simulados ou práticos, pode atestar se o objetivo foi alcançado. Este método experimental consiste, especialmente, em submeter os objetivos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecida pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objetivo (GIL, 2008 *apud* PRODANOV e FREITAS (2013)

Isto tem o objetivo de responder às expectativas que o desempenho de um operador logístico, está muito mais ligado ao desempenho dos recebedores, do que a sua capacidade de construir rotas curtas e eficientes. Então propõem-se que o operador logístico deve ter e usar a capacidade de avaliar seus pontos de entrega, tornado-se assim a operação mais eficaz.

Como já foi explorado no capítulo 3, optou-se, baseado em várias características dos métodos disponíveis pela literatura, o uso do ELECTRE III, que em linhas gerais, é um método de ordenação e de problemática γ que classifica os critérios pela regra do pseudo-critério (ALMEIDA, 2010). Sem falar que a família ELECTRE possui a capacidade de discordar ou vetar comparabilidade entre duas alternativas a luz de um critério (ALMEIDA, 2010) para valores muito diversos entre as performances das alternativas. Então, neste capítulo a preocupação é calibrar o *software* e não tocar em assuntos que já foram trabalhados.

Foram feitas simulações e testes, que estão relatados a seguir. Os resultados foram submetidos através do método de comparação, as informações cedidas pela empresa que é objeto de estudo desse trabalho. Segundo Fachin (2001) *apud* Leite (2006) o método comparativo se consiste em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e sua diferenças. Ocupando-se da explicação dos fenômenos e permite analisar o dado concreto, deduzindo desse os elementos constantes, abstratos e gerais, (LAKATOS E MARCOM, 2007 *apud* (PRODANOV & FREITAS, 2013)).

6.2 Simulações

Foram realizadas seis simulações com os objetivos de pré-teste e de calibragem do *software* do método ELECTRE III para a fase de testes operacionais.

6.2.1 Definição do Limites

Para usar o *software* é necessário definir entre o uso de limites de preferência proporcionais ou contínuos. Optou-se pelos limites proporcionais, pois se adaptam melhor as oscilações das performances¹ das alternativas $g_j(a_i)$ (VALLEÉ & ZIELNIWICZ, 1994). E os resultados das simulações mostraram-se melhor do que os resultados como limites contínuos.

Durante o processo de calibragem, foram usados uma gama de escalonamentos de limites de preferências e o que se mostrou mais apropriado, foram os limites de indiferença q para todos os critérios com o valor de 0,2, os limites de preferência p tem os valores de 0,5 e o limite de veto v fixado com o valor três vezes maior do que o limite de preferência (ROGERS & BRUEN, 1998). Também de acordo com *Rogers e Brueni* (1998) os valores dos limites devem respeitar a condição de que os limites de indiferença q devem ser menor do que o de preferência p e por sua vez menor do que o veto v .

Devido o uso da escala *Likert* para os critérios, com exceção do peso de entrega, foi testado usando o limite de veto v para todos os critérios e somente no critério peso. Este último modo obteve os melhores resultados nas simulações e pode ser explicado, pois a escala *Likert* como valores de 1 a 5 como são muito próximos, dispensa o limite de veto 2, já no critério peso de entrega, tem-se vários valores, muitos deles com um grande diferença, por isso a necessidade de ter um intervalo de incomparabilidade ou discordância (ALMEIDA, 2010).

¹valor ou nota atribuída a alternativa à luz de um critério

6.2.2 Definição do Limite de Veto

O ELECTRE III também usa a problemática γ , portanto, estabelecer os valores para os limites de indiferença q e preferência p é um ato obrigatório, mas quanto a utilização do limite de veto v é opcional (ROGERS & BRUEN, 1998). Mas por outro lado, perder a capacidade de discordância, peculiar do método, é no mínimo um desperdício, ou uma imprudência, pois realmente uma discrepância muito grande entre as performance pode distorcer os resultados. Além disto, os resultados das simulações foram muito mais amigáveis, quando usado o limite de veto, com poucas ou nenhuma ocorrência de empates na ordenação final. Assim com o uso do limite de veto v realmente se estabelece os intervalos de indiferença I , fraca preferência Q e preferência P (SANTOS et al., 2006).

Outro ponto relevante quanto ao limite de veto v é o seu tamanho em relação aos outros limites. Para Roy (1985) apud Rogers e Bruen (1998), deve ter o seu valor três, cinco ou dez vezes maior do que o limite de preferência p . Foi usado nas simulações um limite de veto v três vezes maior, lembrando que também é proporcional para todos os critérios.

6.2.3 Calibragem do Software e Simulações

Tendo em mãos os critérios que foram definidos através das investigações realizadas na seção Critérios de Ordenação 5.4, onde naquele momento encontrou-se e determinou-se onze critérios que produzem a sequência de entregas, posteriormente foi incluso mais um critério e finalmente retirados dois critérios redundantes, perfazendo um grupo de dez critérios.

Com um conjunto de dados do histórico de operações da B&R Logística, foram entrevistados os roteirizadores da empresa, afim de ter os valores das performances de cada alternativa à luz de um critério. Tabulados, aplicou-se juntamente com os pesos dos critérios e os limites de preferência no ELECTRE III e tivemos os seguintes resultados.

Para simular e que seja percebido algum resultado estabeleceu-se o critério produtividade para a comparação entre as diversas alternativas de calibragens. Tendo dois grandes grupos, as calibragens com doze critérios e com dez critérios, e por sua vez este são subdivididos pela inclusão do limite de veto v para todos os critérios e apenas para o critério - Peso da Entrega, portanto as diversas calibragens variaram nos seu pesos.

A calibragem denominada dados atuais, tem como pesos a média das notas atribuídas pelo autor desta dissertação, pelo Sr. Carlos Antônio Gomes da Silva² e Pelo Sr. Marcos Rodrigues³, que variam de zero a dez. Posteriormente foi transformada em um ordenação, onde o maior valor recebia o peso doze, o segundo o peso onze e assim sucessivamente

²Gerente da B&R Logística

³Roteirizador da B&R Logística

até a pior média o peso um, a média está contida na tabela 5.8.

Já a calibragem chamada de MCMF é extraída da ordenação feita por mim e pelos Srs. Carlos e Marcos, de forma independente, de todos os critérios. Então foi atribuída a nota doze, para o critério mais importante, até um para o menos importante, passando pelos critérios intermediários, este resultado está contido na tabela 5.9.

Os pesos que foram usados nos casos Média Geral e MB&R também são frutos das ordenações realizadas, diferindo das demais, no caso da Média Geral, a inclusão da ordenação feita pelo Sr. Paulo Afonso Rocha⁴ na formação do resultado dos pesos. No Caso da opção MB&R, foi retirada a minha ordenação, para estabelecimento dos pesos.

O índice Produtividade para as simulações é a relação do desempenho alcançado nas primeiras entregas com relação ao total de peso de todas elas, ou seja, dependendo das quantidades de entregas de cada simulação, foram usadas a relação entre as duas ou as quatro primeiras e o total de entregas. Este índice de desempenho é proposto baseado no objetivo central da B&R Logística, que é a entrega da maior quantidade de cargas possível, pois suas tarifas de cobranças baseadas no peso das mercadorias. Então é prudente privilegiar, quando possível, as grandes entregas. Isto também atende objetivos secundários: o primeiro deles é o quesito consumo dos veículos, que cada vez mais leves menos consumo e desgaste; Também na questão segurança, veículos que aparentam estar mais pesados, são mais visados pelos criminosos.

Os resultados colhidos foram insatisfatórios, pois na sua maioria apresentava uma produtividade baixa ou regular, em relação ao objetivo central. Então analisando as notas e ordenações dos gestores da B&R Logística percebe-se que nenhum deles classifica o peso como o mais importante dos critérios. Então constatado está divergência, lança-se mão das informações colhidas nas entrevistas aos motoristas, as minhas observações e conversas informais que tive com demais envolvidos na operação da empresa, construí uma nova ordenação, agora com dez critérios e como pesos percentuais, contidos na tabela 5.10.

Desta vez, os resultados se mostraram mais interessantes, apenas sendo superado em uma única simulação e em outras simulações, sendo igual ou superior em relação às demais. Já comparando os subgrupos, com veto em todos os critérios e com veto apenas no critério - Peso da Entrega, registra-se uma ligeira vantagem para este último. Então baseado nestas simulações, parte-se para os testes em campo, onde seus resultados estão mais adiante neste trabalho.

Para melhor entendimento das planilhas que se seguem, é importante registrar que nas simulações 02, 03, 04 e 05 foram usadas as quatro primeiras entregas para a determinação da relação de produtividade, já nas simulações 01, 04 e 06 tem-se apenas as duas primeiras entregas. Os dados das simulações estão contidos nas tabelas 6.1, 6.3, 6.5, 6.7,

⁴Proprietário da B&R Logística

6.9, 6.11 e os resultados são reunidos nas tabelas 6.2, 6.4, 6.6, 6.8, 6.10, 6.12.

Tabela 6.1: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 01

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|--|--|---------|----------------|----------|--------|
| A1 | Dele Show Comercio de Produtos Alimenticios Ltda | Capitão Felix,110 | Benfica | Rio de Janeiro | 20920310 | 24,71 |
| A2 | Angelo F A Porto Comercio de Alimentos | R Capitaó Felix 110 Pav 2 Ljs 11 E 13 | Benfica | Rio de Janeiro | 20920310 | 45,6 |
| A3 | Rio Claro 84 Comercial Ltda | Rua Capitaó Felix 110 Pvto 02 Lj 01 BI E | Benfica | Rio de Janeiro | 20920310 | 688,84 |
| A4 | So Saude Refeicoes Ltda Epp | Sao Luiz Gonzaga,1713 | Benfica | Rio de Janeiro | 20910062 | 34,1 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Dom Helder Camara ,105 | Benfica | Rio de Janeiro | 20911291 | 155,43 |

Tabela 6.2: Simulação 01

| Resultados da Simulação 01 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------|----------------------|----------------------|------------------------|--------|----------------|----------------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | A3 | A3 | A3 | A4 | A3 | A3 | A3 | A3 | A3 | |
| 2º | A2 | A2 | A1 A2 A4 A5 | A1 A2 A4 A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | |
| 3º | A1 A5 | A1 A5 | | | A2 | A2 | A1 A2 A4 | A1 A2 A4 | A2 | |
| 4º | A4 | A4 | | | A1 | A1 | | | A1 A4 | |
| 5º | | | | | A4 | A4 | | | | |
| DESEMPENHO | 81,32% | 81,32% | | | 93,49% | 93,49% | 93,49% | 93,49% | 93,49% | |

Tabela 6.3: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 02

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|---|---------------------------------|----------------|----------------|----------|--------|
| A1 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Estrada Marechal M. Salazar, sn | Cidade de Deus | Rio de Janeiro | 22770330 | 153,02 |
| A2 | Frutalha | Rua Est do Rio Grande, 1103 | Taquara | Rio de Janeiro | 22720012 | 40 |
| A3 | Padaria e Confeitaria Nova Liberdade Ltda | Estr. dos Bandeirantes, 2627 | Taquara | Rio de Janeiro | 22775111 | 299,61 |
| A4 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Estr. dos Bandeirantes, 105 | Taquara | Rio de Janeiro | 22710570 | 274,23 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Jauru,32 | Taquara | Rio de Janeiro | 22725520 | 216,75 |
| A6 | Marcadinho Tata e Xande Ltda | Ituverava,960 | Jacarepagua | Rio de Janeiro | 22750000 | 46,93 |
| A7 | Padaria e Confeitaria Cisne Branco Ltda | Jacarepagua,7836 | Jacarepagua | Rio de Janeiro | 22753211 | 326,27 |
| A8 | Panificacao Acoriana Ltda | Rua Florianopolis, 1146 | Jacarepagua | Rio de Janeiro | 21321050 | 156,67 |

Tabela 6.4: Simulação 02

| Resultados da Simulação 02 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------|--------|----------|------------------------|----------|--------|----------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | | A3 A7 | A7 | A7 | A7 | A3 | A3 | A7 | A3 A7 | A3 |
| 2º | | A6 | A3 | A3 | A3 | A1 A7 | A7 | A3 | A4 | A4 |
| 3º | | A1 A4 | A6 | A6 | A1 A4 | A6 | A4 | A6 | A6 | A7 |
| 4º | | A8 | A8 | A8 | A5 A6 | A4 | A6 | A4 A5 | A1 A5 | A1 |
| 5º | | A2 | A1 | A1 A2 | A2 A8 | A5 | A1 | A1 | A2 | A6 |
| 6º | | A5 | A4 | A4 A5 | | A8 | A5 | A8 | A8 | A5 |
| 7º | | | A5 | | | A2 | A8 | A2 | | A2 A8 |
| 8º | | | A2 | | | | A2 | | | |
| DESEMPENHO | NT | 54,55% | 54,78% | 54,78% | 69,60% | 54,55% | 62,59% | 62,59% | 62,59% | 69,60% |

Tabela 6.5: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 03

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|--|-------------------------------------|---------------|----------------|----------|--------|
| A1 | Mercadinho Opção do Jardim America Ltda | Rua Franz Liszt 416 Lj A/B 440 Lj C | Jd America | Rio de Janeiro | 21240400 | 81,98 |
| A2 | Ramigos Supermercados Ltda | Rua Zanini 150 | Anchieta | Rio de Janeiro | 21630330 | 131 |
| A3 | Mercado Raphaninha Ltda | Coronel Vieira,880 | Iraja | Rio de Janeiro | 21220310 | 55,86 |
| A4 | Karapito da Beira Comercio de Alimentos Ltda | Brasil,19001 | Iraja | Rio de Janeiro | 21530000 | 310,66 |
| A5 | Guanabara | Av. Monsenhor Felix,1213 | Iraja | Rio de Janeiro | 21235110 | 79,5 |
| A6 | Germans Distribuidora de Comestiveis Ltda (08) | Rua dos Diamantes 22 | Rocha Miranda | Rio de Janeiro | 21510000 | 145,21 |
| A7 | Germans Distribuidora de Comestiveis Ltda (09) | Avenida dos Italianos 1075 | Coelho Neto | Rio de Janeiro | 21510101 | 81,71 |

Tabela 6.6: Simulação 03

| Resultados da Simulação 03 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------|----------------|----------------|------------------------|----------|--------|--------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | A3 A4 A6 | A3 A6 | A3 A4 A6 | A3 A4 A6 | A6 | A6 | A6 | A6 | A6 A7 | A6 |
| 2 | A1 | A4 | A1 | A1 | A4 | A1 A4 | A4 | A4 | A4 | A4 |
| 3º | A7 | A1 | A7 | A7 | A1 | A3 | A1 | A1 | A3 | A3 |
| 4º | A2 | A7 | A2 | A2 | A3 | A2 | A3 | A3 | A1 | A2 |
| 5º | A5 | A2 | A5 | A5 | A2 | A5 | A2 | A2 | A7 | A1 |
| 6º | | A5 | | | A5 A7 | A7 | A5 | A5 | A2 | A5 A7 |
| 7º | | | | | | | A7 | A7 | A5 | |
| DESEMPENHO | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 67,02% | 72,55% |

Tabela 6.7: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 04

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|----------|--------|
| A1 | Minimercado F T P De Mallet Ltda | Marechal Fontenelle,4128 | Magalhaes Bastos | Rio de Janeiro | 21740002 | 56,18 |
| A2 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | General Jacques Ouriques,770 | Padre Miguel | Rio de Janeiro | 21720540 | 538,48 |
| A3 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Marechal Fontenele,5100 | Sulacap | Rio de Janeiro | 21750001 | 187,06 |
| A4 | Ramigos Supermercados Ltda (1005518) | Rua Zanini 150 | Anchieta | Rio de Janeiro | 21630330 | 53,85 |
| A5 | Novo Mundo | Rua Etr Marechal Alencastro,2001 | Ricardo Albuquerque | Rio de Janeiro | 21625000 | 120 |
| A6 | Real Eden | Rua Aurelio Valporto,83 | Marechal Hermes | Rio de Janeiro | 21555560 | 182,8 |

Tabela 6.8: Simulação 04

| Resultados da Simulação 04 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|------------------------|----------|----------|--------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | A1 A5 | A1 A5 | A5 | A1 A5 | A2 | A2 A3 | A2 A3 | A2 | A1 A3 | A2 A3 |
| 2º | A6 | A6 | A1 | A6 | A3 | A3 | A5 | A5 | A5 | A1 A5 |
| 3º | A2 A3 | A2 A3 | A6 | A2 A3 | A5 | A5 | A1 | A3 | A6 | A6 |
| 4º | A4 | A4 | A2 A3 | A4 | A1 | A1 | A6 | A1 | A2 | A4 |
| 5º | | | A4 | | A6 | A6 | A4 | A6 | A4 | |
| 6º | | | | | A4 | A4 | | | | |
| DESEMPENHO | 15,40% | 15,40% | 15,40% | 15,40% | 57,82% | 57,82% | 57,82% | 57,82% | 21,37% | 63,73% |
| DESEMPENHO | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 78,82% | 47,97% | 79,21% |

Tabela 6.9: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 05

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|--|-------------------------------|-----------------|----------------|----------|--------|
| A1 | Move Alimentos Saudaveis Ltda Me | Ruy Frazao Soares,121 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22793074 | 38,74 |
| A2 | Supermercados Mundial Ltda | Desembargador Araujo Jorge,96 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22611220 | 31,67 |
| A3 | Sabor e Café Refeições Ltda | Avenida das Americas 1650 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22640101 | 7,4 |
| A4 | Baby Beef Barra Restaurante Ltda | Avenida das Americas | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22640100 | 17,29 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Avenida das Americas, 13850 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22790702 | 970,21 |
| A6 | Super Saladas Comestiveis Finos Ltda - China In Bo | Avenida das Americas,70 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22640020 | 29,46 |
| A7 | Molima e Santa Cruz Restaurante Ltda | Ayrton Senna,3000 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22750001 | 17,6 |
| A8 | Expresso do Oriente Restaurante Ltda - China In Bo | Avenida das Americas, 11391 | Barra da Tijuca | Rio de Janeiro | 22793081 | 59 |
| A9 | Torre | Engenho de Souza Filho S/N | Itanhangá | Rio de Janeiro | 22753053 | 109,6 |
| A10 | Torre | Av. Niemeyer,756 | São Conrado | Rio de Janeiro | 22450221 | 154,8 |

Tabela 6.10: Simulação 05

| Resultados da Simulação 05 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | A8 | A8 | A8 | A8 | A5 | A8 | A5 | A5 | A8 | A5 A8 |
| 2º | A5 | A5 | A5 | A6 | A8 | A5 | A8 | A8 | A5 | A6 A10 |
| 3º | A6 | A6 | A6 | A5 | A9 A10 | A10 | A9 A10 | A9 A10 | A6 | A9 |
| 4º | A4 | A1 | A9 A10 | A3 | A6 | A6 A7 | A6 | A6 | A10 | A2 |
| 5º | A3 | A3 | A3 | A9 A10 | A4 A7 | A9 | A1 A7 | A1 | A9 | A4 A7 |
| 6º | A1 | A9 A10 | A1 | A1 | A1 | A1 A2 | A4 | A3 | A3 | A1 |
| 7º | A9 A10 | A4 | A4 | A4 | A2 | A4 | A2 | A4 A7 | A4 | A3 |
| 8º | A2 A7 | A7 | A7 | A7 | A3 | A3 | A3 | A2 | A1 | |
| 9º | | A2 | A2 | A2 | | | | | A2 | |
| 10º | | | | | | | | | A7 | |
| DESEMPENHO | 74,94% | 76,43% | 85,52% | 74,25% | 90,00% | 90,00% | 90,00% | 90,00% | 81,37% | 84,52% |

Tabela 6.11: Recebedores - Pontos de Entrega - da Simulação 06

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO |
|-----|---|-------------------------|------------|----------------|----------|--------|
| A1 | Mercado Torre de Jacarepagua Ltda (I005470) | R Candido Benicio | Praca Seca | Rio de Janeiro | 21321801 | 217,66 |
| A2 | Mini Mercado Fontenele Ltda - Me | Estr. da Chacara ,420 | Praça Seca | Rio de Janeiro | 21341290 | 11,12 |
| A3 | Intercontinental Comercio de Alimentos Ltda | Cerqueira Daltro,51 | Cascadura | Rio de Janeiro | 21380000 | 77,31 |
| A4 | Supermercados Vianense Ltda | Dom Helder Camara,10238 | Cascadura | Rio de Janeiro | 21380001 | 50,01 |
| A5 | Alianca Comercio Representacoes e Transporte Ltda | Cerqueira Daltro,437 | Cascadura | Rio de Janeiro | 21380320 | 100,56 |

Tabela 6.12: Simulação 06

| Resultados da Simulação 06 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|------------------------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------------|
| Ranking | 12 Critérios | | | | | | | | 10 Critérios | |
| | Veto p/ todos Critérios | | | | Veto p/ o Critério: PE | | | | Veto p/ todos Critérios | Veto p/ o Critério: PE |
| | PA | MCMF | MG | MB&R | PA | MCMF | MG | MB&R | | |
| 1º | A1 | A1 A5 | A1 A5 | A1 A5 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 A8 |
| 2º | A5 | A4 | A4 | A4 | A4 | A5 | A5 | A5 | A3 | A3 |
| 3º | A4 | A3 | A3 | A3 | A3 | A3 A4 | A3 A4 | A3 A4 | A4 | A5 |
| 4º | A3 | A2 | A2 | A2 | A5 | A2 | A2 | A2 | A5 | A4 |
| 5º | A2 | | | | A2 | | | | A2 | A2 |
| DESEMPENHO | 80,68% | 80,68% | 80,68% | 80,68% | 61,10% | 86,68% | 86,68% | 86,68% | 75,59% | 86,68% |

6.3 Testes

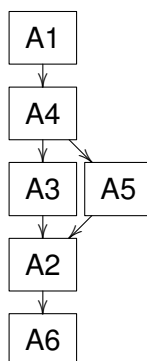
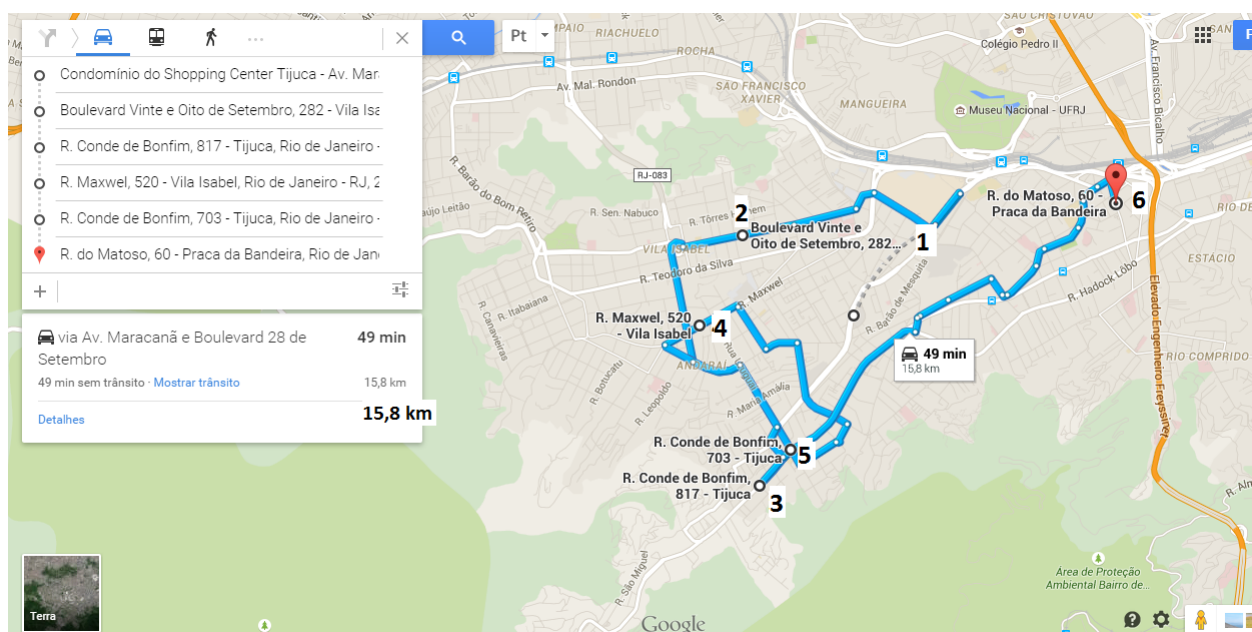
6.3.1 Teste Preliminar

Inicialmente, foi realizado um teste considerando os doze critérios preliminares definidos. Neste teste, a produtividade potencial que é a relação entre o desempenho alcançado nas primeiras entregas e o total de entregas, permite perceber do desalinhamento com o objetivo central da empresa, que é entrega o maior volume na primeira tentativa e o mais rápido possível. Na tabela 6.1 e 6.2 pode-se ver que nas primeiras três entregas de um total de sete entregas com 472,17Kg tem uma eficiência de 32,09%.

O resultado deste teste, apresentado nas figuras 6.13 e foi positivo, com uma produção de mais de 70%, mas em contraponto um seria reclamação do motorista que percorreu distâncias desnecessárias, segundo ele.

Tabela 6.13: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste Preliminar

| ALTERNATIVA | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------|----------|--------|----|
| A0001 | Drumattos Ind. Com. Ltda | Av. Maracanã, 987 | Tijuca | Rio de Janeiro | 20511000 | 28,16 | 07 |
| A0002 | Supermercado Torre | R. Conde de Bonfim, 709 | Tijuca | Rio de Janeiro | 20520052 | 7,40 | 07 |
| A0003 | Hortifrutigranjeiros Thasia | R. Conde de Bonfim, 817 | Tijucda | Rio de Janeiro | 20520000 | 17,11 | 07 |
| A0004 | Germans Distribuidora de Com. | R. 28 de Setembro, 282/284 | Vila Isabel | Rio de Janeiro | 20551031 | 106,25 | 05 |
| A0005 | Casa Guanabara Comestiveis | R. Maxwell, 520 | Vila Isabel | Rio de Janeiro | 20541100 | 306,00 | 05 |
| A0006 | Supermercados Mundial | R. do Matoso, 60 | Praça da Bandeira | Rio de Janeiro | 20270130 | 7,25 | 07 |

**Figura 6.1:** Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste Preliminar**Figura 6.2:** Rota do Teste Preliminar

6.3.2 Teste 01

Teste com onze pontos de entregas e com 1060,25 kg, contido na tabela 6.14. Como abrange, devido a ociosidade momentânea de recurso, duas zonas de distribuição, o sequenciamento de entregas se deu em duas etapas. A primeira envolvendo apenas os recebedores da região 27 e a segunda foi a região 26, isto funciona como se houvesse duas saídas. Isto foi feito, pois o método de sequenciamento não leva em consideração as

distâncias percorridas dentro das zonas de distribuição, pois no processo de zoneamento houve a preocupação com um limite de tamanho das mesmas, então o porque de sequenciar em duas etapas. A zona de distribuição 27 foi a escolhida para iniciar a operação, devido ao seu maior peso e também a maioria da primeira metade do total de entregas, quando aplicados o ELECTRE III, foram desta zona de distribuição. Tudo isto pode ser visto na figura 6.3.

Antes mesmo do teste operacional, percebe-se que o sequenciamento é bom, pois levando em consideração o critério produtividade, sugerido na etapa de simulações, prevê a entrega de 830,16 kg nas quatro primeiras entregas, perfazendo um índice de 78,30% de eficiência.

Outro ponto foi a visualização do percurso através do *Google Maps*, através da figura 6.4 pode ser visto que apesar de não levar em conta as distâncias percorridas, o sequenciamento produz um rota razoável, pois não há problemas quanto ao surgimento de ziguezagueamento dentro da zona de distribuição.

Os resultados operacionais mostraram-se bons, pois registrou uma produtividade de 91,82%, sendo que neste teste ocorreram problemas comerciais, entre a industria e o varejo, correndo assim a chance de todas as entregas serem realizadas.

Tabela 6.14: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 01

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--|------------------------|--------------------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Supermercado E Padaria Rpc Do Recreio Ltda | Arquiteto,368 | Recreio | Rio De Janeiro | 22796130 | 69,75 | 27 |
| A2 | Supermercado Barra Oeste Ltda | Av Das Americas, 14041 | Recreio Dos Bandeirantes | Rio De Janeiro | 22790701 | 141,2 | 27 |
| A3 | Supermercados Mundial Ltda | Das Americas,13701 | Recreio Dos Bandeira | Rio De Janeiro | 22790701 | 265,8 | 27 |
| A4 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Das Americas,16100 | Recreio Dos Bandeira | Rio De Janeiro | 22790704 | 330,87 | 27 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Das Americas 13850 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22790702 | 12 | 26 |
| A6 | Camarao Do Recreio Comercio De Alimentos | Das Americas,19019 | Recreio Dos Bandeira | Rio De Janeiro | 22790704 | 10,56 | 27 |
| A7 | A 1 Comercio De Alimentos | Erico Verisimo 725 | Barra Da Tijuca | Riode Janeiro | 22621180 | 43 | 26 |
| A8 | Drumattos Industria E Comercio Ltda | Das Americas ,4666 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22640102 | 10,56 | 26 |
| A9 | Expresso Do Oriente Restaurante Ltda | Das Americas,11391 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22793081 | 10,56 | 26 |
| A10 | Mercearia Sachinho Ltda | Dos Bandeirantes,15072 | Vargem Pequena | Rio De Janeiro | 22710104 | 73,66 | 27 |
| A11 | Mercearia Marigessy Ltda | Dos Bandeirantes,23510 | Vargem Grande | Rio De Janeiro | 22783112 | 92,29 | 27 |

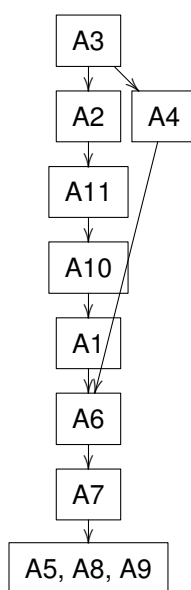


Figura 6.3: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 01

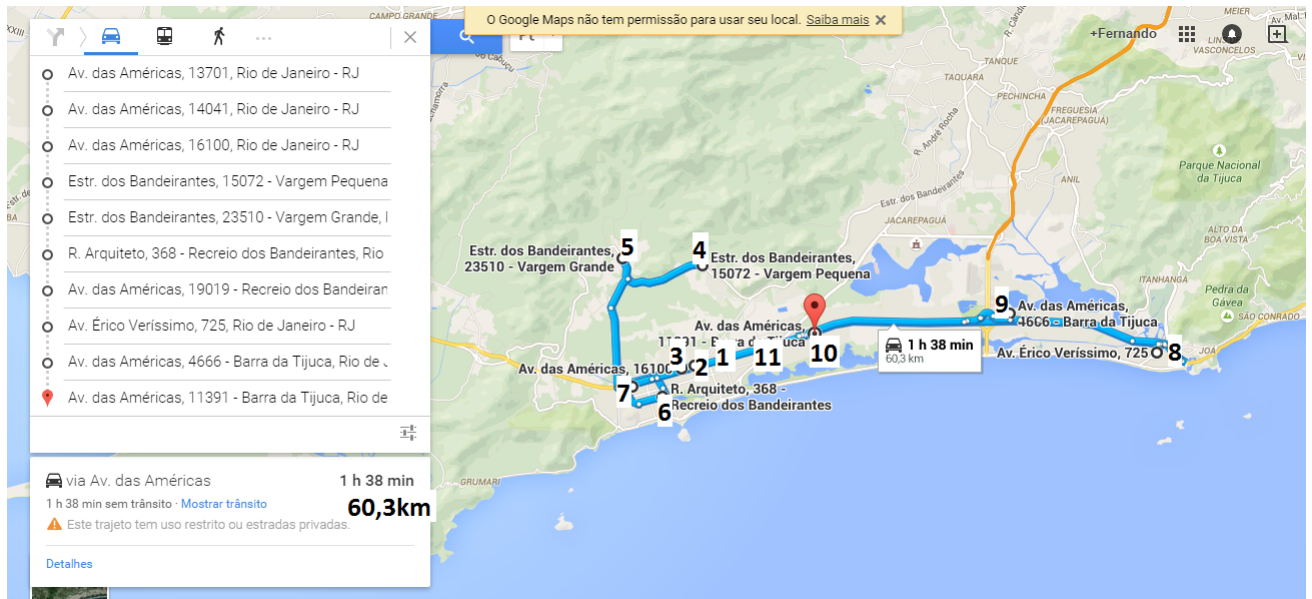


Figura 6.4: Rota do Teste 01

6.3.3 Teste 02

Este teste foi composto por cinco entregas e com 749,63kg, onde podem ser melhor vistos na figura 6.15. Foi sequenciado com todos os recebedores, apesar de abranger três zonas de distribuições diferentes, 25A, 25B e 25C, como pode ser visto na figura 6.5. Mas mesmo assim, o sequenciamento respeita as zonas de distribuição. Também do ponto de vista da produtividade, também tem um bom resultado, pois a eficiência fica no patamar de 71,46%, isto já nas duas primeiras entregas.

Já no ponto de vista de percurso foi um ótimo resultado, pois foi estabelecida uma sequência que não tem zigzagueamento no deslocamento entre as entregas, através da figura 6.6 é possível a visualização.

Neste teste, infelizmente, por problemas comerciais entre industria e varejista, o caminhão, logo na primeira entrega, ficou retido até o meio da tarde, aguardando a solução do problema.

Tabela 6.15: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 02

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------|--------|-----|
| A1 | Cencosud | Praça Jauru,32 | Jauru | Rio De Janeiro | 22725520 | 120,00 | 25B |
| A2 | Cencosud | Rua Estrada Do Tindiba,565 | Pechincha | Rio De Janeiro | 22740360 | 200,00 | 25A |
| A3 | Cencosud | Rua Estrada De Jacarepagua,7153 | Freguesia | Rio De Janeiro | 22753033 | 335,70 | 25C |
| A4 | Supermercado Rpc De Jacarepaguá Ltda | Av Geremario Dantas, 215 | Tanque | Rio De Janeiro | 22735000 | 59,90 | 25A |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Marechal Miguel Salazar M De M | Cidade De Deus | Rio De Janeiro | 22770333 | 34,03 | 25B |

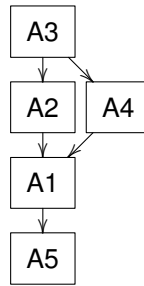


Figura 6.5: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 02

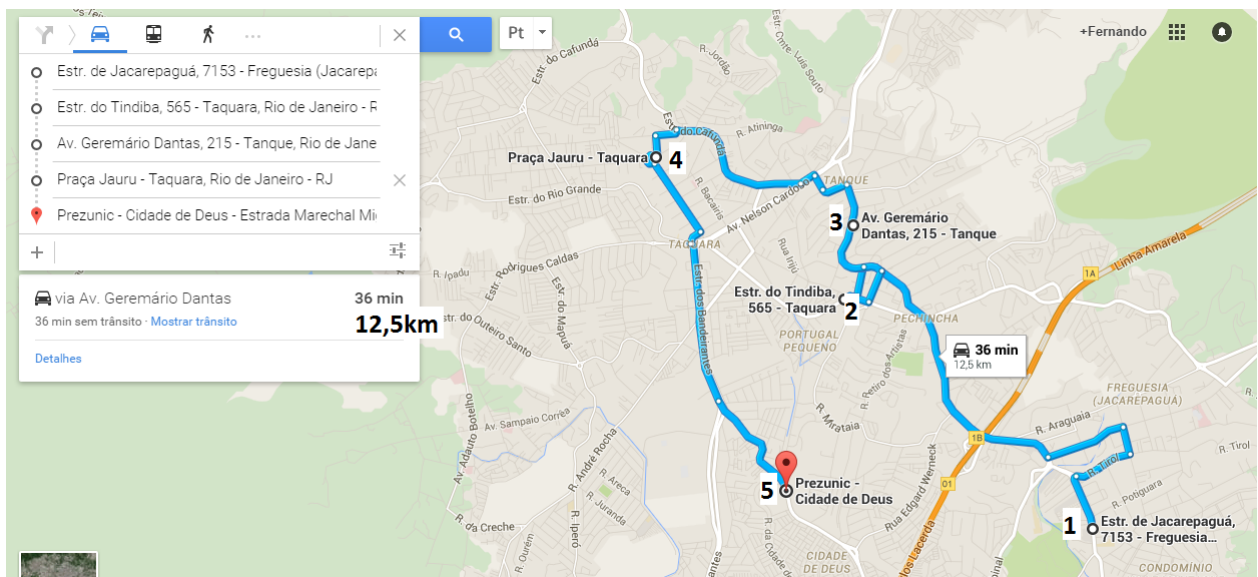


Figura 6.6: Rota do Teste 02

6.3.4 Teste 03

Teste realizado nas zonas de distribuição 01 e 02, onde o sequenciamento foi realizado em duas etapas. Primeiramente na ZD 02 e posteriormente na ZD 01, pois privilegiou-se o maior número de postos de entregas e maior peso da carga. A Figura 6.7 retrata visualmente este processo.

Com uma carga de 716,91kg e oito pontos de entrega numa região bastante povoada da metrópole de Rio de Janeiro, configurando um conjunto de obstáculos bastante desafiadores para proposta, onde é possível a visualização através da figura 6.8. Pois além do próprio ambiente, os pontos de entregas estão bem parelhos quanto ao seus perfis de desempenho como recebedores.

Aplicando o índice de produtividade que foi sugerido desde as simulações, nas quatro primeiras entregas obteve uma eficiência potencial de 75,54%, sinalizando que a operação será boa.

Durante os testes, devido a problemas pontuais, o motorista teve que deixar a alter-

nativa A2 para o final das operações na ZD 02, pois o recebedor estava fechado para recebimentos no período da manhã, então foi percorrido os demais pontos de entrega e no meio da tarde foi entregue a carga deste cliente, mas no geral o teste foi executado na íntegra.

O resultado operacional registrado, apesar dos problemas, foi muito bom, pois foram entregues 96,74%, sendo entregues sete entregas, que juntas perfazem 693,57kg dos 716,91kg. A seguir tem-se a tabela 6.16 dos pontos de entregas,

Tabela 6.16: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 03

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|---|-----------------------------|------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Churrascaria Fogo Chao | Reporter Nestor Moreira S/N | Botafogo | Rio De Janeiro | 22290210 | 74,00 | 2 |
| A2 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | General Polidoro 260 | Botafogo | Rio De Janeiro | 20780370 | 248,30 | 2 |
| A3 | Germans Distribuidora De Comestiveis Ltda | General Polidoro,74 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22280006 | 112,35 | 2 |
| A4 | Germans Distribuidora De Comestiveis Ltda | Sao Clemente,185 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22260001 | 107,00 | 2 |
| A5 | Mercearia Nova Cidade Ltda | Bartolomeu Portela,25 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22290190 | 20,34 | 2 |
| A6 | Hotel Atlântico Praia | Avenida Atlântica 1456 | Copacabana | Rio De Janeiro | 22021000 | 53,00 | 1 |
| A7 | Mercearia Duvivier Ltda | Bolivar,134 | Copacabana | Rio De Janeiro | 22061020 | 75,85 | 1 |
| A8 | Urca Sul Supermercados Ltda Epp | Marechal Cantuaria ,82 | Urca | Rio De Janeiro | 22291060 | 23,07 | 2 |

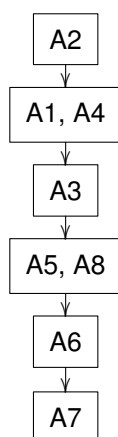


Figura 6.7: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 03

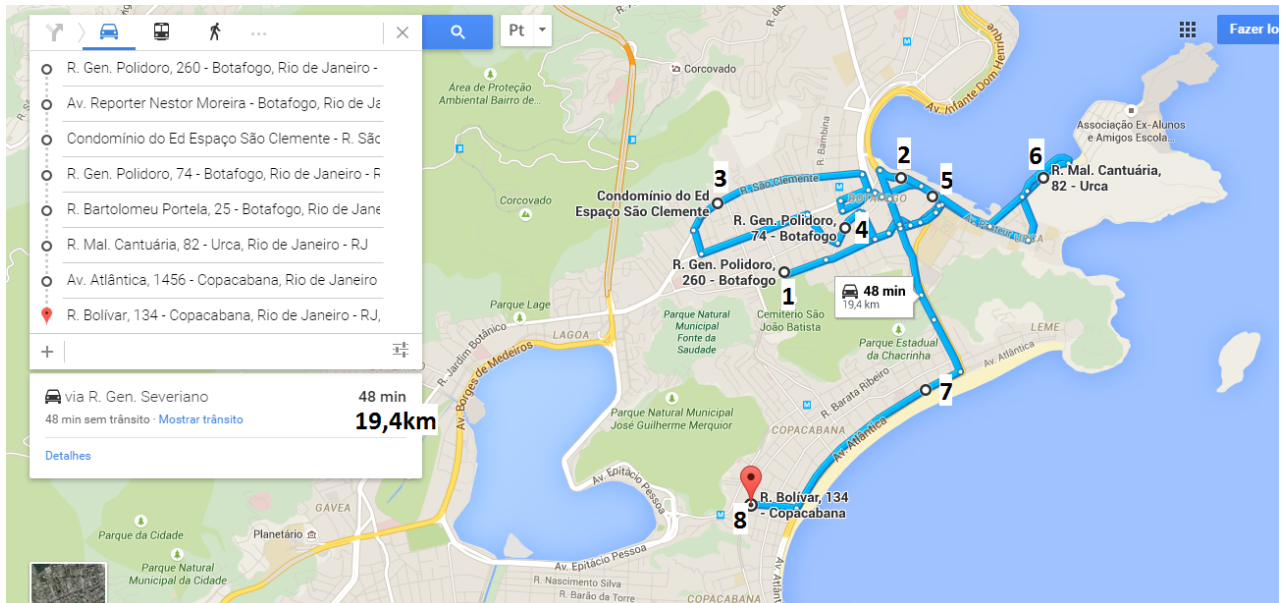


Figura 6.8: Rota do Teste 03

6.3.5 Teste 04

Teste com cinco entregas, contidas na tabela 6.17 e distribuídas pelas zonas de distribuição 03, 05 e 07, onde foram reunidas devido a ociosidade de recurso e tendo 1.622,16kg de mercadorias. Foram, pelo baixo número, submetidas ao ELECTRE III todas de um só vez, não separando-as como em outras oportunidades.

Submetida ao índice de produtividade, a sequência sugerida mostrou-se bastante boa, pois as duas maiores entregas foram selecionadas para serem, respectivamente, a primeira e segunda entregas, construindo um desempenho potencial de 90,11%. A figura 6.9 mostra a sequência produzida pelo ELECTRE III e também é possível pela figura 6.10 a visualização dos caminhos percorridos.

Após o teste, pela primeira vez, tem-se um desempenho de 100% de eficiência, mostrando que a proposta mantenha-se robusta o suficiente para ser usada nas operações do objeto de estudo de maneira definitiva.

Tabela 6.17: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 04

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|---|-----------------------------|-------------|----------------|----------|----------|----|
| A1 | Casas Guanabara Comestíveis Ltda | Maxwell,520 | Vila Isabel | Rio De Janeiro | 20541100 | 1.321,65 | 5 |
| A2 | Supermercado Premium Vila Isabel | Avenida 28 De Setembro, 310 | Vila Isabel | Rio De Janeiro | 20551030 | 97,00 | 5 |
| A3 | Aloe Comércio Miudezas | Rua Mendes Tavares, 35 | Vila Isabel | Rio De Janeiro | 20560050 | 140,00 | 5 |
| A4 | Torre | Conde De Bonfim 703 | Tijuca | Rio De Janeiro | 20520052 | 16,00 | 7 |
| A5 | Princesa Auto Serviço De Comestíveis Ltda | Das Laranjeiras,519 | Laranjeiras | Rio De Janeiro | 22240002 | 47,51 | 3 |

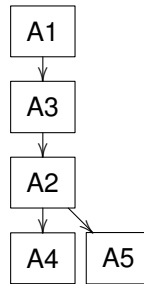


Figura 6.9: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 04

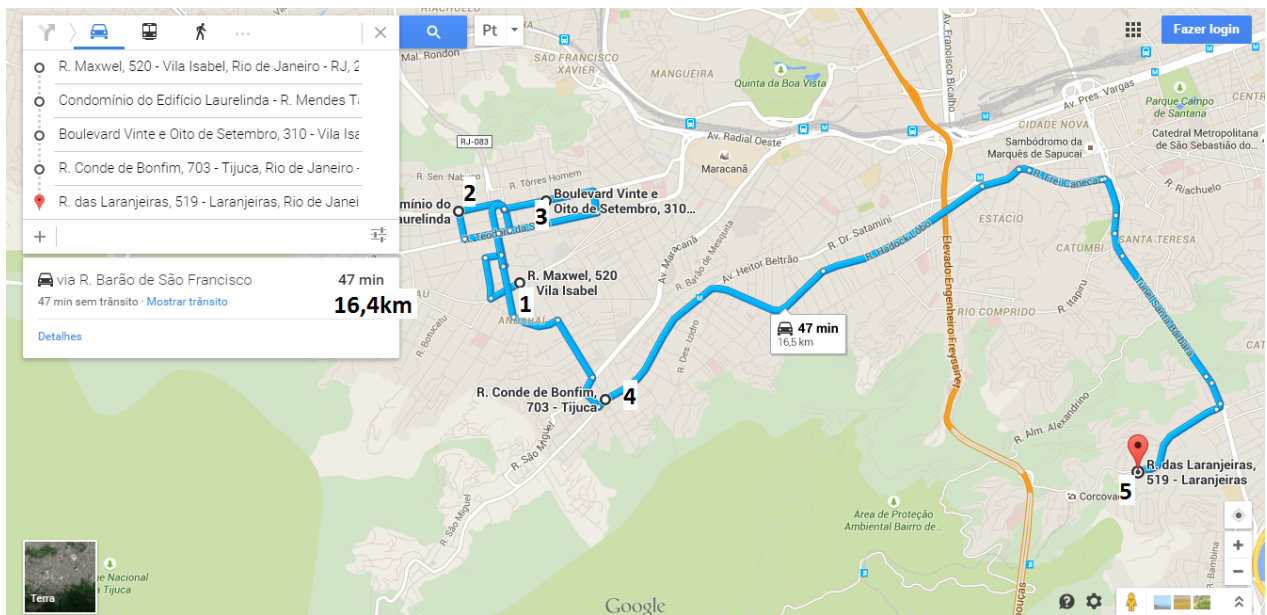


Figura 6.10: Rota do Teste 04

6.3.6 Teste 05

O quinto teste, que foi configurado com cinco entregas e 1.371kg de peso total estão na tabela 6.18, ocorrendo em pontos de entregas das regiões 01 e 02, onde todas as alternativas foram aplicadas de uma só vez ao ELECTRE III, onde produziu o sequenciamento da figura 6.11. Isto se deu primeiro pela sua média quantidade de entregas e segundo, por serem zonas de distribuição de pequeno porte, isto pode ser visto na figura 6.12.

Aplicando-se o índice de produtividade, a eficiência potencial bate o nível de 91,76%, isto é bastante representativo, pois logo pela manhã, onde geralmente os pontos de entregas ainda não tem filas muito grandes de entregadores, e possivelmente estas duas entregas já foram feitas.

No final do dia, colheu-se o melhor resultado até então, pois em todos os sentidos foi um absoluto sucesso, onde colheu-se o resultado de 100% de eficiência operacional e o motorista gostou da sequência sugerida pelo programa, ou seja todos os envolvidos foram atingidos com os benefícios do uso desta metodologia.

Tabela 6.18: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 05

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--|-----------------------------|------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Churrascaria Fogo De Chão | Reporter Nestor Moreira S/N | Botafogo | Rio De Janeiro | 22290210 | 14,8 | 2 |
| A2 | Deli Delicia Gêneros Alimentícios Eireli | Sao Clemente ,14 | Botafogo | Rio DE Janeiro | 22260002 | 44 | 2 |
| A3 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | General Polidoro,260 | Botafogo | Rio DE Janeiro | 22280003 | 738,1 | 2 |
| A4 | Hotel Astoria Palace | Avenida Atlântica 1866 | Copacabana | Rio De Janeiro | 22021001 | 54 | 1 |
| A5 | Hospital Geral Da Lagoa | Av. Jardim Botânico, 501 | Lagoa | Rio De Janeiro | 25510430 | 520,25 | 3 |

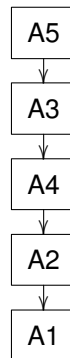


Figura 6.11: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 05

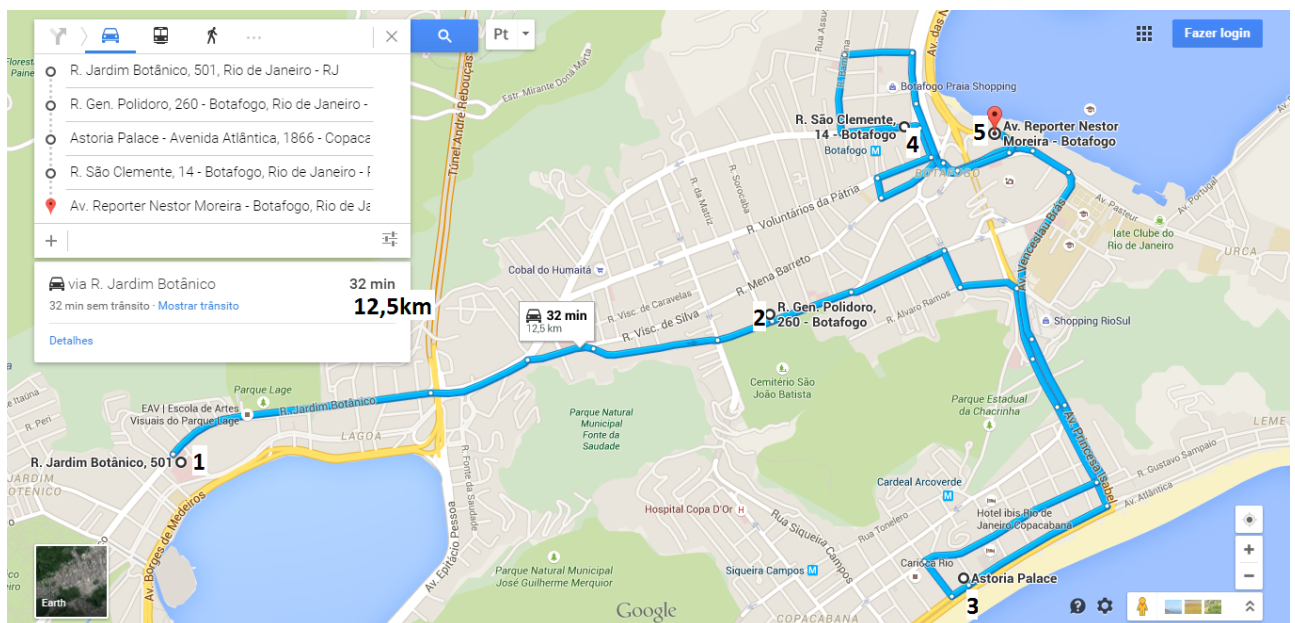


Figura 6.12: Rota do Teste 05

6.3.7 Teste 06

Primeiro teste fora do município do Rio de Janeiro, um outro desafio para os entregadores, as entregas em Nova Iguaçu, devido a sua desordem na questão de divisão de bairros. Um teste composto de sete entregas e com peso total de 1.411,77Kg distribuídos pela cidade que pode ser visto na tabela 6.19.

Também a exemplo dos anteriores, tem um índice de produtividade bom, com eficiência potencial chegando na quarta entrega aos 85,26%. Outro ponto que persiste e que

agrada, é a aceitação do motorista, que agradeu da sequência estabelecida.

Já analisando os resultados operacionais, que foi fruto da execução da sequência proposta pelo método e contida na figura 6.13 e estes se mostraram um pouco piores do que os dois testes anteriores, registrando, mesmo assim, 97,88% de eficiência operacional, deixando de entregar apenas a última entrega por falta de tempo. Também é possível ter uma visão holística do teste na figura 6.14.

Tabela 6.19: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 06

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--|--------------------------------|-------------------|-------------|----------|--------|-----|
| A1 | Real Eden | Rua João V. De Figueiredo, 26 | Posse | Nova Iguaçu | 26020000 | 29,9 | 35B |
| A2 | A L Do Nascimento Estevam Minimercado | Est Luiz Mário R. Lima, 947 | Austin | Nova Iguaçu | 26086070 | 52,99 | 35B |
| A3 | Supermercado Real De Eden Ltda | Cel. Monteiro De Barros,322 | Austin | Nova Iguaçu | 26387450 | 125,2 | 35B |
| A4 | Wagner Da Silva Soares Mercado Me | R Maximino Villar, 06 | Centro | Nova Iguaçu | 26210000 | 101,87 | 35C |
| A5 | Dist. Miudezas Atlas De Feira De Meriti | Av. Abílio A. Tavora, 6335 | Jardim Cabuçu | Nova Iguaçu | 26210000 | 538,55 | 35C |
| A6 | Atlas De Iguaçu Distri De Alimentos Ltda | Rua Presidente Vargas, 3 | Comendador Soares | Nova Iguaçu | 26280420 | 267,52 | 35C |
| A7 | Atlas De Iguaçu Dist. De Alimentos Ltda | Est. Gov. Leonel Brizola, 1160 | Palhada | Nova Iguaçu | 26290003 | 295,74 | 35C |

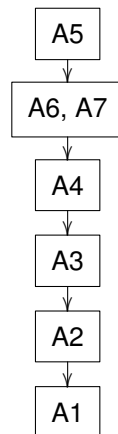


Figura 6.13: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 06

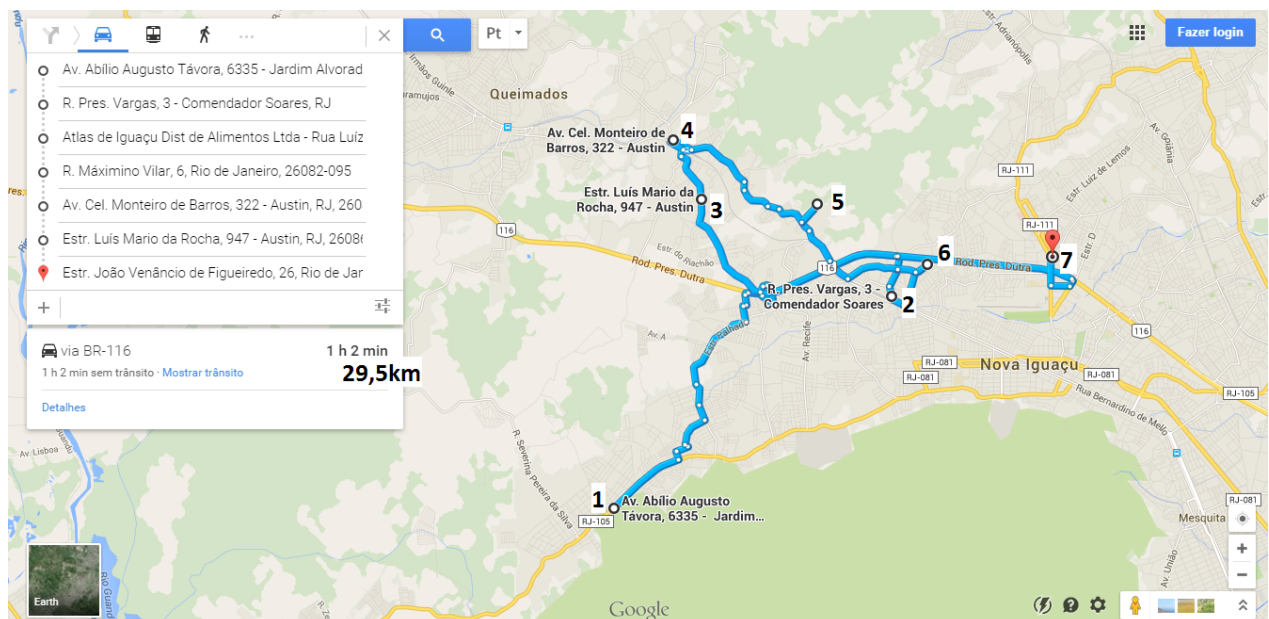


Figura 6.14: Rota do Teste 06

6.3.8 Teste 07

Outro teste em outros municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, Japeri e Queimados que formam a Zona de Distribuição 38A e 38B. Com um carga total de 798,23kg e sete entregas. A exemplo dos anteriores, também é possível ter acesso aos dados completos dos recebedores na tabela 6.20.

Seu índice de produtividade mostrou-se bom, ligeiramente abaixo dos demais testes, registrando uma eficiência potencial de 64,80%. Isto se deve a divisão do sequenciamento em duas etapas, acompanhado as divisões das ZD. O motivo desta divisão se deve a ociosidade momentânea de recurso para estas ZD, pois dividir um carga de menos de 800kg é um desperdício terrível, por isso um mesmo carro saindo com duas cargas de ZD diferentes, mas vizinhas. Então o sequenciamento se dá como se fosse para dois veículos. Primeiro é realizado a ZD de maior peso e/ou entregas, posteriormente a segunda. Combinando os dois sequenciamentos a figura traz a entregas em ordem de prioridade na figura 6.15.

Mesmo com a necessidade de realizar sequenciamento separadamente, o índice de eficiência operacional atingiu mais uma vez o seu nível máximo, agradou o motorista que realizou as entregas até as 15:00 horas da tarde. Onde percorreu o caminho contido na figura 6.16

Tabela 6.20: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 07

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|----------|--------|-----|
| A1 | Mercado Coimbra Preço Bom Ltda Me | Rua Curutem 89 Lj | Queimados | Queimados | 26310000 | 56,33 | 38B |
| A2 | Casa De Sabão De Queimados Ltda | Av. Doutor Pedro Jorge , 119/123 | Centro | Queimados | 26383060 | 161,17 | 38B |
| A3 | Mercearia Flor Do Camorim Ltda | Rua N 1636 Lj 2 E 3 | Vila Camorim | Queimados | 26383546 | 63,45 | 38B |
| A4 | Medeiros Açougue E Mercearia Ltda Me | R Mário Carlos Junior 202 | Nova Belém | Japeri | 26435110 | 79,16 | 38A |
| A5 | Mini Mercado E Pada Silva Ramos Ltda | R Emídio Lemos 21 Lj | Centro | Japeri | 26435250 | 57,50 | 38A |
| A6 | Ferreira Melo Mercado E Laticin | Rua Roberto Russo Sn Lt 22 Qd 06 | Engenheiro Pedreira | Japeri | 26445142 | 141,03 | 38A |
| A7 | Supermercado Real De Eden | Olivier Ramos Oliveira,300 | Eng Pedreira | Japeri | 26381020 | 239,59 | 38A |

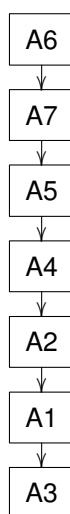


Figura 6.15: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 07

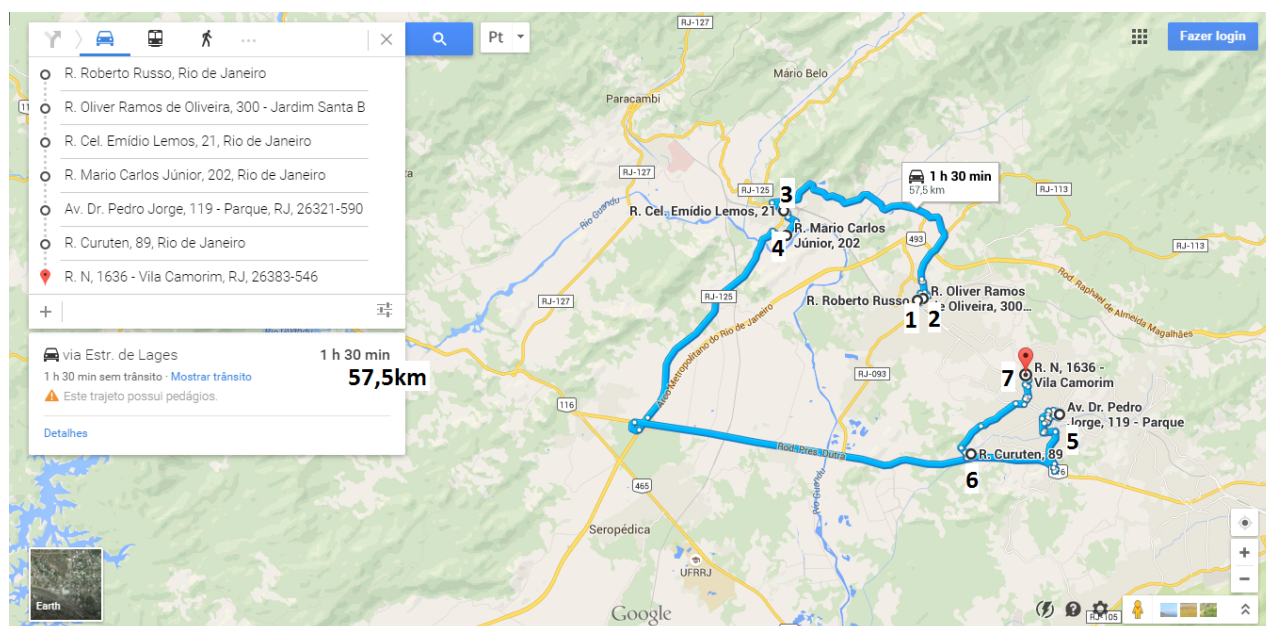


Figura 6.16: Rota do Teste 07

6.3.9 Teste 08

Outro teste realizado na Baixada Fluminense, percorrendo as zonas de distribuição 35B, 35C, 36 e 38B, tabela 6.21. Para tanto, submeteu-se as alternativas de forma segmentada, sequenciando num primeiro momento todas juntas, mas ocorreu um zigzagamento entre as zonas, inviabilizando o sequenciamento proposto. Numa segunda oportunidade, separamos as entregas da ZD 36 e aplicou-se os critérios e pesos contidos no ELECTRE III nas demais entregas e chegou-se a uma boa sequência, que está na figura 6.17, sendo submetida ao índice de produtividade e ao teste operacional.

Este teste é composto de nove entregas com um peso total de 635,44kg, apesar de pouco peso, o número de pontos de parada é razoável, tendo em vista as dificuldades encontradas na região metropolitana do Rio de Janeiro.

Submetido ao índice de produtividade, teve-se um eficiência potencial de 49,08%, tornando o pior índice de produtividade que tive-se desde as simulações, mas se olhar mais os detalhes os pesos de cada entrega são bastante parecidos, por isso um eficiência potencial tão regular.

Do ponto de vista do motorista, somente o ponto de entrega A7 (tabela 6.21) deveria ser atendido na sétima entrega e não na terceira como foi feito, as figuras 6.17 e a 6.18 possibilitam a melhor visualização da realização do teste.

Quanto ao resultado operacional, deixou de entregar as três últimas entregas. Segundo o motorista isto se deveu a problemas comerciais, que atrasaram o processo nas entregas das alternativas A5 e A6, não disponibilizando tempo suficiente para cumprir todas elas. Então ao final registra-se um resultado de 70,64%, que não é mal.

Tabela 6.21: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 08

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------|--|-------------------|-------------|----------|--------|-----|
| A1 | Intercontinental Comércio | Marechal Floriano Peixoto,2422 | Centro | Nova Iguaçu | 26210010 | 66,95 | 35b |
| A2 | Emise | Rua Estrada Deputado Darcílio Ayres, 150 | Jd Da Viga | Nova Iguaçu | 26012315 | 101,90 | 35b |
| A3 | Novo Mundo | Rua Ministro Lafaiete De Andrade, 1861 | Maria José | Nova Iguaçu | 26260000 | 70,00 | 38b |
| A4 | Novo Mundo | Rua Coronel Monteiro De Barros, 168 | Austin | Nova Iguaçu | 26262020 | 80,00 | 35c |
| A5 | Casa Domingos | Rua Tomas Fonseca, 220 | Comendador Soares | Nova Iguaçu | 26280736 | 60,00 | 35c |
| A6 | Novo Mundo | Av. Abílio Augusto Tavora, 4335 | Valverde | Nova Iguaçu | 26290600 | 70,00 | 35c |
| A7 | Novo Mundo | Rua Vereador M H De Oliveira, 150 | Centro Queimados | Queimados | 26320000 | 60,00 | 35c |
| A8 | Novo Mundo | Rua Paraná, 14 | Centro | Mesquita | 26553020 | 60,00 | 36 |
| A9 | Quem Sabe E Nos Merc E Aviário | Av União 137 | Santa Terezinha | Mesquita | 26554000 | 66,59 | 36 |

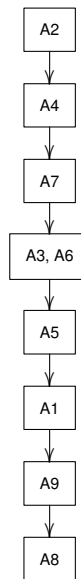


Figura 6.17: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 08

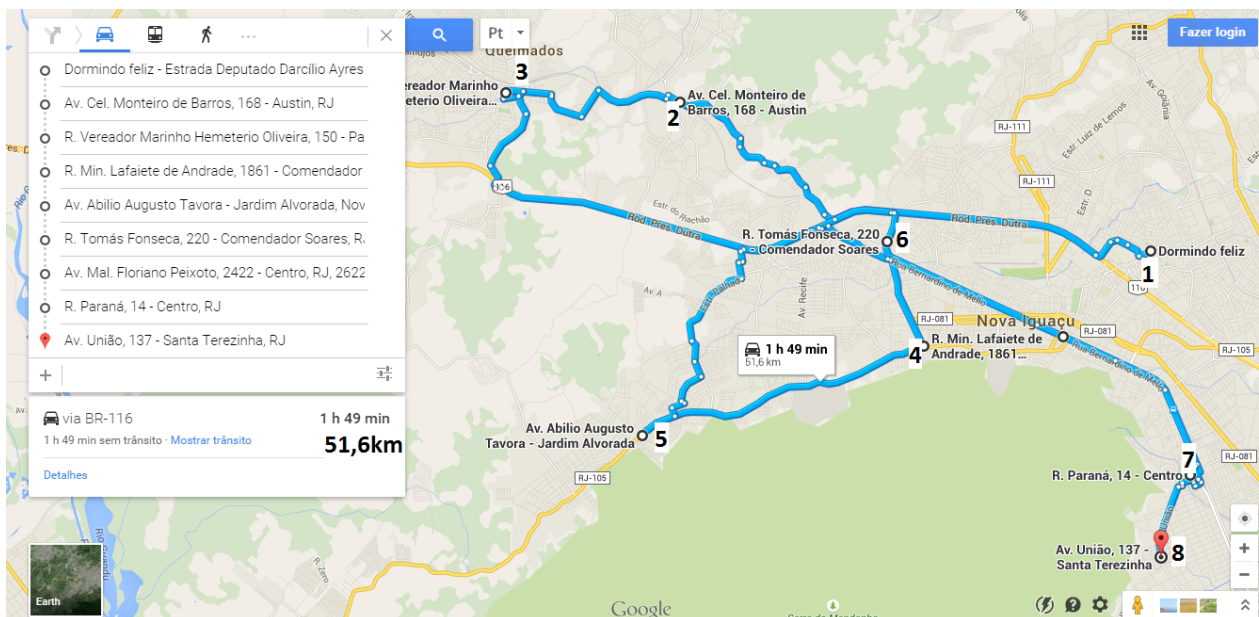


Figura 6.18: Rota do Teste 08

6.3.10 Teste 09

Teste com seis pontos de entregas, 1012,09kg de peso total e quatro zonas de distribuição de uma região menos densamente povoada e portanto com áreas maiores, a tabela 6.22 traz os dados configura um grande desafio para o programa.

Submetidas normalmente ao ELECTRE III as alternativas foram dispostas numa sequência muito ruim visto do ponto de vista do zigzagueamento potencial, esperado no interior de cada uma das ZD. Mas neste caso, como tinha-se poucas entregas por zona de distribuição, teve-se que realizar o sequenciamento de uma só vez (figura 6.19), pois se fosse separadas, as alternativas não seriam sequenciadas sob a luz dos critérios que foram incluídos no programa e sim pelo critério localização, que não é o caso neste trabalho.

Na verdade este teste não foi descartado para servir de exemplo da limitação da proposta, pois a variável distância é somente prevista no zoneamento e não no sequenciamento. Pois logo após o sequenciamento, as alternativas foram lançadas no *google maps* e descobriu-se que as distâncias percorridas seriam enormes, como mostrado na figura 6.20, isto pela perspectiva da distância total e principalmente do zigzagueamento, obrigando ao motorista a percorrer um distância de mais de 80km.

Tabela 6.22: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 09

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|---------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | São José 1314 | Rua Janarite, 51 | Bangu | Rio De Janeiro | 21840220 | 190,00 | 24 |
| A2 | Intercontinental Comercio | Ministro Ary Franco, 32 | Bangu | Rio De Janeiro | 21862005 | 35,79 | 24 |
| A3 | Torre | Rua Augusto De Vasconcelos | Campo Grande | Rio De Janeiro | 23045120 | 50,00 | 28 |
| A4 | Germans Distribuidora | Do Mendanha, 264 | Campo Grande | Rio De Janeiro | 23087284 | 79,49 | 28 |
| A5 | Cencosud | Rua Dom Pedro I,53 | Santa Cruz | Rio De Janeiro | 23510010 | 550,76 | 29 |
| A7 | Kaçulinha Da Pedra | Estrada Matriz, 65 | Pedra De Guaratiba | Rio De Janeiro | 23026000 | 106,05 | 31 |

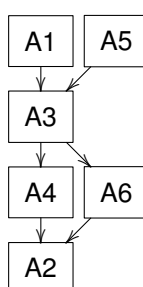


Figura 6.19: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 09

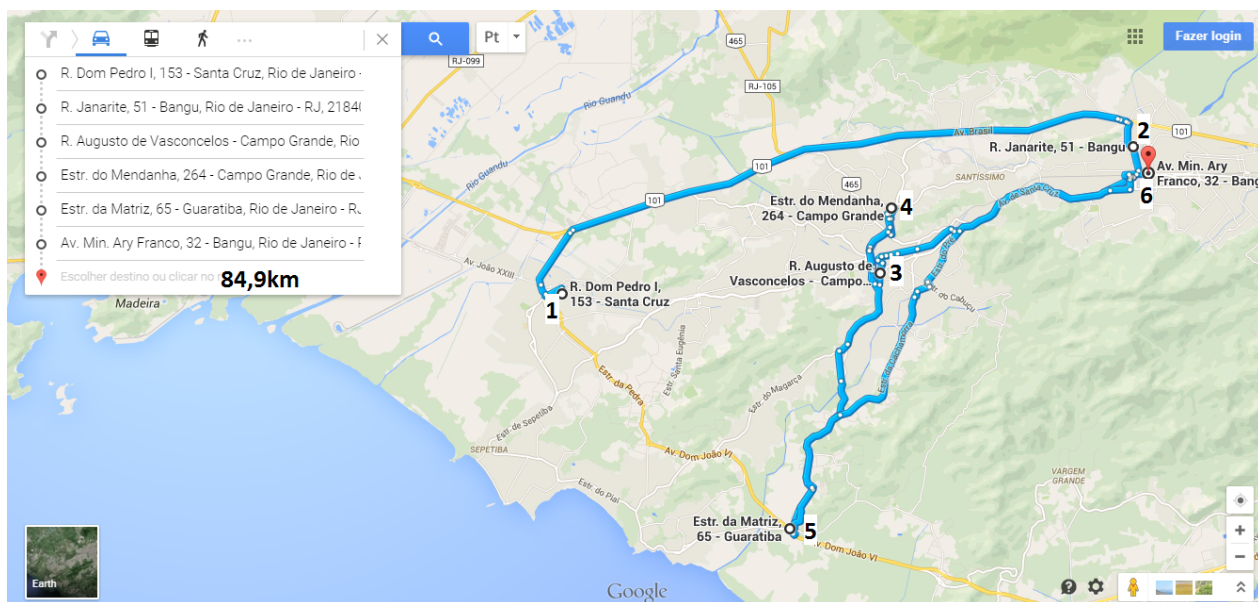


Figura 6.20: Rota do Teste 09

6.3.11 Teste 10

Teste composto por oito entregas distribuídas em três zonas de distribuição, onde foi necessário o sequenciamento em etapas, que está na figura 6.21. Neste caso duas delas foram sequenciadas de uma só vez e a terceira foi sequenciada posteriormente. As zonas de distribuição deste teste são as de número 01, 02 e 06. Tanto as informações anteriores, quanto outras adicionais, podem ser melhor analisadas através da tabela 6.23.

Com 1.585,03kg de carga total, foi submetido ao índice de produtividade, que alcançou um nível de eficiência potencial de 93%, extremamente alto, sendo assim imprimindo uma pressão extra ao teste operacional. A figura 6.22 mostra os caminhos sugeridos para que o motorista percorresse e realizasse o teste.

Quanto ao ponto de vista do motorista, disse ele que a rota proposta pelo programa é muito boa e contribuiu para o seu trabalho.

O resultado operacional, novamente volta a bater o 100% de eficiência operacional e mostrando que a proposta deste trabalho caminha para um final de sucesso.

Tabela 6.23: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 10

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--|----------------------------|------------|----------------|-----------|--------|----|
| A1 | Denjud Refeicoes/Hospital Geral Da Lagoa | Av. Jardim Botânico ,501 | Lagoa | Rio De Janeiro | 25510430 | 118,65 | 6 |
| A2 | Hotel Astoria Palace Ltda | Avenida Atlântica 1866 | Copacabana | Rio De Janeiro | 220210001 | 53,00 | 1 |
| A3 | Hotel Olinda Rio Ltda | Atlântica ,2230 | Copacabana | Rio De Janeiro | 22041001 | 16,45 | 1 |
| A4 | Drumattos Indústria E Comercio Ltda | De Botafogo ,400 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22250040 | 21,12 | 2 |
| A5 | Cencosud | Rua General Polidoro,260 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22280003 | 889,85 | 2 |
| A6 | Supermercados Mundial Ltda | Voluntários Da Pátria, 24 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22270010 | 355,69 | 2 |
| A7 | Organização Farinha Pura Ltda | Voluntários Da Pátria, 446 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22270010 | 109,94 | 2 |
| A8 | Cheese Shop Comercio Varejista | General Goes Monteiro,8 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22290080 | 20,33 | 2 |

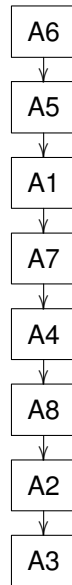


Figura 6.21: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 10

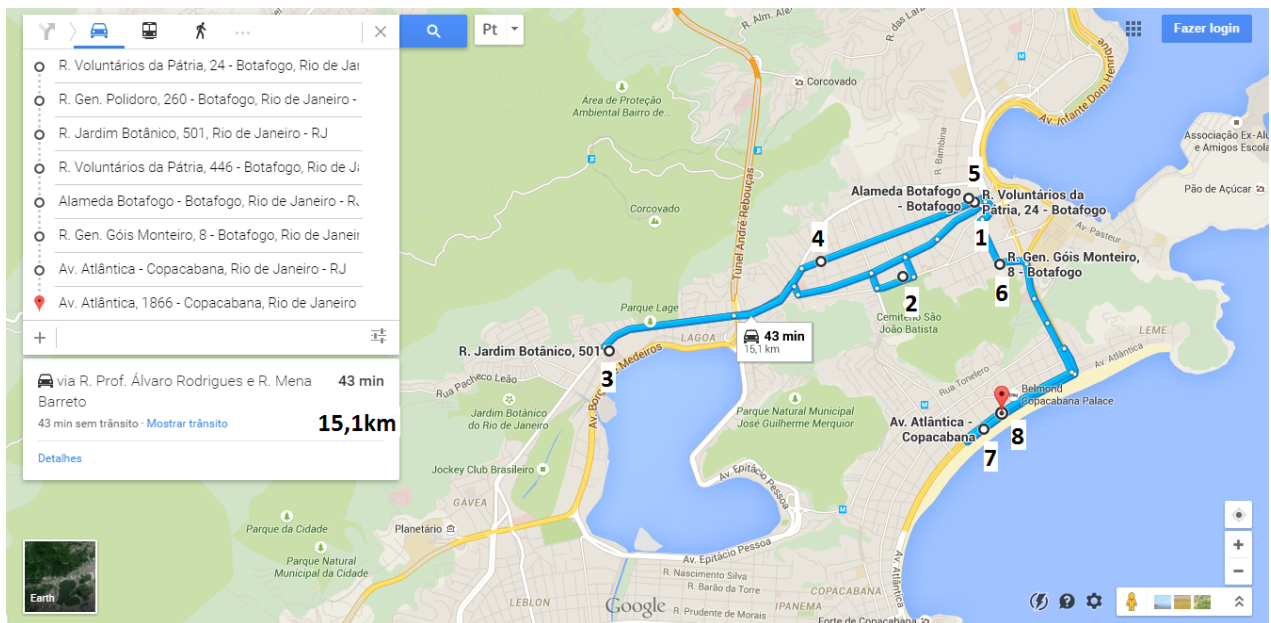


Figura 6.22: Rota do Teste 10

6.3.12 Teste 11

Com o maior número de zonas de distribuição reunidas em um só teste, um total de sete ZD e contando com onze entregas, tendo a tabela 6.24 como a reunião de todos os dados dos componentes do teste. Novamente a metodologia, não resistiu a um grande custo de deslocamento, devido ao ziguezagueamento necessário para cumprir as entregas de acordo com os critérios utilizados, ou seja a sequência geográfica não é nem de perto a mesma sequência construída pela ordenação dos recebedores.

Pode ser visto tal discrepância quando compara-se os 80,7km da menor rota possível contida na figura 6.27, contra os 210km da rota baseada na sequência construída pelo ELECTRE III usando de uma vez só e contida na figura 6.23 e como é visto na figura 6.25. Mesmo lançando mão do sequenciamento em etapas que está na figura 6.24, onde teve-se um resultado que a figura 6.26 mostra, a necessidade de rodar 176km, ainda um resultado ruim, apesar de um pouco melhor quando tenta-se sequenciar tudo de um só vez.

Então é novamente visto que o zoneamento é necessário, para que possa ser usado o programa sem uma preocupação maior, o objetivo de ordenar a entrega de acordo com os perfis de cada receptor.

Tabela 6.24: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 11

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------|----------|--------|-----|
| A1 | Real Eden | Av. Benjamim Pinto Dias,1753 | Centro | Belford Roxo | 26130000 | 109,65 | 39 |
| A2 | R S Mariano Merceria E Lanchonete | Av Joaquim Leite Serrão 61 Lj | Chacrinha | Japeri | 26440620 | 29,8 | 38A |
| A3 | Ferreira Melo Mercado E Laticin | Rua Jose Roberto Russo Sn Lt 22 Qd 06 | Engenheiro Pedreira | Japeri | 26445142 | 103,55 | 38A |
| A4 | A A S Machado Merceria Me | Lery Ferreira,130 | Centro | Japeri | 26435210 | 31,4 | 38A |
| A5 | Quem Sabe E Nos Merc e Aviário | Av União 137 | Santa Terezinha | Mesquita | 26554000 | 66,59 | 36 |
| A6 | Daniel De Souza Torres Me | Av Henrique D. Est. Meyer 2889 | Parque Flora | Nova Iguaçu | 26041051 | 78,68 | 35B |
| A7 | Supermercado Padrão Do Fonseca | Etr Deputado Darcilio Ayres Raunhetti | Viga | Nova Iguaçu | 26012315 | 16,7 | 35B |
| A8 | Supermercado Real De Eden Ltda | Dep. Darcillio Ayres Raunhetti | Miguel Couto | Nova Iguaçu | 26023310 | 91,29 | 35B |
| A9 | Supermercados Vianense Ltda | Rio Sao Paulo Variante, 1800 | Jardim Guandu | Nova Iguaçu | 26365240 | 27,51 | 35C |
| A10 | Mercado Coimbra Preço Bom | Rua Curutem 89 Lj | Centro | Queimados | 26310000 | 48,17 | 38B |
| A11 | Gmap Supermercados Ltda | Sargento De Milicias,41 | Pavuna | Rio De Janeiro | 21525470 | 177,34 | 20 |



Figura 6.23: Sequência do ELECTRE III p/ Teste 11 / **Figura 6.24:** Sequência do ELECTRE III em Etapas p/ o Teste 11

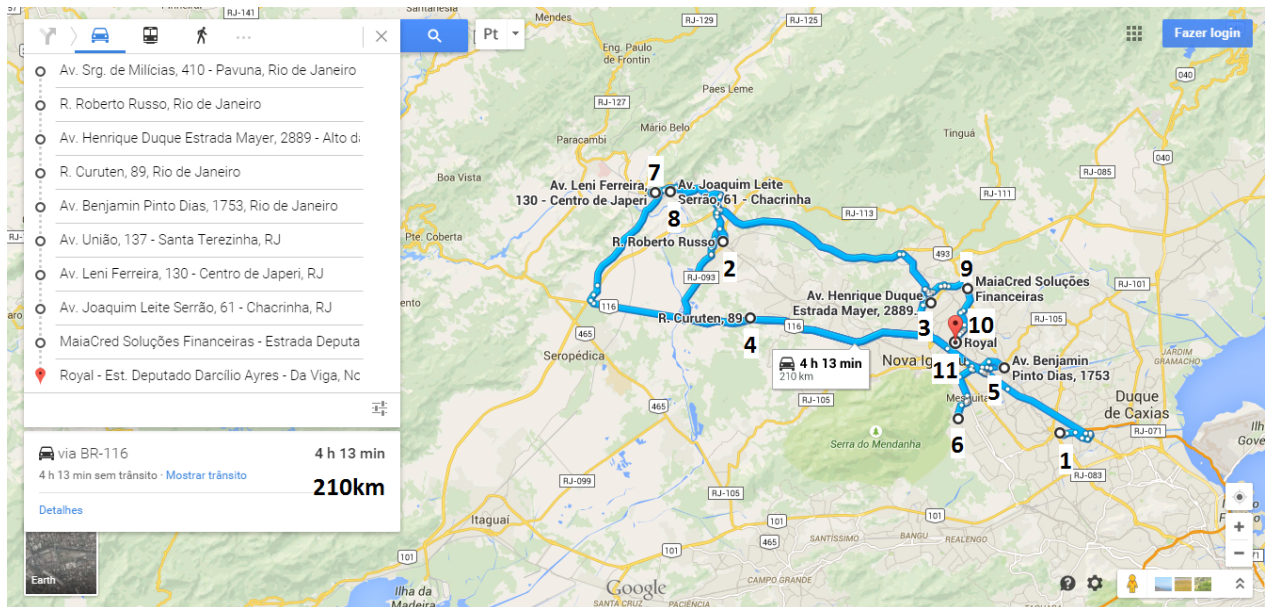


Figura 6.25: Rota do Teste 11 usando Todos os Pontos de Entrega

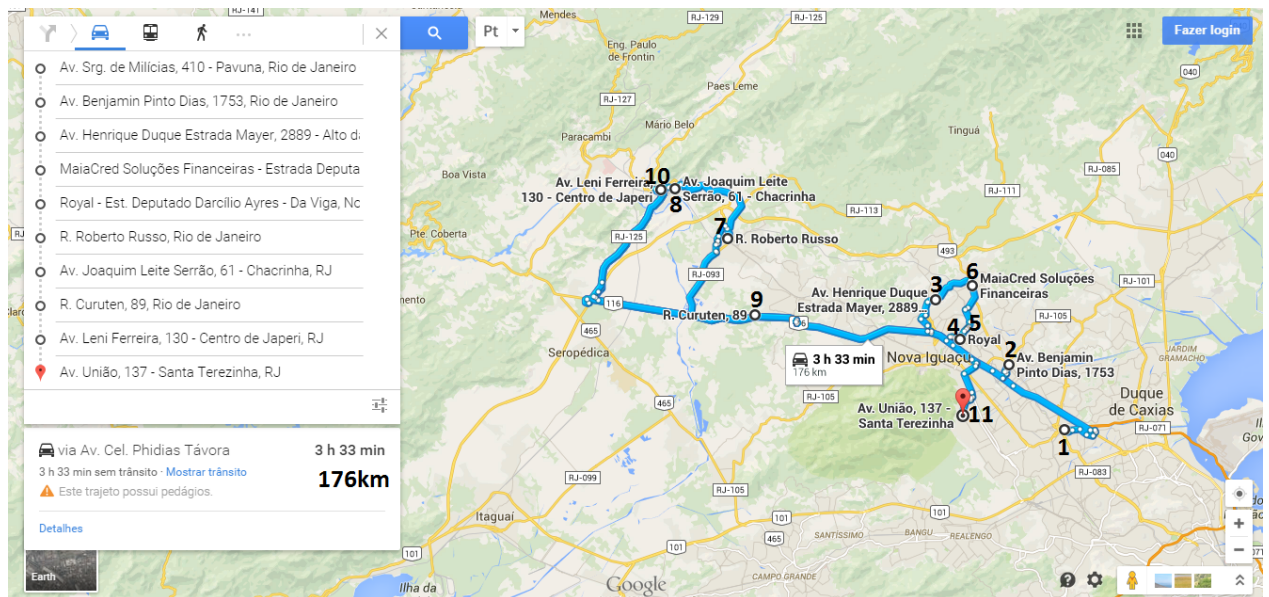


Figura 6.26: Rota do Teste 11 por Etapas dos Pontos de Entrega

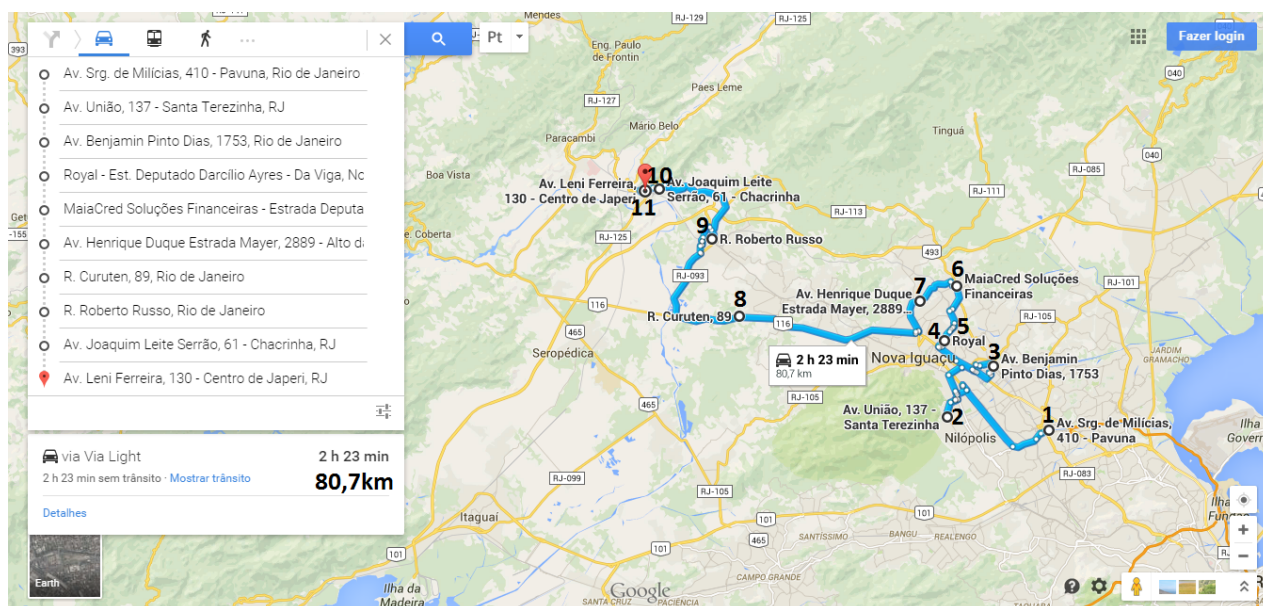


Figura 6.27: Rota do Teste 11 pela Menor Distância dos Pontos de Entrega

6.3.13 Teste 12

Teste composto de seis entregas, totalizando 733kg de mercadorias e cobrindo duas zonas de distribuição, não sendo necessário o processo de sequenciamento em duas etapas, como é previsto em casos que envolve duas ZD. A figura 6.28 mostra o sequenciamento que foi submetido ao teste.

Outro ponto de relevância, foi que este teste teve um acompanhamento direto com o objetivo de analisar todas as variáveis e checando as respostas dos questionários de cada recebedor. Desta forma, foi possível perceber algumas características.

A primeira delas foi verificar que as respostas do senhor Carlos Silva conferiam com as observações feitas pela pesquisa de cada cliente feita *in loco*. Isto mostra que a empresa já tem potencial para receber uma sistemática dessas para lhes ajudarem no processo de triagem e roteirização.

Também foi percebido que a equipe de entregadores gostou muito da rota estabelecida, pois seus interesses, como entregar as notas mais volumosas nas primeiras entregas para que os veículos andem mais leves a maior parte do tempo foi atendida.

Mas sem perder o foco, este também foi submetido ao índice de produtividade, antes que partir para as entregas. E nas duas primeiras entregas já alcança-se uma eficiência potencial de 73,06%.

Antes de falar sobre os resultados, cabe agora minhas observações. A primeira delas trata da negligência que algumas redes de supermercados tem com as seus setores logísticos, deixando que pessoas descompromissadas realizarem um trabalho tão importante. A segunda diz respeito a tecnologia, que ao invés de otimizar e ajudar no trabalho,

torna-se uma sequência de tarefas que burocratiza de forma excessiva o processo com as informações. A terceira trata da corrupção presente em nossa sociedade, Em uma das entregas, quatro veículos chegaram posteriormente e pagaram pequenas propinas cobradas pelo conferente da empresa recebedora.

Quanto aos resultados operacionais, alcançou-se novamente um índice de 100%. Isto mostra que a proposta permite que a empresa assuma uma decisão tomada pelos motoristas e que é de grande importância para o desempenho do operador logístico: estabelecimento da sequência de entregas.

Durante este teste foi possível corrigir alguns pontos (respostas) dos questionários e posteriormente realimentar o ELECTRE III e redefinir a sequência, contida na figura 6.29, onde não houve grandes alterações nem mesmo nas distâncias. Isto pode ser visualizado através da comparação das figuras 6.30 e 6.31.

Neste teste foi possível registrar o processo em detalhes. No dia anterior às 18:30 h, o relatório de carregamento foi disponibilizado para dar início ao processo. Partiu-se logo em seguida para as entrevistas, que terminaram às 19:00 h. Com estes dados a mão, o ELECTRE III foi alimentado e a sequência foi obtida. O *Google Maps* foi utilizado para visualizar a rota e avaliar as distâncias. O veículo foi carregado às 4:45 h e a partida saída ocorreu uma hora depois. A primeira entrega foi das 7:20 h às 8:00 h. O veículo chegou às 8:50 h no segundo ponto de entrega, e observou-se a presença de quatro carros na fila e posteriormente chegaram dois veículos com carga de prioridade. Além disso, a burocracia e a lentidão da equipe de recebimento fizeram com que a entrega fosse concluída à 12:00 h. A terceira entrega foi realizada durante o período de espera da segunda entrega, ou seja, de 9:00 h às 9:30 h. A quarta entrega foi realizada durante o período de almoço do conferente, ou seja, das 12:25 h às 12:40 h e permitiu a recuperação do tempo perdido na entrega anterior. Durante a espera para a entrega da penúltima carga, quatro veículos que chegaram posteriormente pagaram pequenas propinas para a descarga imediata. Isto implicou em um tempo de espera prolongado, ou seja, das 13:30 h às 15:30 h. Finalmente a última entrega foi bastante rápida, contradizendo até mesmo o entrevistado, que havia dito que este cliente era um mal recebedor. Esta entrega foi realizada das 16:20 h às 16:30 h.

Tabela 6.25: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 12

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Cencosud | Av. Das Americas,13850 | Recreio Dos Bandeirantes | Rio De Janeiro | 22790702 | 430,00 | 27 |
| A2 | Hortigil | Prc Professor Souza Araújo,390 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22620340 | 105,50 | 26 |
| A3 | Sabor De Café Refeições | Avenida Das Americas 1650 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22640101 | 15,00 | 26 |
| A4 | Hortigil Hortifrutti | Raymundo Magalhães Junior 50 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22793050 | 67,50 | 26 |
| A5 | Torre | Av. Engenheiro Souza Filho,0,S/N Lt10 | Itanhangá | Rio De Janeiro | 22753053 | 100,00 | 26 |
| A6 | Tradição do Sul | Av. das Américas, 13880 | Recreio dos Bandeirantes | Rio De Janeiro | | 15,00 | 27 |



Figura 6.28: Sequência do Antes do Teste
12

Figura 6.29: Sequência do Depois do Teste
12

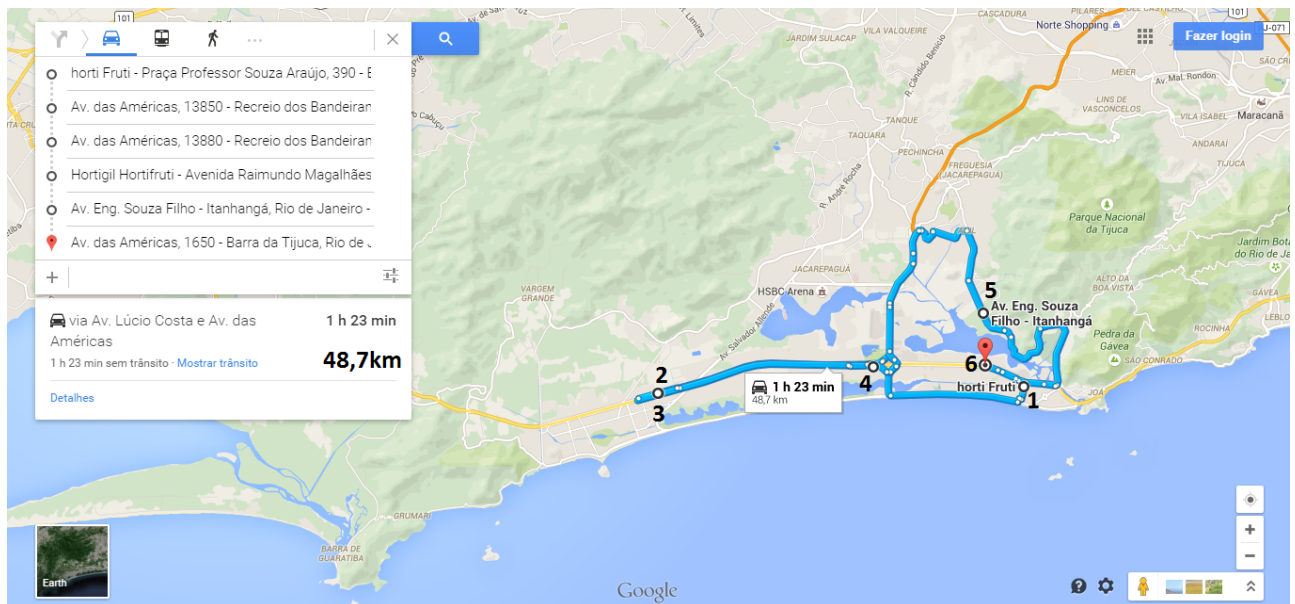


Figura 6.30: Rota do Teste 12 Antes do Teste

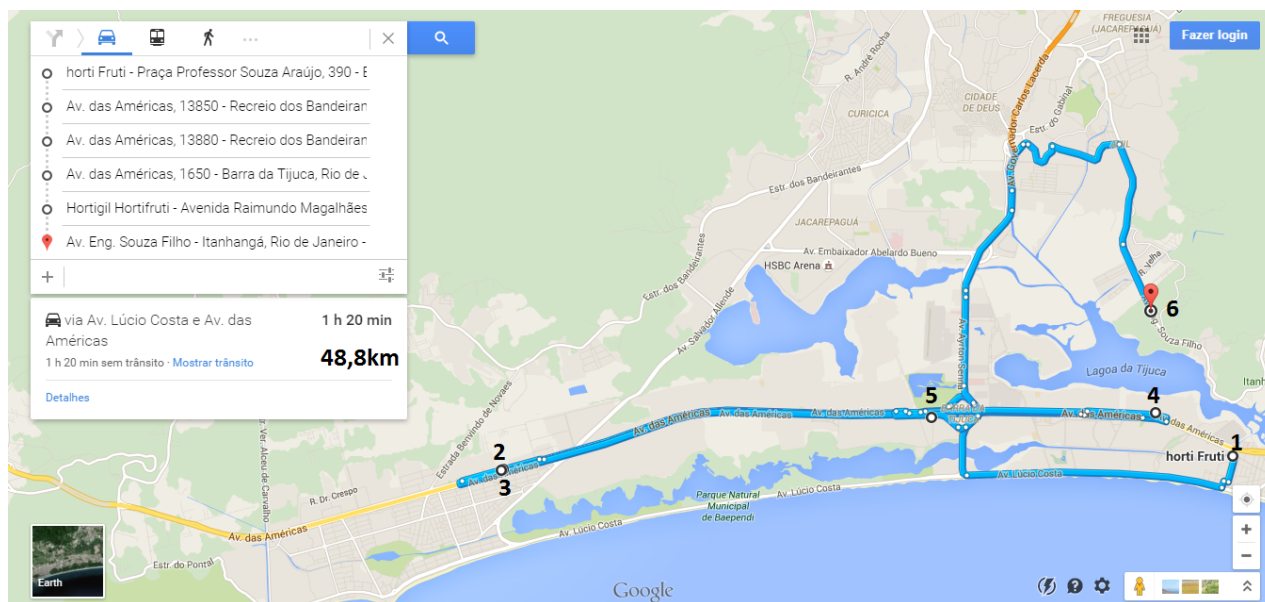


Figura 6.31: Rota do Teste 12 Depois do Teste

6.3.14 Teste 13

Teste realizado na região Oeste do Rio de Janeiro, com quatro pontos de entregas e envolvendo apenas a Zona de Distribuição 25B. Isto mostra que apesar da ocorrência de um ziguezagueamento, ele é aceitável, pois são apenas 16km de distância.

Submetido ao índice de produtividade, teve uma eficiência potencial de 95,77%, mostrando-se uma sequência bastante promissora. Mas ao mesmo tempo desafiadora, pois um resultado menor que a este índice não seria aceitável.

Apesar do desafio, o resultado mostrou-se muito bom, alcançando novamente os 100% de eficiência operacional. Este resultado também agradou o motorista, que percorreu a maior parte do percurso quase vazio, alinhado novamente os interesses dos trabalhadores e da organização, que por sua vez preconiza a sua receita e minimiza riscos com despesas atribuídas a violência na região metropolitana.

A tabela 6.26 e as figuras 6.32 e 6.33 mostram as informações e a visualização da sequência de entregas, respectivamente.

Tabela 6.26: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 13

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|----------|--------|-----|
| A1 | Supermercados Mundial Ltda | Dos Bandeirantes,5450 | Curicica | Rio De Janeiro | 22780083 | 534,50 | 25B |
| A2 | Dispensa Cheia Com. De Alim. Ltda | Itaicaba,391 | Curicica | Rio De Janeiro | 22710085 | 24,19 | 25B |
| A3 | Planificação Atituba Ltda | Atituba,5 | Taquara | Rio De Janeiro | 22730170 | 16,18 | 25B |
| A4 | Casas Guanabara Comestíveis Ltda | Do Cafunda ,1560 | Tanque - Taquara | Rio De Janeiro | 22725031 | 380,13 | 25B |

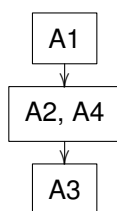


Figura 6.32: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 13

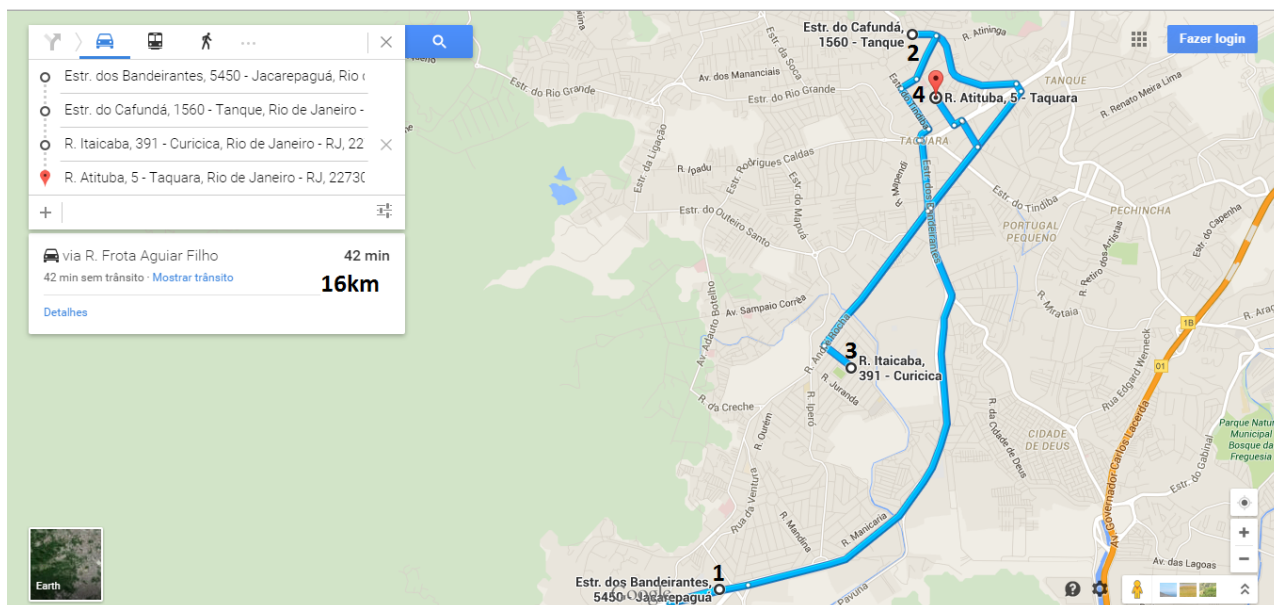


Figura 6.33: Rota do Teste 13

6.3.15 Teste 14

Estes teste é composto de 5 entregas nas ZD 01 e 02, com 1143,52kg de pesos total, como ser visto na tabela 6.27, que tiveram que ser submetidas ao ELECTRE III separadamente, somente sequenciou-se apenas as entregas da ZD 02 e incluiu a entrega única da ZD 01, resultando a sequência da figura 6.34 que pode ser vista na figura 6.36.

Antes de partir para operação, submeteu-se as sequência produzida pelo programa ao índice de produtividade, que alcançou 80,82% de eficiência potencial.

Por motivo a ser apresentado ao final desta seção, neste teste foram realizadas apenas duas entregas. Desta forma, tanto o índice de produtividade e o resultado operacional totalizaram 80,82%, não configurando um mal resultado, mas poderia-se ir muito além disto.

Após o teste e as reavaliações, a sequência modificou-se. As alternativa A3 e A2 inverteram suas posições, como resultado a figura 6.35 tem esta nova sequência que pode ser visualizada através da figura 6.37. Isto pioraria o índice de produtividade, que cairia

de 80,82% para 45,17%, mas talvez conseguiria-se entregar pelo menos as três primeiras cargas.

Neste teste 14 também foi possível realizar o acompanhamento na íntegra. Isto proporcionou a oportunidade de perceber bem de perto o desafio diário que a equipe enfrenta para alcançar os objetivos organizacionais. Em particular, pôde-se observar que a entrega de grandes marcas não são mais prioridade, pois pode resultar em uma espera de muitas horas na fila e até mesmo a recusa da entrega da mercadoria. Fato que anteriormente era inconcebível. Uma das justificativas seria o poder de barganha que as redes varejistas possuem, sujeitando seus fornecedores às situações de extremamente duras para que a entrega seja realizada.

Antes de detalhar o teste, cabem alguns apontamentos. O primeiro deles, tange novamente ao nível de envolvimento da equipe do receptor com a sua tarefa de receber as mercadorias e tratar as informações. Isto ficou materializado quando, por um pequeno erro, foi encaminhado para o CPD⁵ do supermercado atendido, e este alegava que não tinha recebido o arquivo XML⁶ de uma das notas. Mais tarde, após o reenvio do arquivo, este mesmo colaborador disse "que o XML da quarta nota não estava no email da loja", sendo que eram apenas três notas. Outros problemas de comunicação surgiram, o que foi esclarecido somente após 4:15 h de espera.

Com isso, as outras entregas não puderam ser realizadas. Pois a ZD número 02 possuía uma janela de trânsito de veículo de carga de 10:00 h às 17:00 h.

Tabela 6.27: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 14

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|---|--------------------------|------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Supermercados Mundial Ltda | Voluntarios Da Patria,24 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22270010 | 334,28 | 2 |
| A2 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | General Polidoro,260 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22280003 | 590,24 | 2 |
| A3 | Germans Distribuidora De Comestiveis Ltda | General Polidoro,74 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22280006 | 182,23 | 2 |
| A4 | Cheese Shop Comercio Varejista | General Goes Monteiro,8 | Botafogo | Rio De Janeiro | 22290080 | 18,03 | 2 |
| A5 | Hotel Olinda Rio Ltda | Atlantica ,2230 | Copacabana | Rio De Janeiro | 22041001 | 19,14 | 1 |



Figura 6.34: Sequência do Antes do Teste **Figura 6.35:** Sequência do Depois do Teste

14

14

⁵Centro de Processamento de Dados

⁶Formato do Arquivo da Nota Fiscal Eletrônica

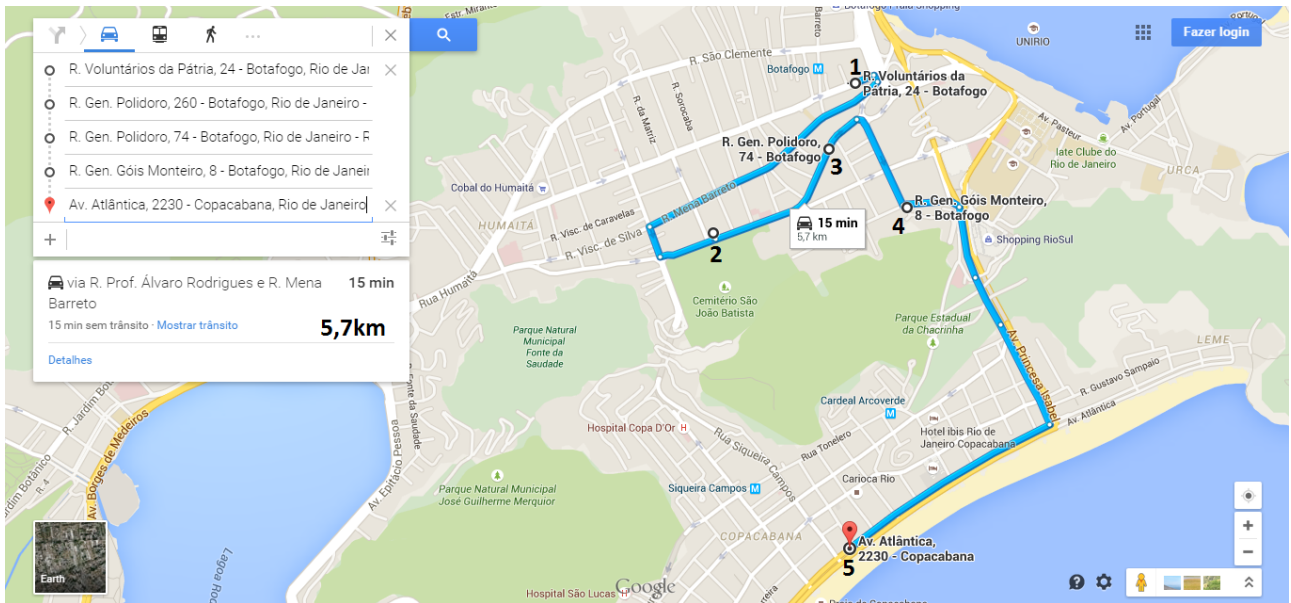


Figura 6.36: Rota do Teste 14 Antes do Realização

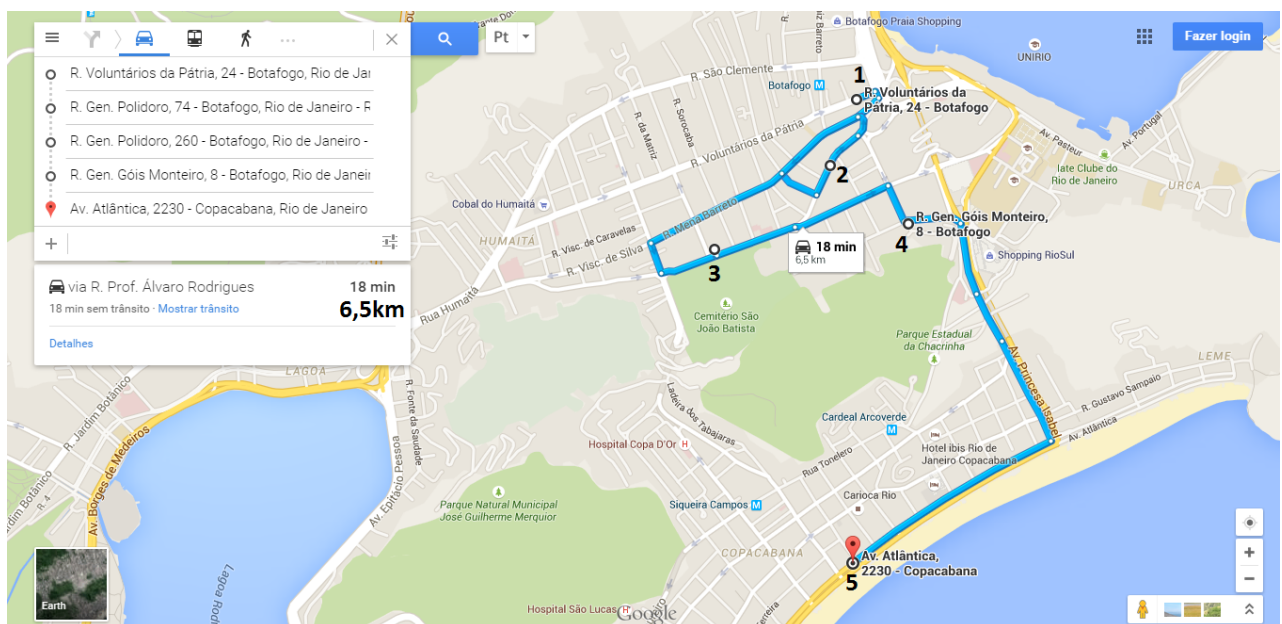


Figura 6.37: Rota do Teste 14 Depois da Realização

6.3.16 Teste 15

Teste realizado no município de Nova Iguaçu, abrangendo duas das três zonas de distribuições pré-estabelecidas. As entregas eram das ZD 35B e 35C que *a priori* deveriam ser sequenciadas separadamente, mas quando submetidas ao ELECTRE III não foi necessário lançar mão desta prática. A figura 6.38 contém a sequência que o motorista seguiu, O empate ocorrido foi desfeito através do critério de desempate de peso.

Sua composição de cinco pontos de entrega, com um peso total das mercadorias

de 1410,26kg, tem maiores detalhes na tabela 6.28. E quando submetido ao índice de produtividade, chega-se a um eficiência potencial de 66,24%, não sendo um dos maiores índices de produtividade ocorridos até agora.

Após o dia de trabalho, o resultado operacional não poderia ser melhor, com todas as entregas realizadas. A equipe ficou satisfeita e relatou que a sequência foi muito boa. A rota pode ser vista através da figura 6.39 onde é possível ver os caminhos percorridos.

Tabela 6.28: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 15

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|---|---|-----------------|-------------|----------|--------|-----|
| A1 | Atlas De Iguaçu Dist. De Alimentos | Estrada Governador Leonel Brizola, 1160 | Palhada | Nova Iguaçu | 26290003 | 153,05 | 35c |
| A2 | Atlas De Iguaçu Dist. De Alimentos | Rua Kilvio Santos, 1540 Lote 02 | Rosa Dos Ventos | Nova Iguaçu | 26276080 | 113 | 35c |
| A3 | Soares Martins Mercado Ltda | Av Dos Metalúrgicos 23 Lt 23 Qd B Gp | Rodilandia | Nova Iguaçu | 26083275 | 43,93 | 35b |
| A4 | Emise Supermercados Ltda | Est. Dep. Darcilio Ayres Raunheit, 150 | Da Viga | Nova Iguaçu | 26012315 | 319,77 | 35b |
| A5 | Dist. Miudezas Atlas De Feira de Meriti | Av. Abílio Augusto Tavora, 6335 | Jardim Cabucu | Nova Iguaçu | 26210000 | 781,11 | 35c |

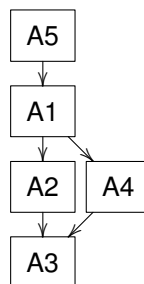


Figura 6.38: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 15

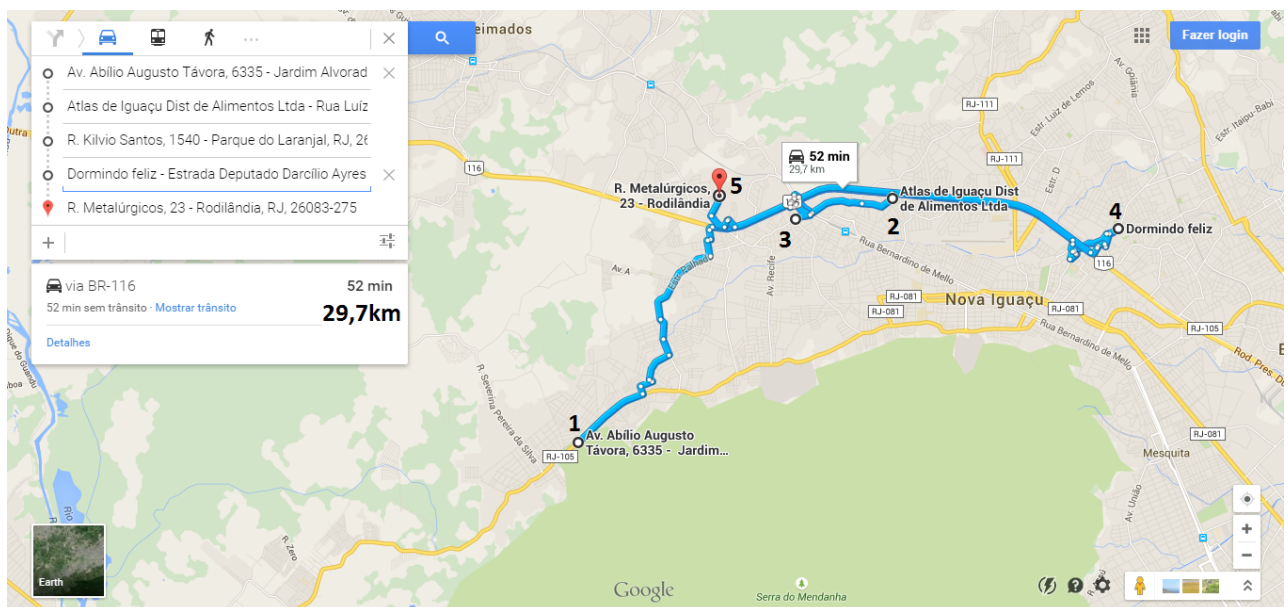


Figura 6.39: Rota do Teste 15

6.3.17 Teste 16

Primeiro teste realizado na Ilha do Governador que, por ser uma ilha, tem características diferentes do restante do município do Rio de Janeiro. Por exemplo, o trânsito melhor, a segurança um pouco melhor, com exceção das comunidades da Maré, que apesar de estar na ZD, não faz parte da Ilha do Governador e nem da Ilha do Fundão (Cidade Universitária) e nenhuma restrição quanto ao trânsito de caminhões. Também foi possível estar presente com a equipe de entrega durante suas atividades e e mais uma vez as dificuldades de operação puderam ser observadas diretamente.

Teste composto por cinco entregas espalhadas por toda a ZD 11 e tendo um peso total de 1.540,16kg, que pode ser visto como maiores detalhes na tabela 6.29, não configurando um grande desafio para os entregadores, apesar de ter quatro dos cinco pontos de entregas mau avaliados. Submetidos ao programa, chegou-se a uma sequência que agradou tanto a equipe de entrega, quanto atendeu o objetivo do operador logístico, contribuindo assim para o sucesso do trabalho. A figura 6.40 mostra a sequência produzida pelo ELECTRE III e a figura 6.41 mostra a rota percorrida.

Submetido ao índice de produtividade, levando em consideração as duas primeiras entregas, atingiu-se uma eficiência potencial de 89,02%, muito boa tendo base a maioria das anteriores.

Antes de seguir para os resultados operacionais, como foi um teste que pode ser acompanhado, é importante relatar tudo que houve na operação. A primeira entrega foi iniciada às 8:00 h e por motivos de falha de administrativa, a indústria dos produtos entregues neste cliente não havia realizado o cadastro dos mesmo, demandando 2 horas do precioso tempo dos entregadores para resolver o problema. Mas cabe relatar que é um ótimo recebedor, pois outros entregadores realizaram as sua entregas com no máximo de 15 minutos. A equipe chegou às 11:15 h no segundo ponto de entrega e saiu às 13:40 h devido a demora com a burocracia interna da empresa recebedora. Na entrega de número três, foi necessário aguardar a descarga de outros veículos, mas apesar disto levou apenas 1 hora para concluir esta entrega, isto porque as atividades burocráticas do recebedor foram realizadas em paralelo a esta espera. Sendo um outro ponto de entrega da rede de varejo da entrega anterior, a quarta entrega iniciou-se às 15:20 h e terminou às 16:00 h. Com menor fila, ganhou-se um pouco de tempo, mas não o suficiente para cumprir entrega derradeira, que ficava num ponto de entrega que recebe até às 16:00 h, pois a sua localização não possui um bom nível de segurança a partir deste horário. Em suma, pode-se concluir, que um trabalho mau feito pela equipe de vendas da indústria, comprometeu um pouco da operação de distribuição.

Como relatado anteriormente, atingiu-se uma eficiência operacional de 96, 10%. Um resultado muito bom, mas poderia ter sido um sucesso completo.

Quanto às observações de campo, a sequência não se alteraria, pois o melhor rece-

bedor na visão da equipe da B&R Logística mostrou-se ser ainda melhor e os demais são como foram relatados antes das entregas serem realizadas.

Tabela 6.29: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 16

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Supermercados Mundial Ltda | Da Cacuiá, 226 | Cacuiá | Rio De Janeiro | 21921000 | 92,44 | 11 |
| A2 | Supermercados Mundial Ltda | Av Paranapuã | Tauá | Rio De Janeiro | 21190001 | 26,72 | 11 |
| A3 | Gate Gourmet Ltda | Vinte De Janeiro, 103 | Galeão | Rio De Janeiro | 21941570 | 988,00 | 11 |
| A4 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Estrada do Galeão, 1800 | Jardim Carioca | Rio De Janeiro | 21931524 | 373,00 | 11 |
| A5 | Torre | Rua 14,309 | Maré | Rio De Janeiro | 21041210 | 60,00 | 11 |

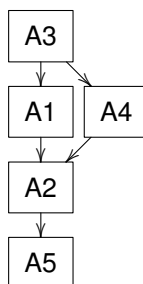


Figura 6.40: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 16

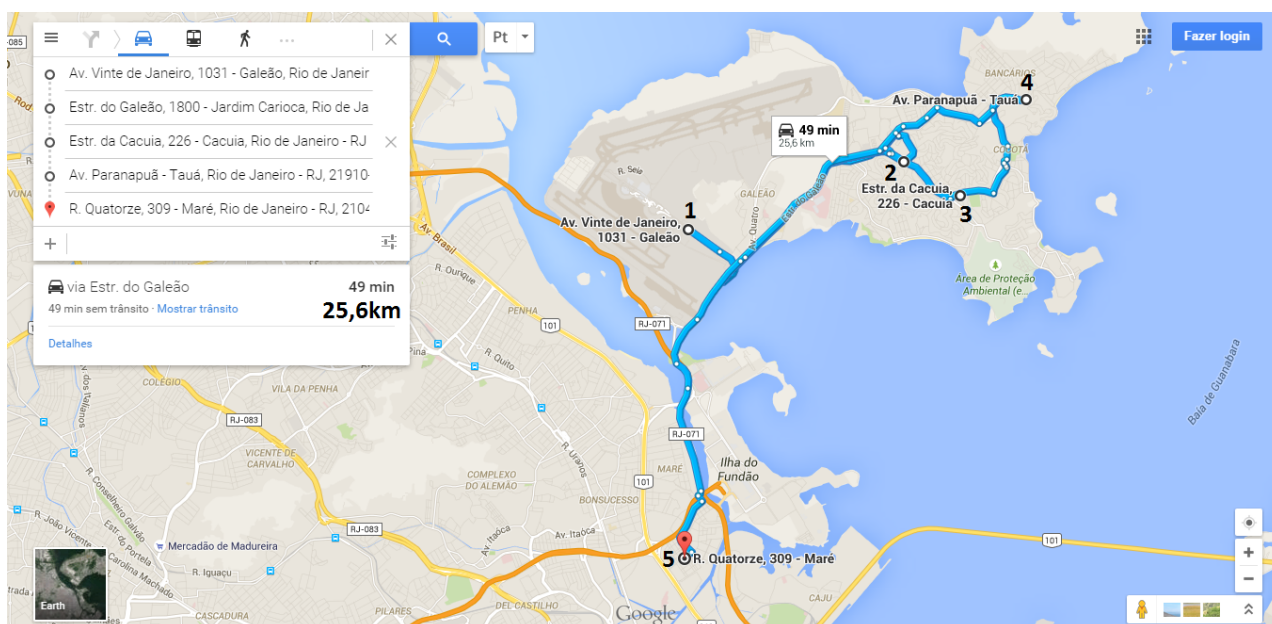


Figura 6.41: Rota do Teste 16

6.3.18 Teste 17

Penúltimo teste acompanhado diretamente, pôde-se, além de testar a proposta, observar os desafios diários que as equipes de entregas enfrentam. Neste teste foram percorridas três ZD da Zona Oeste carioca, teve que submeter as alternativas (pontos de entregas) ao programa de forma segmentada, levando em consideração o peso de cada um das ZD.

O sequenciamento apresentado na Figura 6.43 é fruto da aplicação do programa em etapas, enquanto o da Figura 6.42 tem o sequenciamento com todas as alternativas juntas. As figuras 6.46 e 6.47 contém, respectivamente, as rotas das sequências produzidas pelo programa de forma segmentada e de forma única.

Este teste foi um pouco mais elástico, composto de sete entregas e com o total de 551,43kg, distribuídos pelas zonas de distribuição 25b, 25C e 26, com maiores detalhes na tabela 6.30. Quando submetidos ao índice de produtividade, foi registrado um eficiência potencial de 86,54% para a sequência segmentada e de 71,40% para sequência única, mostrando que além de evitar ziguezagueamentos excessivos, imprimindo maiores custos e maior tempo de deslocamento à operação, atende de forma mais positiva o objetivo de entregar a maior quantidade possível de mercadoria num menor tempo. Após colher algumas informações, realimentou-se o ELECTRE III e chegou-se a um índice de produtividade de 72,80% de eficiência potencial, considerando um único sequenciamento, permanecendo o mesmo índice para forma segmentada.

Neste teste ocorreram algumas diferenças entre as respostas da equipe de base, antes da saída para as entregas e as observações durante a operação de distribuição. Sendo que somente houve mudanças quando o sequenciamento foi realizado de forma única para todas as alternativas, mas estas mudanças não atenuaram o ziguezagueamento. Já no sequenciamento em etapas, ao se unir as três ZD a sequência final é igual a mesma sequência antes da operação. Isto se deve a uma coincidência, pois todos os pontos de entrega da ZD 25C pioraram, enquanto os da ZD 26 melhoraram de forma proporcional nos dois casos, então geraram as mesmas sequências como a anterior. As figuras 6.42, 6.43, 6.44 e 6.45 mostram as sequências geradas pelo ELECTRE III e possibilita a visualização das mudanças. Já as figuras 6.46, 6.47 e 6.48 deixam que sejam vistas as distâncias entre os sequenciamentos segmentados e únicos, e mostra a necessidade de ter-se um zoneamento prévio para sustentar o processo. Pois as distâncias percorridas variaram de 63,2km para 32,8km antes da operação de entrega e de 50,3km para 32,8km após as operações e levando agora em consideração os dados colhidos em campo e não mais tendo base as percepções da equipe de base. Mesmo tendo uma melhora, a movimentação de mais 17,5km em uma região urbana pode comprometer toda a operação, sem falar do maior custo e do maior consumo de tempo.

Voltando agora para o relato dos testes. Segui-se o sequenciamento contido na figura 6.43, se teve, pela primeira e única vez, a oportunidade de deixar a nota fiscal marcando lugar na fila e seguir a sequência. Isto foi necessário devido a chegada de quatro caminhões de grande porte da rede varejista daquele ponto de entrega. Então chegou-se na primeira entrega às 7:45 h e aguardou-se até às 8:00 h, devido o horário de início das descargas no recebedor, que logo recebeu a carga finalizou às 8:30 h. Na segunda chegou-se às 8:45 h. As notas foram deixadas e saiu-se imediatamente sem descarregar, devido a veículos com prioridade de descarga. Já a terceira entrega, chegou-se às 9:15 h e teve saída às 9:30 h com a entrega realizada. Para a quarta entrega chegou-se às 10:20 h e foi preciso esperar

o término da descarga de um veículo da própria rede varejista, mas logo após recebeu-se a carga e esta entrega foi finalizada às 12:10 h. A quinta entrega ocorreu às 12:50 h e houve dificuldades com estacionamento. Isto possibilitou que a saída para a penúltima entrega fosse feita às 13:10 h. Nesta sexta entrega, houve outro ganho de tempo, às 13:20 h já estava-se a caminho do último ponto de entrega que também foi igualmente rápido, sendo concluído às 13:30 h. Isto possibilitou o retorno ao segundo ponto de entrega que já estava mais vazio e recebeu a carga tão logo a chegada às 14:30 h, pois todo o processo de burocracia já havia sido feito. A finalização das entregas foi às 15:20 h.

Apesar de não se ter seguido a sequência pré-estabelecida, considerou-se os resultados um sucesso, pois o que levou a deixar a nota e sair para a próxima entrega foi a presença de um grande quantidade de veículos de grande porte e com mercadorias com prioridade de descarga. Apesar de previsto, nesta quantidade é raro de ocorrer, segundo a equipe de entrega.

O resultado operacional foi de 100%, a sequência utilizada agradou muito ao motorista.

Tabela 6.30: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 17

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------|--------|-----|
| A1 | Supermercados Vianense | R. Bruno Giorgi 114 | Jacarepaguá | Rio De Janeiro | 22775054 | 114,8 | 25b |
| A2 | Blm 116 Bar E Restaurante Ltda | Das Americas,500 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22640100 | 39,05 | 26 |
| A3 | Drumatts Industria E Comercio Ltda | Das Americas ,4666 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22640102 | 21,12 | 26 |
| A4 | Molima E Santa Cruz Restaurante Ltda | Ayrton Senna,3000 | Barra Da Tijuca | Rio De Janeiro | 22750001 | 14,08 | 26 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | De Jacarepagua,7153 | Freguesia | Rio De Janeiro | 22755155 | 161,34 | 25c |
| A6 | Panificadora Flor Dos Tres Rios Ltda | Dos Tres Rios,1156 | Freguesia | Rio De Janeiro | 22745003 | 28,84 | 25c |
| A7 | Supermercados Vianense | Estr. Bananal 400 | Freguesia | Rio De Janeiro | 22750013 | 172,2 | 25c |

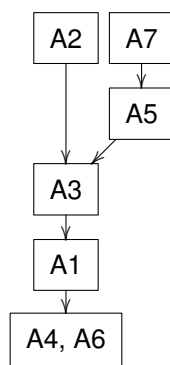


Figura 6.42: Sequência Única do Teste 17

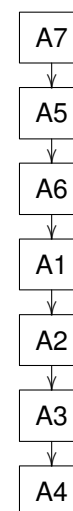


Figura 6.43: Sequência Segmentada do Teste 17

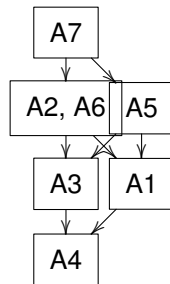


Figura 6.44: Sequência Única do Teste 17 Após Operação

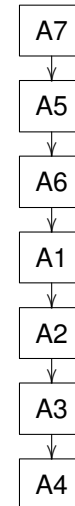


Figura 6.45: Sequência Segmentada do Teste 17 Após a Operação

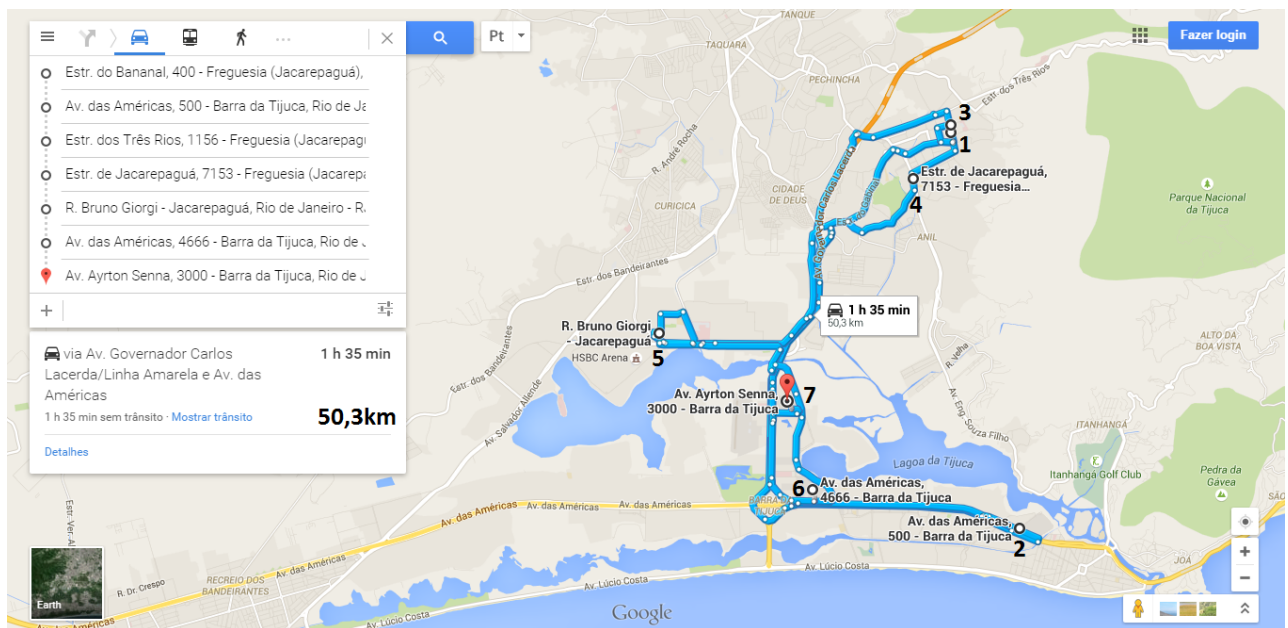


Figura 6.46: Rota do Teste 17 Antes da Operação e Sequenciamento Único

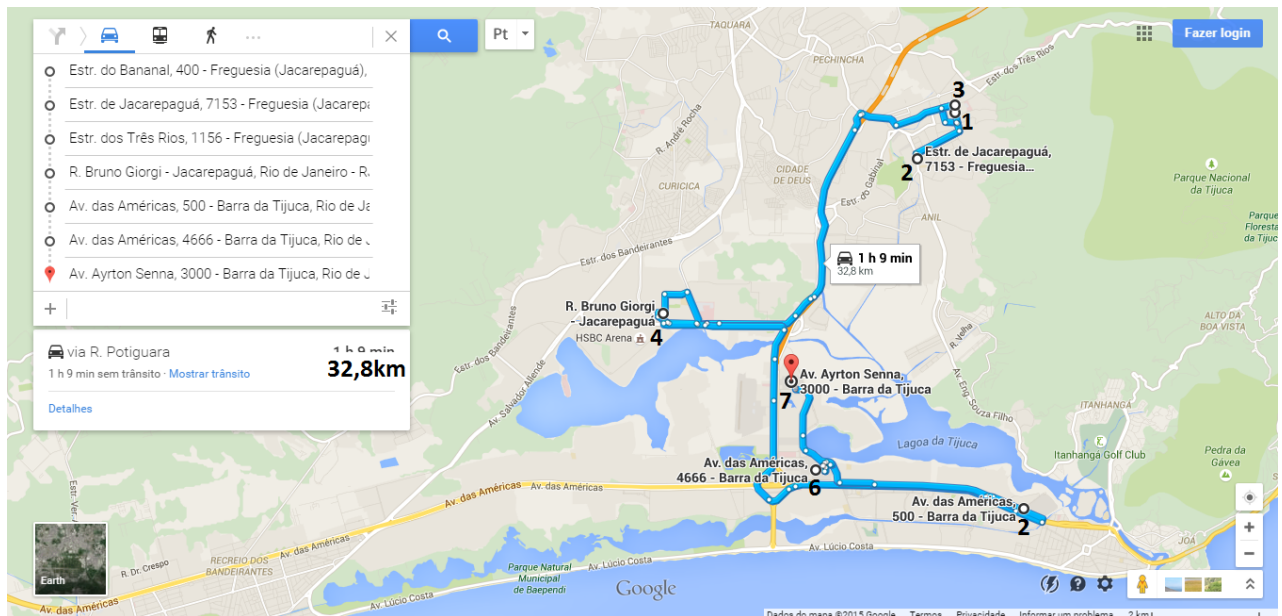


Figura 6.47: Rota do Teste 17 Antes da Operação e Sequenciamento Segmentado

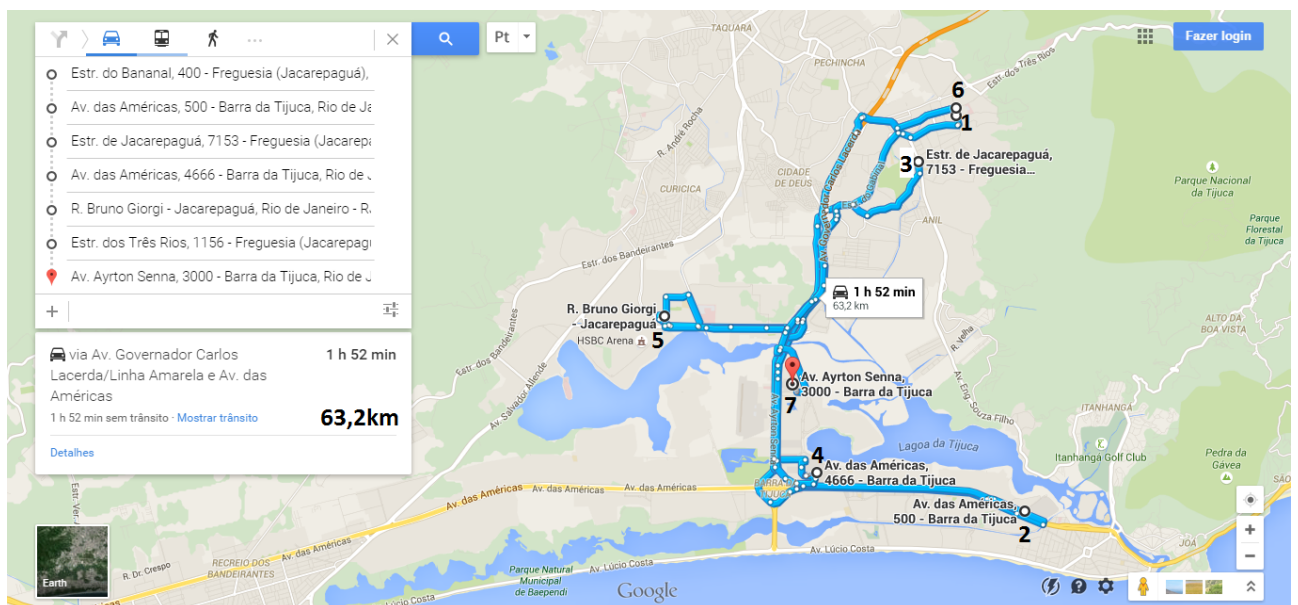


Figura 6.48: Rota do Teste 17 Depois da Operação e Sequenciamento Único

6.3.19 Teste 18

Menor teste que ocorreu desde o início de todo o trabalho de avaliação. Teste este que ocorreu na ZD 07, com quatro entregas, mas considerou-se apenas três, pois duas delas é no mesmo endereço, a tabela 6.31 mostra maiores detalhes. Quando as entregas estiverem muito próximas, mesmo CEP, mesmo endereço, mesmo quarteirão, em resumo, quando as entregas puderem ser realizadas com o carro parado em um mesmo local, deve-se considerá-las como uma só entrega. Neste caso, considerar no programa o ponto de entrega com pior pontuação.

Também pelo o seu tamanho, o índice de produtividade foi dispensado, sendo anteriormente avaliado pela perspectiva do motorista quanto a qualidade da sequência de entregas, que foi aprovada. A figura 6.49 mostra um empate entre as alternativa A2 e A3 que foi resolvida pelo critério de maior peso. Por sua vez a figura 6.50

Quanto aos resultados operacionais, não poderia esperar algo diferente de 100% de eficiência operacional, o que ocorreu já 12:30 h.

Tabela 6.31: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 18

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|--------------------------------|---------------------|--------|----------------|----------|--------|----|
| A1 | Drumattos Industria E Comercio | Maracana ,987 | Tijuca | Rio De Janeiro | 20511000 | 28,16 | 7 |
| A1 | Pizzaria Montasio Ltda | Maracana,987 | Tijuca | Rio De Janeiro | 20530230 | 10,56 | 7 |
| A2 | Supermercados Mundial Ltda | Conde De Bonfim,5/7 | Tijuca | Rio De Janeiro | 20520053 | 415,36 | 7 |
| A3 | Supermercados Mundial Ltda | Santo Afonso,300 | Tijuca | Rio De Janeiro | 20511170 | 413,53 | 7 |

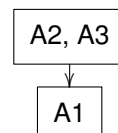


Figura 6.49: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 18

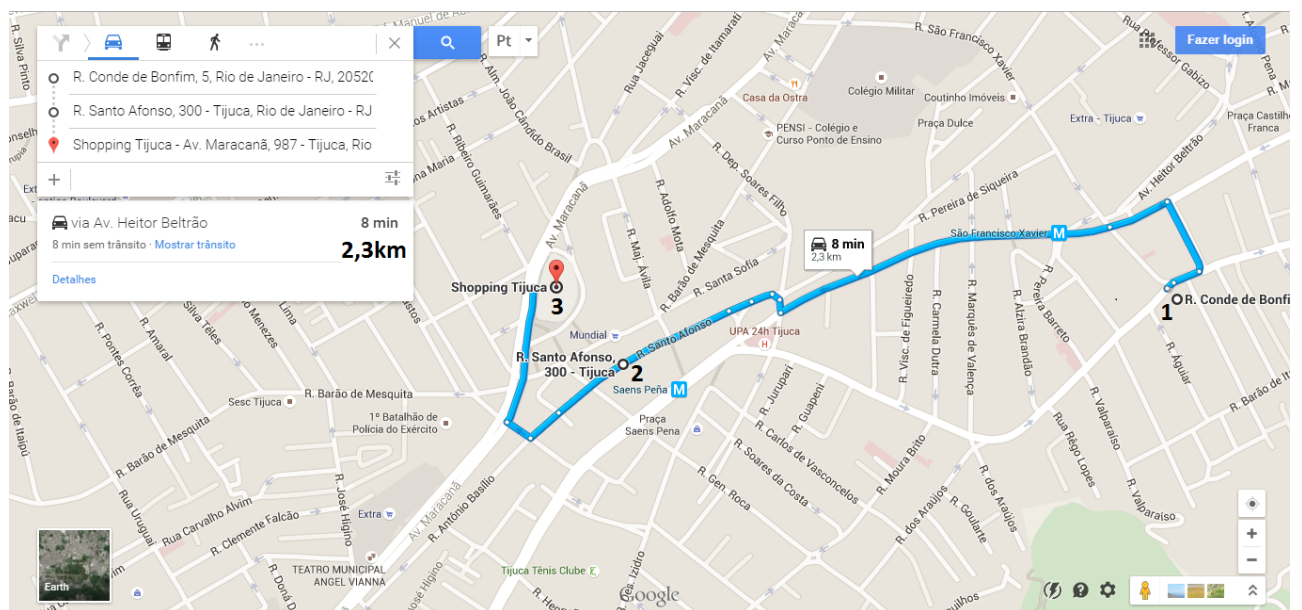


Figura 6.50: Rota do Teste 18

6.3.20 Teste 19

Teste composto por sete pontos de entrega distribuídos nas zonas de distribuições 39 e 40, com 523,31kg de mercadorias alimentícias, onde têm maiores detalhes na tabela 6.32. Foi sequenciado de forma segmentada, onde foi atendida a ZD 40 e posteriormente a 39, que tem apenas uma entrega.

Aplicando o índice de produtividade, tem-se uma eficiência potencial de 94,25% considerando-se as quatro primeiras entregas a serem realizadas, imprimindo uma pressão extra a equipe para atingir os 100% de resultado prático.

As figuras 6.51 e 6.52 mostram respectivamente a sequência e a rota que o motorista deveria seguir para realizar o teste.

O resultado operacional foi bom, com todas as entregas realizadas, mas o motorista não gostou muito de ir até a ZD 39 após terminar a operação na ZD 40 para realizar apenas uma entrega de 10kg, isto é efeito de uma má gestão de vendas das indústrias atendidas pelo operador logístico.

Tabela 6.32: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 19

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------|----------|--------|----|
| A1 | Guizarra Distr De Prods Alim Ltda | R Santos Dumont 136 | Jardim Meriti | Sao João De Meriti | 25555495 | 273,71 | 40 |
| A2 | Cruzeiro Do Sul Mercado Ltda | Doutor Delio Guarana,17 | Eden | São João De Meriti | 25545100 | 45,63 | 40 |
| A3 | Supermercado Real De Eden Ltda | Delio Guarana,133 | Eden | São João De Meriti | 25545100 | 39,59 | 40 |
| A4 | Mercado Torre De Jacarépaga Ltda | Dr Rufino Gonçalves,124 | Coelho Da Rocha | São João De Meriti | 25550571 | 9,52 | 40 |
| A5 | Cencosud Brasil Comercial Ltda | Automóvel Clube,1659 | Jardim Jose Bonifácio | São João De Meriti | 25565171 | 134,30 | 40 |
| A6 | Pizzaria Sgr Ltda | Presidente Dutra,4200 | Jardim Jose Bonifácio | São João De Meriti | 25586140 | 10,56 | 40 |
| A7 | Real Eden | Av. Benjamim Pinto Dias,1753 | Centro | Belford Roxo | 26130000 | 10,00 | 39 |

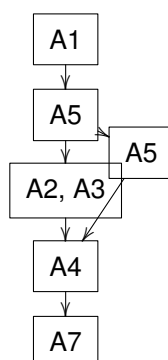


Figura 6.51: Sequência de Entrega Produzida pelo ELECTRE III para o Teste 19

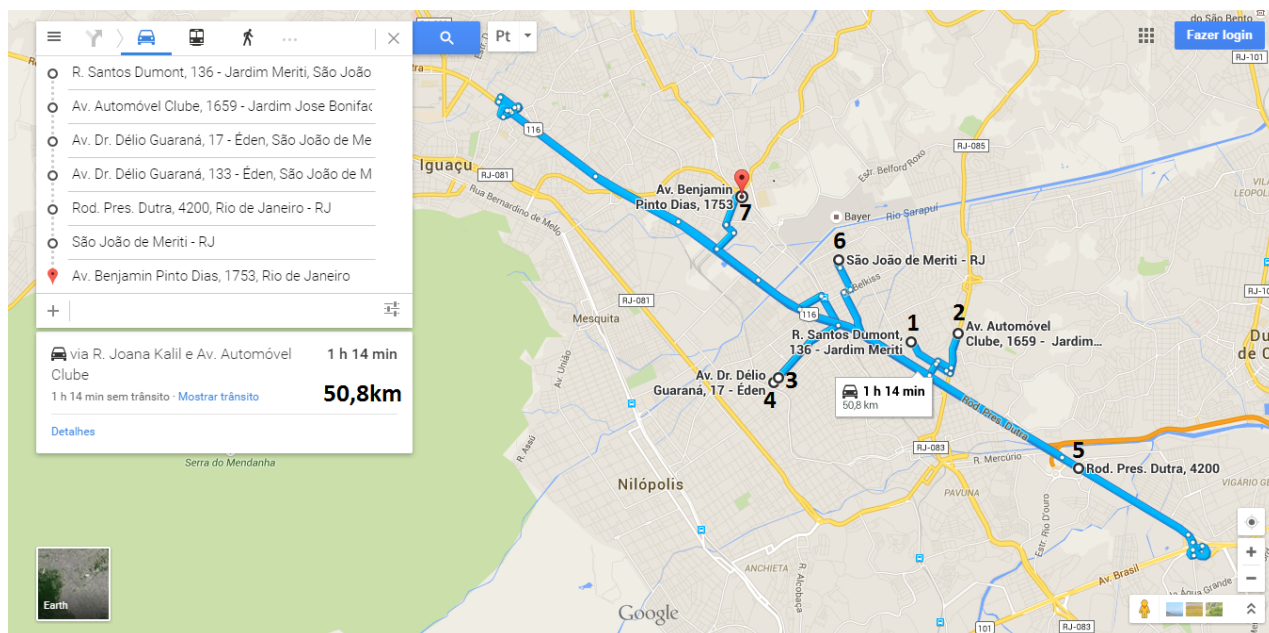


Figura 6.52: Rota do Teste 19

6.3.21 Teste 20

Último teste com acompanhamento direto da equipe de entrega, também é um teste que pode ser usado o dispositivo de localização única para alguns pontos de entrega, levando em consideração o pior entre eles. Composto por cinco entregas que se tornam três, pois as alternativas A1, A2 e A3 foram consideradas uma só entrega. Os detalhes deste teste estão contidos na tabela 6.33. Mas alimentou-se o programa normalmente e posicionou-se as três, tendo a pior como referência. As figuras 6.53 e 6.54 mostram o ajuste, pois a alternativa A1 é considerada a pior e ela é a referência.

Como foi usado o dispositivo de localização única, não tem sentido usar o índice de produtividade potencial. Apesar de ser diferente da primária proposta de privilegiar os melhores e/ou maiores compradores, o dispositivo de localização única, não concorre com o objetivo central, pois as entregas são realizadas simultaneamente, como se fossem uma só entrega.

Oteve-se também um outro sucesso, pois as informações dadas pela equipe de base para responder os questionários de cada um dos recebedores foram as percebidas *in loco* e não precisou-se fazer outro sequenciamento.

O resultado operacional foi um absoluto sucesso e o dispositivo também ajudou, registrando outra vez 100% de eficiência operacional e agradou todos os envolvidos nas entregas.

Tabela 6.33: Recebedores - Pontos de Entrega - do Teste 20

| ALT | CLIENTE | ENDEREÇO | BAIRRO | CIDADE | CEP | PESO | ZD |
|-----|------------------------------------|--|---------------------|-------------|----------|--------|-----|
| A1 | Padrao Nova Iguacu | Est. Dep. Darcilio Ayres Raunhetti,651 | Viga | Nova Iguacu | 26012315 | 37,36 | 35B |
| A2 | Emise Supermercados Ltda | Dep. Darcilio Ayres Raunhetti,150 | Viga | Nova Iguacu | 26012315 | 274,22 | 35B |
| A3 | Confeitaria Estrela Do Rancho Ltda | Nilo Peçanha ,1612 | Centro | Nova Iguacu | 26215511 | 46,63 | 35C |
| A4 | Real Eden | Rua Olivier Ramos Olivera,300 | Engenheiro Pedreira | Japeri | 26381020 | 287,65 | 39 |
| A5 | Supermercado Vianense | Av. Abílio Augusto Távora, 2956 | Jardim Alvorada | Nova Iguacu | 26275580 | 57,40 | 35C |

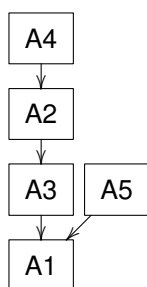


Figura 6.53: Sequência do Antes do Teste 20

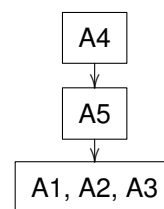


Figura 6.54: Sequência do Ajustada para o Teste 20

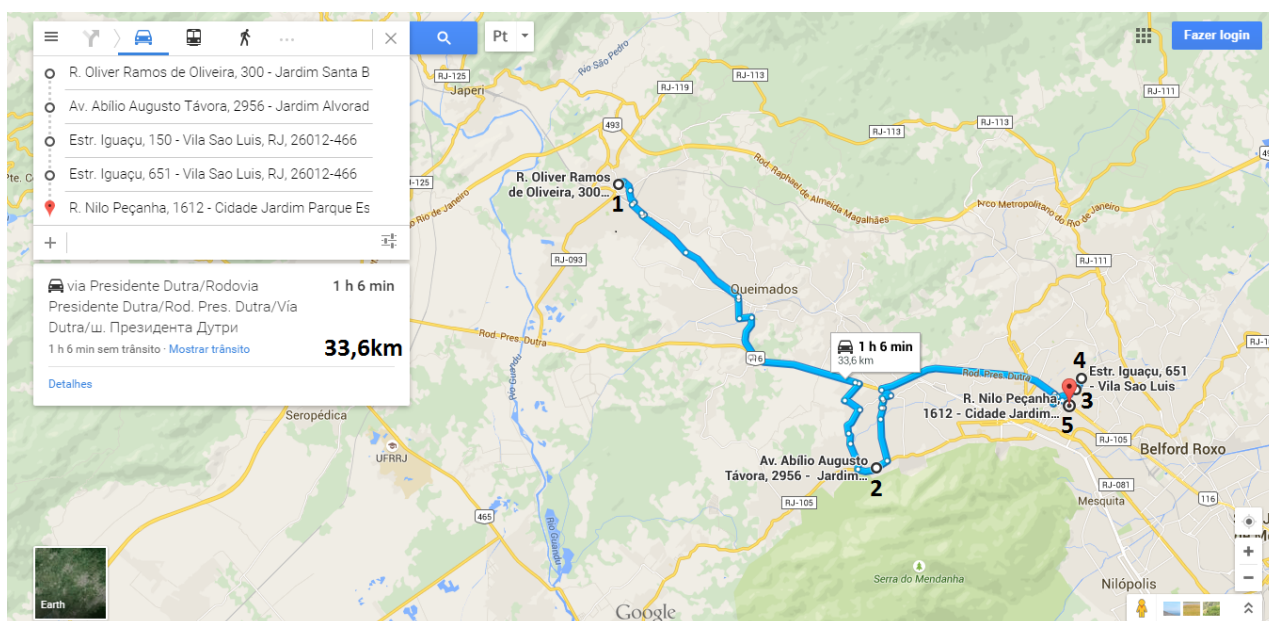


Figura 6.55: Rota do Teste 20

6.4 Resumo dos Testes

Para que haja uma melhor visualização dos resultados e também para facilitar uma comparação entre os resultados obtidos e os resultados da empresa, foi construída a tabela 6.34. Onde é possível ver os dados gerais de cada teste, como Zonas de Distribuição, Peso Total das Entregas, Número de Entregas, Índice de Produtividade e Resultado.

Tabela 6.34: Resumo dos Resultados dos Testes

| Teste | ZD | Nº de Entregas | Peso kg | Índice de Produtividade % | Resultado % |
|------------|--------------------------------|----------------|---------|---------------------------|-------------|
| Preliminar | 05, 07 | 06 | 472,17 | 32,09 | 70,00 |
| 01 | 26, 27 | 11 | 1060,25 | 78,30 | 91,82 |
| 02 | 25A, 25B, 25C | 05 | 749,63 | 71,46 | NT |
| 03 | 01, 02 | 08 | 716,91 | 75,54 | 96,74 |
| 04 | 03, 05, 07 | 05 | 1622,16 | 90,11 | 100,00 |
| 05 | 01, 02, 03 | 05 | 7371,00 | 91,76 | 100,00 |
| 06 | 35B, 35C | 07 | 1411,77 | 85,26 | 97,88 |
| 07 | 38A, 38B | 07 | 798,23 | 64,80 | 100,00 |
| 08 | 35B, 35C, 36, 38B | 09 | 635,44 | 49,08 | 70,64 |
| 09 | 24, 28, 29, 31 | 07 | 1012,09 | NT | NT |
| 10 | 01, 02, 06 | 08 | 1585,03 | 93,00 | 100,00 |
| 11 | 20, 35B, 35C, 36, 38A, 38B, 39 | 11 | 780,68 | NT | NT |
| 12 | 26, 27 | 06 | 733,00 | 73,06 | 100,00 |
| 13 | 25B | 04 | 955,00 | 95,77 | 100,00 |
| 14 | 01, 02 | 05 | 1143,52 | 80,82 | 80,82 |
| 15 | 35B, 36C | 05 | 1410,26 | 66,24 | 100,00 |
| 16 | 11 | 05 | 1540,16 | 89,02 | 96,10 |
| 17 | 25B, 25C, 26 | 07 | 551,43 | 71,40 | 100,00 |
| 18 | 07 | 03 | 867,61 | NT | 100,00 |
| 19 | 39, 40 | 07 | 523,31 | 94,25 | 100,00 |
| 20 | 35B, 35C, 39 | 03 | 703,26 | NT | 100,00 |

Analisando a tabela 6.34, observa-se que em 95,24% dos teste o desempenho da produtividade da empresa superior foi superior a 75%.

Os piores resultados foram obtidos nos testes preliminar e 08 com os índices de 70% e 70,64%. Este resultado possivelmente ocorreu devido a problemas de calibragem no sistema no teste preliminar e no teste 08 devido a necessidade de percorrer 04 zonas de distribuição.

Apesar destes últimos resultados, a proposta mostrou-se apta a auxiliar a construção de sequências de entregas, pois melhorou em mais de 10% a eficiência da B&R Logística.

Capítulo 7

Conclusão

Com o uso da nova sistemática para o sequenciamento das entregas houve uma melhoria na produtividade média da B&R Logística em mais de 10% de eficiência operacional. Para tanto foi construído e funcionou bastante bem o zoneamento da região de atuação, que é baseado numa série de particularidades geodemográficas e operacionais que serve como critério para a triagem das cargas. Com isso, houve a sensível melhora na qualidade de trabalho das equipes, que produzem mais com menor esforço. E por fim, as perdas diminuíram, pois o número de entregas com uma única tentativa aumentou, diminuindo a manipulação das cargas. Em suma pode-se concluir que os objetivos traçados no início deste trabalho foram, um a um, perseguidos, tratados e alcançados.

7.1 Considerações do Estudo Realizado

Este trabalho utilizou o ELECTRE III como algoritmo do sequenciamento das entregas de cada um veículo que realiza a distribuição de mercadorias ao varejo em regiões metropolitanas. Para tanto foi estabelecido um acordo com a B&R Logística, que permitiu utilizar sua estrutura para a realização dos testes de campo. Também ofereceu sua base de dados para que seja base de comparação dos resultados colhidos.

Como o ELECTRE III não tem a capacidade de lidar bem com a variável distância, teve-se que procurar e desenvolver uma solução que permitisse o seu uso. A solução encontrada foi o zoneamento geográfico, estabelecido utilizando características próprias da concepção urbana, como ruas, avenidas, elevados, etc. além de características próprias do relevo e ambiente da cidade, como rios, montanhas, florestas, etc. Para a acomodação e utilização deste zoneamento geográfico, era necessário o uso Código de Endereçamento Postal (CEP) que é capaz de traduzir todas as fronteiras destas zonas em intervalos matemáticos que funcionam como memória de cálculo para a triagem das mercadorias às diversas Zonas de Distribuição. Estas zonas por sua vez, eram dimensionadas de forma a acomodar um provável zigzagueamento das sequências de entrega, confinando-o a

limites aceitáveis. Os próprios resultados colhidos são prova que o zoneamento proposto funciona bem e atendeu a todas as expectativas. Outro ponto de é sua flexibilidade, pois pode ser alterado se necessário muito rapidamente.

Outro ponto importante foi a constatação, através da observações *in loco* que muitos varejistas negligenciam o setor logístico de suas lojas. Disponibilizando pouca área de descarga para os caminhões e armazenagem para os produtos, pessoal mal treinado e não envolvido com os objetivos do varejistas, nenhuma área de espera para descarga, não envolvimento da gerência da loja neste setor, grandes perdas de mercadorias devido ao mal manuseio, sujeira, etc. São alguns dos pontos que sustenta a necessidade de estabelecer um ranking de perfis destes recebedores. Estabelecendo condições tão adversas a operação que é necessário o atendimento aos melhores e/ou maiores compradores, pois a cada dia a produção potencial de cada veículo diminui, gastando tempo precioso com trabalho improdutivo, como grande exemplo a espera nas filas de descarga.

Quanto aos resultados colhidos através dos testes, conclui-se que a proposta realmente pode ser usada diariamente nas operações de de distribuição da B&R Logística. Isto é dito pois em apenas 2 dos 17 testes completados os índice de produtividade registrados são menores do que o registrado pela sistemática usada pela empresa hoje, que registra 86% de eficiência em suas entregas. Então o uso do ELECTRE III trouxe a melhor tão deseja e esperada. E quando as duas médias são confrontadas, o ganho é de mais 10,12% em relação a os 86% de eficiência média da B&R Logística, ou 11,77% de ganho na produtividade e receita da empresa.

7.2 Considerações Sobre a Empresa

A B&R Logística apesar de algumas limitações, recebeu esta pesquisa com entusiasmo. Talvez pela necessidade de melhora da produtividade, ou talvez pela características tecnicadas de seus gestores. Por isso as dificuldades foram superadas ao longo do período de testes.

No entanto, pelo fato de envolver várias pessoas que trabalhavam em turnos e locais diferentes surgiram alguns obstáculos que contribuíram para perda de uma considerável quantidade de testes. Isto por diversos motivos, desde falha na comunicação, até a simples decisão pontual de algum dos participantes em não realizar o teste, passando por problemas comerciais entre indústria e varejista, veículo quebrado, feriado no município da realização do teste, etc. Tudo isto foi superado por muitas conversas e por uma firme decisão do proprietário em permitir a realização dos testes.

Outro ponto que ajudou neste trabalho, foi a organização e facilidade ao acesso à informações. Com incrível pontualidade e velocidade tinha-se disponível as informações com os pontos de entregas a serem percorridos no teste.

A maior contribuição e trabalho da B&R adveio da disponibilidade de responder às dez questões do questionário para cada um dos recebedores contidos nas simulações e nos testes. Nas simulações foram 78 questionários respondidos, pois com a mudança de critérios os questionários foram aplicados novamente. Quanto aos testes, considerando somente os contidos neste trabalho, totaliza-se 134 questionários, onde talvez este número fosse ampliado de 50% a 60% se os testes descartados tivessem tido sucesso na sua aplicação. Totalizando 212 questionários que corresponderiam a 2012 respostas concedidas.

Também não poderia ser esquecido o esforço da equipe em participar com sua expertise para a construção do pré-zoneamento usado nesta dissertação, momento que demandou-se horas de mão de obra preciosa para a operação, que naquele momento estava dedicada a esta tarefa.

A aplicação do questionário investigativo estabeleceu os critérios de ordenação. Baseado neles, o ELECTRE III constrói a sequência de entregas. Também com as respostas pode-se estabelecer o perfil de cada um dos recebedores quanto a sua capacidade de realizar os procedimento de expedição dos produtos que chegam até eles.

7.3 Limitações da Pesquisa

O primeiro obstáculo desta pesquisa foi a comunicação. Isto se deve a quantidade de pessoas envolvidas no processo. Primeiramente com o roteirizador que decidia qual veículo iria realizar o teste. Depois com o líder de operação ou o próprio motorista respondia os questionários. Após o processamento, a sequência era enviada para o líder de carregamento que a entregava ao motorista. No final do dia o líder de operação fornecia os resultados. Até que tudo ficasse alinhado, foram perdidos vários testes.

Outra limitação, foi a disponibilidade de veículos para a realização dos testes. Num primeiro momento foi apenas um veículo por dia, depois foi disponibilizado mais um. Quantidade inferior prevista inicialmente. Isto fez com que estendesse o período de testes e apuração e de resultados.

Por fim, surgiram problemas relacionados a crise econômica nacional. Pois as cargas diminuíram, deixando pedidos cada vez mais dispersos, obrigando aos roteirizadores a estabelecerem carregamentos que cobriam algumas zonas de distribuições, que muitas das vezes não eram realizados devido às grandes distâncias e a falta de tempo.

7.4 Sugestões de Aprimoramento e Continuidade do Estudo

Com os testes foram observadas várias questões que vão de encontro aos conceitos da Gestão da Cadeia de Suprimento, servindo como base para outros estudos. O primeiro deles é o desalinhamento entre a operação de venda e a entrega, pois foram percebidos vários indícios que a equipe que realiza a primeira operação está confinada as salas de espera das grandes redes varejistas, não realizando uma varredura dos potenciais compradores que pelo menos estão numa região circunvizinha às lojas dessas redes varejistas. Com isto facilitaria a operação de distribuição.

Outro potencial estudo que poderia ser feito, é quanto a avaliação ambiental da operação, incluindo questões de infraestrutura e densidades demográficas que facilitam ou não a operação de distribuição. Sendo os seus resultados base para o estabelecimento de estratégias para melhor realização da distribuição, estabelecimento diferenciado de tarifas de cobrança do serviço e até mesmo concepção de soluções personalizadas para cada parte da região atendida pela operação.

Bibliografia

- ABML (1999). Conceito de operador logístico. <http://www.abml.org.br/BANNER/CONCEITO%20DO%20OPERADOR%20LOG%20CDSTICO.pdf>.
- ALEXANDRINI, F., FÁVERI, J. E., WEISS, L., SCHAADE, N. G., & FELÁCIO, R. L. (2007). Multicritério de apoio a decisão e o aumento de equipe na vigilância sanitária de agro-lândia. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*.
- ALL (2015). Fotos. http://pt.rumoall.com/images_inst/106_alto_taquari.jpg.
- ALMEIDA, A. T. (2010). *O Conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão de apoio a decisão*. Recife: Editora Universitária UFPE, 1 edition.
- ALMEIDA, A. T. & COSTA, A. P. C. S. (2002). Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método promethee. *Gestão & Produção*, 9(2), 201 – 214.
- ALVARENGA, A. C. & NOVAES, A. G. (2000). *Logística aplicada, suprimento e distribuição física*. São Paulo: Edgard Blucher, 3 edition.
- ARAÚJO, A. G. & ALMEIDA, A. T. (2009). Apoio à decisão na seleção de investimento em petróleo e gás: um aplicação utilizando o método promethee. *Gestão & Produção*, 16(4), 534 – 543.
- ARANHA, F. (1997). Atlas dos setores postais: Uma nova geografia a serviço da empresa. *RAE - Revista da Administração de Empresas*, 37(3), 20–27.
- ARENALES, M., ARMENTANO, V., MORABITO, R., & YANASSE, H. (2011). *Pesquisa operacional*. ABEPRO - Campus.
- ARNOLD, J. R. T. (1999). *Administração de Materiais*. São Paulo: Atlas, 1 edition.
- AZEREDO, J. S. (2011). Problema de roteirização dinâmica de veículos: um estudo de caso em uma empresa prestadora de serviços. Dissertação, UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- BALLOU, R. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial*. BOOKMAN COMPANHIA ED.
- BELFIORI, P. P. & YOSHIZAKI, H. Y. Y. (2006). Scatter search para problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea, janelas de tempo e entregas fracionadas. *Produção*, 16(3), 455–469.
- BERTAGLIA, P. R. (2009). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento*. São Paulo: Saraiva, 2 edition.

- BIT (2015). Transporte rodoviário do brasil. <http://www2.transportes.gov.br/bit>.
- BONASSA, A. C. & CUNHA, C. B. (2011). Sistema de apoio à decisão para a otimização da roteirização da separação manual de peças em armazém utilizando planilhas eletrônicas. *Gestão e Produção*, 18(1), 105–118.
- BRANS, J. P. & VINCKE, P. (1985). A preference ranking organisation method: The promethee method for multiple criteria decision-making. *INFORMS*, 31(6), 647 – 656.
- BUCHANAN, J., SHEPPARD, P., & VANDERPOOTEN, D. (1999). Project ranking using electre iii. *Departament of Mangement Systems, Unversity of Waidoto/ZN*.
- CAIXETA, J. C. & MARTINS, R. S. (2001). *Gestão Logística do Transporte de Cargas*. São Paulo: Atlas, 1 edition.
- CAMPOS, G. G., YOUSHIKAZI, H. T. Y., & BELFIORE, P. P. (2006). Algoritmos genéticos e computação paralela para problemas de roteirização de veículos com janelas de tempo e entregas fracionadas. *Gestão & Produção*, 13(2), 271–281.
- CAMPOS, V. B. G. (2015). Algoritmos para resolução de problemas de redes. IME - Instituto Militar de Engenharia.
- CEPERJ (2014). Região metropolitana do rio de janeiro. CEPERJ.
- CHOPRA, S. & MEINDL, P. (2003). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação*. São Paulo: Pearson, 1ª edition.
- CHRISTOPHER, M. (2011). *Logística e gerenciamento na cadeia de suprimentos*. São Paulo: Cengage Learning, 4ª edition.
- CONSTRAN (2015). Mineroduto cvrd. <http://www.constran.com.br/contratodetalhes.php?idcontrato=>
- CORRÊA, H. L. & GIANESI, I. G. N. (1998). *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. São Paulo: Atlas, 4ª edição edition.
- CORREIOS (2014). *Estrutura do CEP*. Correios, Brasília.
- CORTES, J. M. R. (2003). *Um algoritmo genético para a solução do problema de localização de atividades econômicas*. Tese, UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- COVA, C. & MOTTA, R. (2012). *Logística Empresarial*, volume 1. Rio de Janeiro: Cederj, 1 edition.
- CUNHA, C. B. (2002). Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. *Revista Transportes*, 8(2), 51–74.
- DENATRAN, D. N. d. T. (2015). Anuário de frota maio de 2015. www.dentran.gov.br/frota.htm.

- ECONOMIANEGOCIOS (2013). Maior navio do mundo faz primeira escala na europa. <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,maior-navio-do-mundo-faz-primeira-escala-na-europa,162168e>.
- EHRlich, P. J. (1996). Modelos quantitativos de apoio às decisões - ii. *Revista de Administração de Empresas*, 36(1), 33 – 41.
- ENOMOTO, L. M. (2005). Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista do sul de minas gerais. Dissertação, Uversidade Federal de Itajubá, Itajubá.
- ENOMOTO, L. M. & LIMA, R. S. (2007). Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista. *Produção*, 17(1), 94–108.
- FELPOMO (2014). Mapa dos bairros de niterói. http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_bairros_de_Niterói
- FERREIRA, V. J. M. F. (2001). Sistemas de roteirização e programação de veículos. *Pesquisa Operacional*, 21(2), 223–232.
- FIGUEIREDO, C. J., CHAVES, A. L. F., & SERRA, C. M. V. (2013). Apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa médico-hospitalar, belém-pa. *PODes*, 5(3), 476 – 494.
- FLEURY, P. F., WANKE, P., & FIGUEIREDO, K. F. (2007). *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 1 edition.
- FREITAS, A. L. P. (2004). Seleção de equipamentos: uma análise decisória utilizando os métodos electre iii-i. *XXXVI - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, (36), 1010.
- FREITAS, A. L. P. (2013). *Análise de problemas decisórios: Uma abordagem introdutória*. Campos dos Goytacazes: UENF.
- GEOPROCESSAMENTO, S. d. L. e. F. e. G. (2005). Bairros - 2005. SUMIURME - Secretaria Municipal de Infraestrutura, Urbanismo e Meio Ambiente.
- GOLDBARG, M. C. (2012). *Grafos: conceitos, algoritmos e aplicações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª edition.
- GOLDBARG, M. C., LUNA, H. P. L., & GOLDBARG, E. F. G. (2015). *Programação linear e fluxos de redes*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª edition.
- GONÇALVES, T. J. M. & BELDERRAIN, M. C. N. (2011). Decisão em grupo com promethee gdss e gaia: priorização de subsistemas no projeto do satélite ita-sat. *XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*.
- HELMANN, K. S. & MARÇAL, R. F. M. (2007). Método multicritério de apoio à decisão na gestão da manutenção: aplicação do método electre i na selaeção de equipamentos críticos para processo. *Revista Gestão Industrial*, 03(01), 123–134.

- HILIER, F. S. & HILIER, M. S. (2015). *Introdução à ciência da gestão: modelagem e estudos de caso com planilhas eletrônicas*. Porto Alegre: Bookman, 4^a edition.
- IBGE (2010). Tabela 5.1.1 - população residente, por sexo e situação do domicílio, segundo as regiões metropolitanas, as regiões integradas de desenvolvimento e os municípios – 2010. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/caracteristicas_da_populacao_tab_rm_zip_xls.shtm. acesso, em 15 de abril de 2015.
- IBGE (2014). Mapa político do estado do rio de janeiro. <http://mapas.ibge.gov.br/politico-administrativo>.
- IBGE, I. B. d. G. e. E. (2015). População residente da região metropolitana do rio de janeiro. www.cidades.ibge.gov.br.
- INFANTE, C. E. D. C., MENDONÇA, F. M., & VALLE, R. A. B. (2014). Análise de robustez com o método electre iii: o caso da região de campo das vertentes em minas gerais. *Gestão e Produção*, 21(6), 245 – 255.
- LEITE, R. (2006). Painel de automoveis populares: o *design* do *cluster* de direção sob o aspecto da ergonomia informacional. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- LEMOS, V. C. & KATZ, I. (2010). Estudo comparativo da distribuição de cargas fracionadas e consolidadas de pisos laminados de madeira de uma indústria de botucatu (sp). *Tékhnē e Lógos*, 2(1), 1–15.
- LOBATO, P. H. (2014). Revitalização da hidrovía do rio são francisco prevista no phe do ministério dos transportes. <http://sosriosdobrasil.blogspot.com.br/2014/01/revitalizacao-da-hidrovia-do-rio-sao.html>.
- MARQUES, V. J. A. (2007). Um método heurístico de distribuição. estudo de caso: distribuição de sementes a partir de um centro de distribuição. Dissertação, PUC.Rio - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- MARTINS, P. G. & ALT, P. R. C. (2001). *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. São Paulo: Saraiva, 2 edition.
- MAURI, G. R. (2006). *Uma nova abordagem para o problema de roteirização e programação de veículos*. Monografia, INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos.
- MESQUITA, A. C. P. (2010). A meta-heurística busca dispersa em problemas de roteirização de veículos com coleta e entrega simultâneas: aplicação na força aérea brasileira. Dissertação, USP - Universidade de São Paulo, São Paulo.

- MIRANDA, M. S. (2013). *Dicionário técnico de logística*. São Paulo: Clube dos Autores, 1ª edition.
- MOORI, R. G., PERERA, L. C. J., & MANGINI, E. R. (2011). Uma análise investigativa do efeito chicote na cadeia de suprimentos da indústria alimentícia. *REGE*, 18(3), 469–488.
- MORELLI, D. (2012). Terceirização de sistemas de distribuição física: um estudo de caso em um operador logístico. Dissertação, UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste.
- NIMA, N. I. d. M. A., PETROBRÁS, & PUC, P. U. C. (2010). Mapa de nova iguaçu. http://www.nima.puc-rio.br/projetos/novaiguacu/livro_educacao_ambiental_nova_iguacu.pdf.
- NORESE, M. F. (2006). Electre iii as a support for participatory decision-making on the localisation of waste-treatment plants. *Land Use Policy*, 23(1), 76 – 85. Resolving Environmental Conflicts:Combining Participation and Multi-Criteria Analysis.
- NOVAES, A. (2015). *Logística e gerenciamento de distribuição*. Rio de Janeiro: Elsevier, 4ª edition.
- NOVAES, A. G. (2007). *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- PASSOS, I. P. (2014). Município do rio de janeiro - bairros - 2014. http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/1314_bairros%20-%202014.JPG.
- PAULA, G. G. (2000). *Introdução à Pesquisa Operacional*, volume Único. Campos dos Goytacazes: UENF/CCT.
- POVOA, C. L. R. (2005). *Heurística Grasp para o problema do roteamento de veículos com multi-compartimento e sua intergração com sistema de informação geográfica geo-rota*. Tese, UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- PRODANOV, C. & FREITAS, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hambrugo: Universidade FEE-VALE, 2ª edition.
- PUNAKIVI, M., YRJOLA, H., & HOLMSTROM, J. (2001). Solving the last mile issue: reception box or delivery box? *International Journal Physical Distribution e Logistic Management*, 31(6), 427–439.
- RESENDE, R. C., RANGEL, L. A. D., & GOMES, L. F. A. M. (2010). Priorização de projetos de telecomunicações: uma análise de decisão pelo método promethee v. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.

- ROGERS, M. & BRUEN, M. (1998). Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within electre. *European Journal of Operational Research*, 107, 542–551.
- ROSSONI, C. & MEIRELES, M. (2011). Decisão multicritério: uma análise dos resultados obtidos pelos métodos t-oda e ahp. *SIMPOI*.
- ROY, B. (1978). Electre iii un algorithme de classements fonde sur une representation floue des preferences en presence de criteres multiples. *Cahiers du CERO*, 20(1), 3 - 24.
- SALATA JR, F. R. & YOSHIZAKI, H. T. Y. (1993). Modelo de apoio à decisão de roteamento na distribuição física de produtos perecíveis. *Produção*, 3(1), 45–51.
- SANTOS, D. C., LOBATO, M. B., VOLPI, N. M. P., & BORGES, L. Z. (2006). Hierarquização de medidas de conservação de água em edificações residenciais com o auxílio da análise multicritério. *Ambiente Construído*, 06(01), 31 – 47.
- SANTOS, T. A., VIANNA, D. S., & VIANNA, M. F. D. (2011). Heurística grasp para o problema de p-medianas aplicado à localização de concentradores. *Vértices*, 13(3), 31–40.
- SILIPRINADE, M. D. (2009). Localização de antenas de transmissão para internet wireless: Uma aplicação com abordagem genética para o município de itaperuna. Dissertação, UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- SILVA, R. C. O. (2007). Avaliação da implantação de *software* de roteirização de veículos. Dissertação, PUC - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- SILVA, V. B. S., SHRAMM, F., & CARVALHO, H. R. C. (2014). O uso do método promethee para seleção de candidatos à bolsa-formação do pronatec. *Produção*, 24(3), 548 – 558.
- SILVERIO, L. B., FERREIRA, A. S., & RANGEL, L. A. D. (2007). Avaliação das cidades da região sul fluminense empregando o método promethee ii. *XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., & SIMCHI-LEVI, E. (2010). *Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão: Conceitos, Estratégias e Estudos de Caso*. Porto Alegre: Bookman, 3 edition.
- SIQUEIRA, P. H. (2005). *Uma nova abordagem na resolução do problema do Caixeiro Viajante*. Tese, UFPR, Curitiba.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (2008). *Administracao da Producao*. Sao Paulo: Atlas, 2 edition.
- TRIPULANTESEMVOO (2013). Como é um avião cargueiro por dentro? <http://www.tripulantesnews.com.br/2013/04/como-e-um-aviao-cargueiro-por-dentro.html>.

- VALLEÉ, D. & ZIELNIWICZ, P. (1994). *Manual de Uso do Software Electre III e IV*. LAMSADE - Universidade Paris-Dauphine, Paris, 1 edition.
- VECTOR, E. e. A. (2009). Automação nos oleodutos da transpetro. *Vectorial*, 1(2).
- VIEIRA, H. F. (2009). *Gestão de estoques e operações industriais*. Curitiba: IESDE, 1ª edition.
- WEBBUSCA (2015). Mapa de duque de caxias. http://www.webbusca.com.br/pagam/duque_caxias/duque_caxias_mapas.asp.
- WU, L. & CUNHA, C. B. (2008). O problema da roteirização periódica de veículos. *Transportes*, 16(1).
- YUEN, K. K. F. & TING, T. O. (2012). Textbook selection using fuzzy promethee ii method. *International Journal of Future Computer and Communication*, 1(1).

Apêndice A

Questionários

A.1 Questionário de Investigação para os Critérios de Ordenação

| | |
|---|--|
| Questionário Sobre Critérios de Ordenação do ELECTRE III | |
| Entrevistado: | |
| Data: | |
| Função: | |

1. A Quanto tempo trabalha com entregas?

R:

2. Se o recebedor for considerado bom, você entrega a NF e espera a descarga? Porque?

R:

3. Se o recebedor for considerado ruim, você entrega a NF e espera a descarga? Porque?

R:

4. O que, ou que características, influenciam para que um ponto de entrega seja um bom recebedor?

R:

5. O que, ou que características, influenciam para que um ponto de entrega seja um mal recebedor?

R:

6. Quais características da cidade, do ambiente urbano, que influencia na dificuldade de entregar (acessar) num determinado ponto de entrega (recebedor)?

R:

7. Como você define a sequência de entregar que vai realizar? O que você leva em consideração?

R:

8. O que a B&R Logística deveria fazer de diferente para lhe ajudar na atividade de entrega?

R:

Obs: Colocar a resposta das questões 4, 5, 6 e 7 em ordem crescente de importância.

A.2 Questionário de Performances do Recebedor

| | | | |
|------------|---------------|--------------|-----|
| Cliente: | | | |
| End: | | | |
| NF: | Data: | Bairro: | |
| Motorista: | Cod. Cliente: | Alternativa: | ZD: |

1. Qual é o peso total de todas as notas fiscais que serão entregues neste cliente?

R:

2. Você considera a equipe de recebimento deste cliente:

Muito Boa; Boa; Regular; Ruim; Muito Ruim;

3. Como é o seu relacionamento com a equipe de recebimento deste cliente?

Muito Bom; Bom; Regular; Ruim; Muito Ruim;

4. Quanto ao tempo gasto com **burocracia** (Geração de Bônus, Recebimento do XML, Devolução de Canhoto, etc). Como este cliente pode ser classificado?

Muito Rápido; Rápido; Regular; Lento; Muito Lento;

5. Quais os horários - **Janela do Transito e Regiões sem Segurança**. A região da cidade onde este cliente está **LOCALIZADO**, pode ser transitada por veículos de carga?

- Não há restrições;
- Das 08:00 às 16:00 horas;
- Das 08:00 às 14:00 horas;
- Das 10:00 às 14:00 horas;
- Das 21:00 às 05:00 horas;

6. Este cliente aceita a inclusão de nota fiscal para receber a carga **a partir** que hora do dia?

A partir das 05:00 horas;

- A partir das 06:00 horas;
 - A partir das 07:00 horas;
 - A partir das 08:00 horas;
 - A partir das 12:00 horas;
7. Este cliente aceita a inclusão de nota fiscal para receber a carga **até** que hora do dia?
- Até às 10:00 horas;
 - Até às 12:00 horas;
 - Até às 14:00 horas;
 - Até às 16:00 horas;
 - Não tem limite de horário para receber notas fiscais;
8. Este Cliente **RECEBE** muitos veículos carregados com produtos de prioridade? (Veículos Próprios, Produtos em Encartes, Marcas Famosas, Produtos em Falta na Loja, etc)
- Sempre; Quase Sempre; Às Vezes; Raramente; Muito Raramente;
9. Como é a estrutura física da loja? (Pátio, Número de Docas, Armazéns, Equipamentos, etc):
- Muito Boa; Boa; Regular; Ruim; Muito Ruim;
10. Este Cliente permite que entregue a nota fiscal para marcar o seu lugar na fila e saia para realizar outras entregas?
- Sempre; Quase Sempre; Às Vezes; Raramente; Muito Raramente;