

Gabriel Pini Mormilho
Gustavo José Machado Consoni
Renan Sallai Iwayama

Análise da Implantação de uma Unidade de Logística
Avançada (ULA) para Abastecimento de uma Rede de
Lojas de Varejo no Ambiente Urbano de São Paulo

São Paulo

Dezembro 2013

Gabriel Pini Mormilho
Gustavo José Machado Consoni
Renan Sallai Iwayama

Análise da Implantação de uma Unidade de Logística
Avançada (ULA) para Abastecimento de uma Rede de
Lojas de Varejo no Ambiente Urbano de São Paulo

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo no
âmbito do Curso de Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Claudio Barbieri da Cunha

São Paulo

Dezembro 2013

Mormilho, Gabriel Pini

Análise da implantação de uma unidade de logística avançada (ULA) para Abastecimento de uma Rede de Lojas de Varejo no Ambiente Urbano de São Paulo / G.P. Mormilho, G. J.M. Consoni, R.S. Iwayama. -- São Paulo, 2013.

73 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Logística 2.Distribuição de mercadorias 3.Modelos (Simulação;Custos) I.Consoni, Gustavo José Machado II.Iwayama, Renan Sallai III.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transporte IV.t.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Claudio Barbieri da Cunha, pela atenção, paciência e orientação a nós fornecida durante nosso trabalho. Sua sabedoria e exemplo de dedicação foram marcantes para elaboração do trabalho com excelência.

Aos membros da banca de avaliação da primeira parte do trabalho, Prof. Dr. José Geraldo Vidal Vieira e Luciano Sampaio Lobo, por suas indicações e sugestões de melhoria.

Aos membros da atual banca, Prof. Dr. Hugo Tsugunobu Yoshida Yoshizaki e Thiago Passone, pela contribuição a este trabalho de formatura.

À equipe do Grupo Pão de Açúcar: Luciano Lobo, Daniel Cavallette, Gléssica Novais Silva, Humberto Oliveira, Lívia Fermino, Thiago Passone, Rayanne Soares De Brito, Edson Teixeira e Paulo Sergio. Pelos dados fornecidos e atenção despendida para nos explicar sobre os diferentes aspectos da operação do Grupo Pão de Açúcar.

À Nathalia de Castro Zambuzi, pelo compartilhamento de informações e experiências com a equipe. Além disso, pelo apoio na elaboração e desenvolvimento do trabalho.

À equipe do CISLOG: Celso Hino, Fabiano Stringher, Patrícia Laranjeiro, Joice Ribeiro, Anderson Paschoal e Renato Arbex. Pela ajuda e colaboração no uso de diversas ferramentas para as análises feitas neste trabalho.

À Tamara Barbosa Gaspar, por ter feito parte de nossa equipe e contribuir não só com nosso trabalho inicial, mas com sua amizade durante todo o tempo.

À Gabriela Mariana Chung, pela disponibilidade em nos ajudar sempre que necessário.

Às nossas famílias pelo constante amparo e carinho durante toda a nossa vida.

Aos demais amigos pela paciência e suporte que nos dedicaram.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor e desenvolver uma metodologia de análise do sistema de abastecimento de lojas de um segmento do setor varejista de alimentos no município de São Paulo. Mais especificamente, pretende-se avaliar a implantação de uma unidade de logística avançada (ULA) nesse ambiente urbano, no contexto de abastecimento de lojas da bandeira MiniMercado Extra (MME), que pertence ao Grupo Pão de Açúcar (GPA). Realiza-se uma análise do sistema de abastecimento das lojas do MME, a partir de dados fornecidos pelo GPA e, em conjunto com visitas técnicas realizadas a uma ULA piloto que está em operação desde abril de 2013, servem de base para o desenvolvimento de um modelo de dimensionamento de uma ULA. Esse modelo, um modelo de simulação por eventos discretos, simula a operação da ULA com base em uma série de parâmetros, gerando dados para a avaliação da implantação de uma ULA futura ou dos impactos de mudanças na operação da ULA piloto. Além disso, analisa-se os custos do sistema de abastecimento por meio da ULA com um modelo determinístico que calcula os custos diretos e indiretos das operações de transferência e distribuição.

Palavras-Chave: Logística. Distribuição de mercadorias. Modelos. Simulação. Custos

ABSTRACT

This paper aims to propose and develop a methodology for analysis of a segment of the retail food industry in São Paulo shops supply system. More specifically, intends to evaluate the implementation of an advanced logistics unit (ULA) in this urban environment in the context of supply stores MiniMercado Extra (MME), which belongs to Grupo Pão de Açúcar (GPA). Held up an analysis of the supply of stores MME system, from data supplied by the GPA and, together with technical visits to a ULA pilot that has been operating since April 2013, are the basis for the development of a sizing model a ULA. This model, a model for discrete event simulation, simulates the operation of the ALU based on a number of parameters, generating data for evaluating the implementation of a future ULA or the impacts of changes in the operation of the pilot ULA. Furthermore, analyzes the costs of the supply system through ULA with a deterministic model that calculates the direct and indirect costs of transfer and distribution operations.

Keywords: Logistic.Distribution of goods.Models.Simulation.Costs.

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Objetivo | 1 |
| 1.2 | Delimitação Geográfica | 1 |
| 1.3 | Setor Varejista de Alimentos e Desafios do GPA | 5 |
| 1.4 | Organização do Texto..... | 7 |
| 2 | Grupo Pão de Açúcar..... | 8 |
| 2.1 | Setor Varejista de Alimentos..... | 8 |
| 2.2 | Histórico do GPA | 9 |
| 2.3 | Descrição Geral dos Formatos de Loja do GPA | 10 |
| 2.4 | Bandeira MiniMercado Extra (MME) | 11 |
| 2.4.1 | Características | 11 |
| 2.4.2 | Concorrência | 13 |
| 3 | Operação da Bandeira MME | 15 |
| 3.1 | Sistema de Abastecimento..... | 15 |
| 3.1.1 | Fluxo de Informações e Produtos do MME..... | 17 |
| 3.2 | Análise das Vendas das lojas do MME | 23 |
| 4 | Modelo de Simulação por Eventos Discretos..... | 27 |
| 4.1 | Hipóteses..... | 27 |
| 4.2 | Processos de Chegada e Atendimento..... | 28 |
| 4.3 | Rotinas..... | 30 |
| 4.4 | Entradas do Modelo..... | 32 |
| 4.5 | Procedimento para a Estimativa de Áreas | 34 |
| 4.5.1 | Área Interna | 34 |
| 4.5.2 | Área Externa | 39 |
| 4.5.3 | Dimensionamento Considerado..... | 43 |
| 5 | Análise de Cenários | 45 |
| 5.1 | Cenário de Referência | 45 |
| 5.2 | Variação do Número de Docas de Expedição | 53 |
| 5.3 | Variação do Número de Lojas Atendidas | 55 |
| 6 | Modelo de custos..... | 58 |
| 6.1 | Formulação do Modelo de Custos | 58 |
| 6.2 | Parâmetros Descritivos do Modelo..... | 59 |
| 6.2.1 | Características Gerais | 59 |
| 6.2.2 | Características dos Veículos | 59 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.2.3 | Tempos Operacionais..... | 59 |
| 6.3 | Cálculo dos Custos..... | 61 |
| 6.3.1 | Custo Total | 61 |
| 7 | Considerações Finais | 65 |
| | Referências Bibliográficas | 66 |
| | Anexo A - Dados Obtidos | 68 |
| | Lojas | 68 |
| | Centros de Distribuição | 68 |
| | Transporte..... | 69 |
| | Anexo B - Itens de Custo | 70 |
| | Anexo C - Cálculo dos Custos | 72 |
| | Anexo D - Custos Administrativos | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Faturamento bruto setor varejista de alimentos | 8 |
| Tabela 3.1 - Distribuição de contratação da frota para cada CD | 16 |
| Tabela 3.2 - Tipos e capacidades de veículos utilizados pelo GPA..... | 16 |
| Tabela 3.3 - Distribuição de viagens para cada CD | 17 |
| Tabela 3.4 - Média de número de recebimentos das lojas por CD por dia da semana | 22 |
| Tabela 3.5 - Desvio padrão de número de recebimentos das lojas por CD por dia da semana . | 22 |
| Tabela 3.6 - Média de número de recebimentos das lojas por dia da semana | 22 |
| Tabela 3.7 - Desvio padrão de número de recebimentos das lojas por dia da semana | 23 |
| Tabela 3.8 - Características de quatro lojas MME..... | 25 |
| Tabela 4.1 - Áreas do leiaute tipo 1 de posicionamento de rolltainers | 37 |
| Tabela 4.2 - Áreas do leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers | 38 |
| Tabela 4.3 - Áreas e fatores do leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers..... | 38 |
| Tabela 5.1 - Número de giros por veículo | 48 |
| Tabela 5.2 - Tempo operação distribuição..... | 53 |
| Tabela 5.3 - Número de veículos fila expedição..... | 53 |
| Tabela 5.4 - Tempo fila expedição | 54 |
| Tabela 5.5 – Tempo de ocupação doca de recebimento pelos veículos de distribuição..... | 54 |
| Tabela 5.6 - Tempo de ocupação doca de expedição pelos veículos de distribuição..... | 54 |
| Tabela 5.7 - Áreas estimadas | 55 |
| Tabela 6.1 - Tempo de ciclo trajeto CD-ULA | 60 |
| Tabela 6.2 - Tempo de ciclo trajeto ULA-LOJAS | 60 |
| | |
| Tabela Anexo 1 - Dados obtidos lojas | 68 |
| Tabela Anexo 2 - Dados obtidos centros de distribuição..... | 68 |
| Tabela Anexo 3 - Dados obtidos transporte..... | 69 |
| Tabela Anexo 4- Itens de custo carreta..... | 70 |
| Tabela Anexo 5 - Itens de custo VUC | 71 |
| Tabela Anexo 6 - Cálculo dos custos cavalo mecânico..... | 72 |
| Tabela Anexo 7 - Cálculo dos custos semirreboque..... | 72 |
| Tabela Anexo 8 - Custos administrativos | 73 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 - Zona de Máxima Restrição de Circulação em São Paulo. | 3 |
| Figura 1.2 - Veículos autorizados a circular na ZMRC | 4 |
| Figura 1.3 - Atividades passíveis de receber autorização especial | 4 |
| Figura 1.4 - Localização da ULA Piloto..... | 5 |
| Figura 1.5 - Localização de 108 lojas MME no município de São Paulo..... | 6 |
| Figura 2.1 - Evolução do conceito de lojas de bairro | 10 |
| Figura 2.2 - Localização dos CDs que atendem as lojas do MME..... | 11 |
| Figura 2.3 - Foto ilustrativa da fachada do Minimercado Extra | 12 |
| Figura 2.4 - Foto ilustrativa da disposição de produtos nas prateleiras | 12 |
| Figura 2.5 - Leiaute ilustrativo de lojas MiniMercado Extra | 12 |
| Figura 2.6 - Distribuição percentual média das categorias de produtos vendidos nos MME em 2012..... | 13 |
| Figura 2.7 - Concorrência MME e DIA | 14 |
| Figura 3.1 - Histograma de ocupação geral dos veículos que atendem MME..... | 18 |
| Figura 3.2 - Histograma de horários início de recebimento..... | 18 |
| Figura 3.3 - Histograma de horários término de recebimento | 19 |
| Figura 3.4 - Janela de recebimento possível lojas MME | 19 |
| Figura 3.5 - Foto de caixa azul | 20 |
| Figura 3.6 - Foto de rolltainer | 20 |
| Figura 3.7 - Foto de abastecimento de prateleira utilizando rolltainer | 20 |
| Figura 3.8 - Histograma tempo de descarregamento | 21 |
| Figura 3.9 - Total de Vendas MME 2012 | 24 |
| Figura 3.10 - Correlação entre densidade populacional, área de vendas, valor de vendas e perfil atendido | 26 |
| Figura 4.1 - Processo de chegada veículos de transferência..... | 28 |
| Figura 4.2 - Processo de chegada veículos de distribuição | 29 |
| Figura 4.3 - Parâmetros entrada docas | 32 |
| Figura 4.4 - Parâmetros entrada lojas..... | 32 |
| Figura 4.5 - Distribuição de probabilidade número de lojas..... | 33 |
| Figura 4.6 - Parâmetros entrada transferência | 33 |
| Figura 4.7 - Parâmetros entrada distribuição | 34 |
| Figura 4.8 - Leiaute tipo 1 de posicionamento de rolltainers | 37 |
| Figura 4.9 - Leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers | 37 |
| Figura 4.10 - Configuração fila recebimento..... | 40 |
| Figura 4.11 - Acostamento Doca Recebimento..... | 41 |
| Figura 4.12 - Configuração fila expedição | 42 |
| Figura 4.13 - Acostamento Doca Expedição..... | 43 |
| Figura 5.1 - Histograma demanda total | 45 |
| Figura 5.2 - Histograma ocupação último veículo de transferência | 46 |
| Figura 5.3 - Histograma tempo de operação da transferência | 46 |
| Figura 5.4 - Histograma ocupação doca recebimento pelos veículos de transferência | 47 |
| Figura 5.5 - Histograma número de viagens de distribuição | 48 |
| Figura 5.6 - Histograma tempo operação distribuição | 49 |
| Figura 5.7 - Histograma ocupação da doca de recebimento pelos veículos de distribuição | 50 |
| Figura 5.8 - Histograma ocupação da doca de expedição pelos veículos de distribuição | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.9 - Histograma área interna máxima..... | 51 |
| Figura 5.10 - Histograma área externa média..... | 52 |
| Figura 5.11 - Histograma área total | 52 |
| Figura 5.12 - Acréscimo de área com aumento do número de lojas | 56 |
| Figura 6.1 - Custo direto transferência | 62 |
| Figura 6.2 - Procedimento custo variável total | 62 |
| Figura 6.3 - Custo direto distribuição..... | 63 |
| Figura 6.4 - Custo total da operação | 63 |
| Figura 6.5 - Custos sistema com ULA | 64 |
| Figura 6.6 - Estimativa lucro da transportadora | 64 |

Um produto não é um produto a não ser que seja vendido. Do contrário, é apenas uma peça de museu.

Theodore Levitt

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo propor e desenvolver uma metodologia de análise do sistema de abastecimento de lojas de um segmento do setor varejista de alimentos no município de São Paulo. Mais especificamente, pretende-se avaliar a implantação de uma unidade de logística avançada (ULA) nesse ambiente urbano, no contexto de abastecimento de lojas da bandeira MiniMercado Extra (MME), que pertence ao Grupo Pão de Açúcar (GPA).

A ULA se caracteriza por ser um ponto de transferência de carga (sem estocagem) entre os Centros de Distribuição (CDs), onde são armazenados os produtos entregues pelos fornecedores, e as lojas, onde os mesmos são comercializados. A ULA surge como uma alternativa para suportar o aumento do número de lojas do MME, que não podem ser abastecidas diretamente pelos CDs atuais, de forma a assegurar o nível de serviço em termos de garantia de disponibilidade de produto e reduzir o custo logístico total.

A análise do sistema de abastecimento das lojas do MME foi feita a partir de dados fornecidos pelo GPA e, em conjunto com visitas técnicas realizadas a uma ULA piloto que está em operação desde abril de 2013, servem de base para o desenvolvimento de um modelo de dimensionamento de uma ULA. Esse modelo simula a operação da ULA com base em uma série de parâmetros, gerando dados para a avaliação da implantação de uma ULA futura ou dos impactos de mudanças na operação da ULA piloto.

Os parâmetros de entrada considerados para o dimensionamento da ULA estão relacionados com a demanda das lojas atendidas, sua estrutura (tipo e quantidade de docas) e veículos (tipo, quantidade e programação de chegada na ULA) tanto para a transferência de produtos dos Centros de Distribuição, como para a distribuição para as lojas do MME.

A partir desses parâmetros é possível obter a área total para a operação da ULA e estimar tempos de fila, ociosidade das docas e duração da operação. Essas informações permitem o entendimento da operação de abastecimento do MME e podem servir de base para tomadas de decisão estratégica, tática e/ou operacional, como por exemplo, a construção de uma nova ULA, definição de horários de chegada de veículos e definição de procedimentos administrativos.

Além disso, analisou-se os custos do sistema de abastecimento por meio da ULA com um modelo determinístico que calcula os custos diretos e indiretos das operações de transferência (trajeto CD-ULA) e distribuição (trajeto ULA-Lojas).

1.2 Delimitação Geográfica

O MME possui 153 lojas espalhadas pelo estado de São Paulo. Contudo, para este estudo são analisadas apenas as lojas localizadas no município de São Paulo. Os demais municípios no qual as lojas do MME estão presentes são: Caraguatatuba, Santos, Guarujá, Campinas, Hortolândia e Jaguariúna (fonte: Grupo Pão de Açúcar).

Segundo o Censo 2010, realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o Município de São Paulo possui 11.253.503 habitantes e pelo fato de ser um centro urbano com número superior a dez milhões de habitantes é considerado, de acordo com a ONU, uma megacidade. Além disso, representa o 10º maior PIB do mundo, o que equivale a 36 % de toda a produção de bens e serviços de seu estado.

Sendo assim, São Paulo possui diversas complexidades relacionadas ao funcionamento de empresas em termos logísticos, como por exemplo: restrições de circulação de veículos, congestionamento em horários de pico, dificuldades de estacionamento, espaços escassos para alocação de instalações e problemas de segurança.

Para a cidade funcionar é necessário permitir o deslocamento de pessoas para diversos fins: trabalhar, ir à escola, ao médico, cinema, lazer, entre outros motivos. Porém, as mercadorias também precisam circular para abastecer esses estabelecimentos, serviços precisam ser prestados e, de imediato, nota-se o grande conflito na disputa pelo uso do sistema viário, veículos de carga contra os demais veículos.

Dentro desse cenário, em que os conflitos de trânsito revelam um espaço viário que cresceu em menor proporção que a frota de veículos, a ordenação da circulação de pessoas e bens dentro da cidade tem sido um desafio para o poder público.

A cidade precisa ser abastecida, e isso é feito basicamente por caminhões. Restrições ao trânsito desses veículos em determinados horários do dia foram sendo implantadas nas principais avenidas do município de São Paulo e em áreas com concentração de núcleos de comércio e serviços.

Em 1979, com os estudos do PROCAM, - Programa de Caminhões - que estabeleceu rotas de passagem e áreas de interesse de caminhões, as questões relativas ao tráfego de caminhões já haviam sido abordadas dentro da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). Algumas rotas chegaram a ser sinalizadas. Em 1982 foi estabelecida uma regulamentação restringindo o caminhão por Peso Bruto Total (PBT). As dificuldades de fiscalização tornaram a medida ineficaz.

Em 1986 foi escolhida uma área nas proximidades do bairro dos Jardins, em São Paulo, com grande concentração de atividades e diversos usos, para se implantar uma medida que reduzisse os conflitos de trânsito. A solução proposta foi a de restringir o trânsito dos veículos de carga, no período diurno, na região delimitada pelas Avenidas Paulista, Brigadeiro Luís Antônio, Brasil e Rebouças. Foi denominada de Zona de Máxima Restrição de Circulação (ZMRC) pela CET.

Em 1995 houve a criação de um veículo alternativo, o Veículo Urbano de Carga (VUC), um caminhão de menor porte que pudesse servir de alternativa aos transportadores nos locais com restrição. Caracteriza-se por ser um veículo apropriado ao transporte de carga, com características semelhantes às de um automóvel, que apresentasse desempenho operacional compatível com as necessidades de uma área com muitos conflitos de uso em suas vias.

Nos anos de 1998, 2007 e 2008, a ZMRC foi ampliada. A Figura 1.1 mostra a atual área de restrição com 100 km² de abrangência, o período de proibição ao trânsito de caminhões é das 5 h às 21 h durante os dias úteis da semana e das 10 h às 14 h aos sábados, por meio da Lei 14.751-08, Decreto nº 53.149/12. Aos domingos e feriados o trânsito dos caminhões é liberado nessa área. Os VUCs estão liberados por período integral na ZMRC, desde que devidamente cadastrados. A Figura 1.2 e a Figura 1.3 mostram os veículos autorizados e os com autorização

especial para circular dentro da ZMRC (art. 29, inc. VII - Código de Trânsito Brasileiro). Pode-se perceber que as exceções estão relacionadas principalmente com a realização de serviços públicos e obras de construção civil (fonte: CET: Disponível em <<http://www.cetsp.com.br>> Acesso em: 14 de novembro de 2013).



Legenda:

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | Mini Anel Viário - Área de Rodízio |  | ZMRC |
|  | Via Estrutural Restrita - VER Proibido o trânsito de caminhões: - de 2ª a 6ª feira... das 05h às 21h - aos sábados..... das 10h às 14h (EXCETO FERIADOS) |  | Vias Estruturais Restritas - VER (previstas na Portaria SMT.G nº 137/11) Proibido o trânsito de caminhões: - de 2ª a 6ª feira das 05h às 21h - aos sábados das 10h às 14h (EXCETO FERIADOS) |
|  | Vias Estruturais Restritas - VER Proibido o trânsito de caminhões: - de 2ª a 6ª feira das 05h às 21h e sábados das 10h às 14h |  | Vias Estruturais Restritas - VER (previstas na Portaria SMT.G nº 025/12) Proibido o trânsito de caminhões: - de 2ª a 6ª feira das 05h às 09h das 17h às 22h - aos sábados das 10h às 14h (EXCETO FERIADOS) |
|  | Via Estrutural Restrita - VER (prevista na Portaria SMT.G nº 137/11) Proibido o trânsito de caminhões: - de 2ª a 6ª feira das 04h às 22h - aos sábados das 10h às 14h (EXCETO FERIADO) | | |

Figura 1.1 - Zona de Máxima Restrição de Circulação em São Paulo.

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego

| Autorizados | |
|---------------------|---|
| em período integral | Veículo Urbano de Carga - VUC Cobertura Jornalística (links e/ou geradores) Correios Serviços de Urgência (bombeiro, polícia, fiscalização/operação de trânsito e ambulâncias) Serviço Emergencial de Sinalização de Trânsito (*) Obras e Serviços de Emergência até 48h da comunicação ao órgão de trânsito Socorro Mecânico de Emergência (guincho) |
| das 05h às 16h | Coleta de Lixo Concretagem Remoção de Terra em Obras Civis |
| das 10h às 16h | Prestação de Serviços Públicos Essenciais Remoção de Entulho e Transporte de Caçamba Transporte de Produtos Perigosos de Consumo Local (com até 2 eixos traseiros) |
| das 10h às 20h | Transporte de valores |

Figura 1.2 - Veículos autorizados a circular na ZMRC

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego

| Com Autorização Especial | |
|--|---|
| Os setores cujas atividades estão abaixo relacionadas podem receber Autorização Especial para o trânsito na região da ZMRC, conforme prevê a legislação específica. | |
| em período integral | Acesso a estacionamento próprio Obras e Serviços de Emergência entre 48h e 15 dias da comunicação ao órgão de trânsito |
| das 05h às 12h | Transporte de Produtos Alimentícios Perecíveis |
| das 05h às 16h | (**) Concretagem-Bomba Feiras-Livres Mudanças Obras e Serviços de Infraestrutura Urbana |

Figura 1.3 - Atividades passíveis de receber autorização especial

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego

1.3 Setor Varejista de Alimentos e Desafios do GPA

De acordo com Ballou (2007), a distribuição física absorve quase dois terços dos custos logísticos totais. Desta forma, o correto controle dos custos logísticos torna-se uma ferramenta de suma importância para as empresas obterem vantagem competitiva, em especial a parte de mobilidade de cargas, possibilitando maior margem de aumento do nível de serviço e redução dos custos de operação.

Soma-se também o fato de que as empresas possuem suas próprias características de operação, por exemplo: existência de múltiplos Centros de Distribuição, diferentes tipos de produtos e distintos níveis de disponibilidade de produtos para o consumidor final.

Particularmente no mercado de varejo, os custos podem ser reduzidos significativamente com um incremento na melhoria do processo de distribuição física de produtos, acarretando o aumento de lucro para a empresa e/ou a diminuição do preço de venda para o consumidor.

O GPA planeja uma expansão agressiva da bandeira MiniMercado Extra, tendo como objetivo chegar a 2015 com o sêxtuplo de lojas espalhadas pelo Estado de São Paulo em relação a 2012. Tal expansão não seria suportada pelo sistema de abastecimento atual, pois os Centros de Distribuição se tornariam inoperantes com a capacidade de suas instalações físicas atuais.

Sendo assim, o GPA optou por construir uma ULA piloto dentro do Extra Hipermercado Penha como forma de viabilizar seu plano de expansão. Essa localização foi escolhida pelo fato de possuir cerca de 1.000 m² de fundo de loja livres e a presença de 23 lojas do MME em um raio de até 15 km conforme pode ser observado na Figura 1.4 (nesta imagem o GPA possuía 129 lojas do MME no Estado de São Paulo).

A escolha do raio de 15 km para delimitar as lojas que poderiam ser atendidas pela ULA piloto está relacionada com o fato de viabilizar uma negociação de frete que contemplasse mais de 2 giros com o mesmo veículo.



Figura 1.4 - Localização da ULA Piloto

Fonte: Grupo Pão de Açúcar

A operação da ULA piloto iniciou-se em maio de 2013 atendendo, inicialmente, aquelas 23 lojas do MME. Paulatinamente, seus processos foram aperfeiçoados, adaptando o leiaute para armazenar mais produtos e prosseguiu englobando outras lojas, totalizando, em agosto de 2013, 40 lojas do MME (1 localizada em Santo André). Ou seja, 36 % das lojas do MME na cidade de São Paulo já são atendidas pela ULA piloto.

Para analisar a localização das lojas do MME foi elaborado um mapa de calor (Figura 1.5) que mostra 108 lojas no município de São Paulo (Agosto/2013), demonstrando a área de influência em azul das lojas atendidas diretamente pelos CDs e, em amarelo, das lojas atendidas pela ULA piloto.

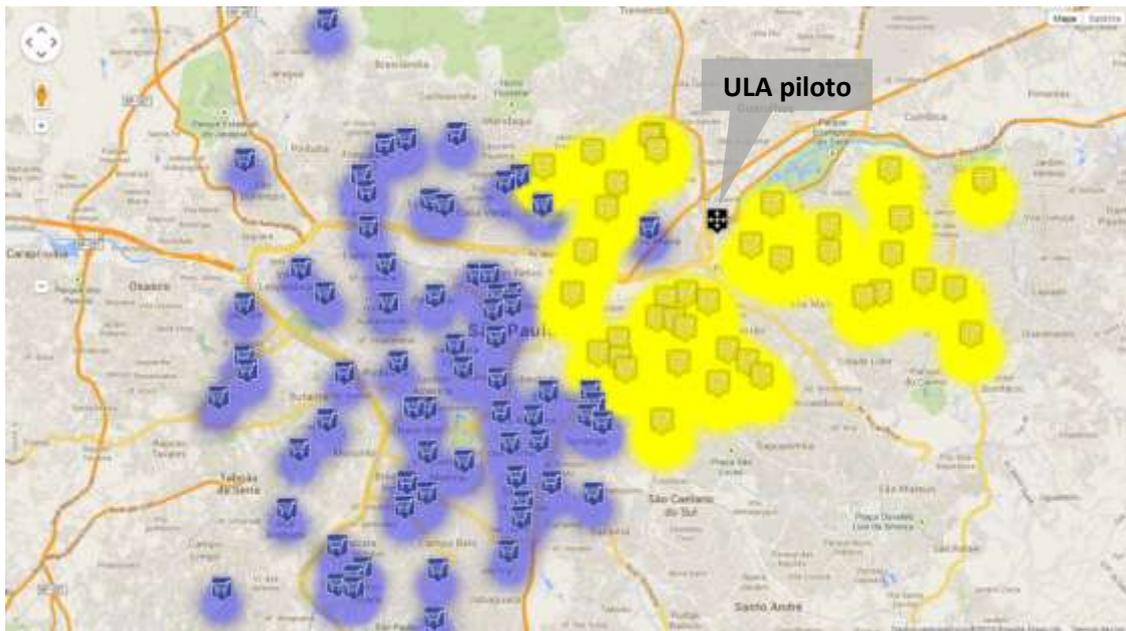


Figura 1.5 - Localização de 108 lojas MME no município de São Paulo

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com dados fornecidos pelo GPA

Com essa configuração, a distância média de atendimento, considerando a distância real entre cada loja atendida pela ULA e a mesma, utilizando o google maps, é cerca de 9,6 Km. A loja mais próxima da ULA está a uma distância de 4,2 Km e a mais distante está a, aproximadamente, 17,9 Km. De qualquer forma, a loja mais distante situa-se em um raio de 7,6 Km da ULA.

Além disso, percebe-se que para atender as demais lojas do MME, mantendo-se o raio médio de atendimento atual, serão necessárias outras ULAs na cidade de São Paulo. Também faz parte do plano de expansão do GPA levar a bandeira para outros estados do Brasil após a consolidação dessa estrutura em São Paulo.

Lojas de bairro de uma grande rede varejista é um modelo de negócio recente no mercado brasileiro e, por isso, ainda carece de estudos acadêmicos sobre esse tema. Sendo assim, os aspectos acima apresentados motivaram o estudo deste trabalho, ratificando sua relevância e importância no contexto de grandes metrópoles com problemas relacionados ao sistema viário.

1.4 Organização do Texto

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma:

- No capítulo 2 é apresentado o GPA, uma descrição do setor no qual está inserido, um breve histórico de sua formação e uma descrição geral dos formatos de suas lojas. Posteriormente, é descrita a Bandeira MME pelas suas principais características e sua concorrência no setor.
- No capítulo 3 é apresentada uma descrição da operação de abastecimento das lojas da bandeira MME anterior à implantação da ULA piloto.
- No capítulo 4 é apresentado o modelo de simulação por eventos discretos.
- No capítulo 5 são apresentadas análises de diferentes cenários, utilizando-se o modelo de simulação.
- No capítulo 6 é apresentado o modelo de custos, que calcula os custos totais (diretos e indiretos) de uma determinada frota de veículos para atender a operação de transferência e de distribuição.
- No capítulo 7 são apresentadas as considerações finais e sugestões para outros estudos sobre este mesmo tema.
- No Anexo A - Dados Obtidos apresentam-se os dados obtidos junto ao GPA no tocante a lojas, CDs e transporte, os quais subsidiam o estudo.

2 GRUPO PÃO DE AÇÚCAR

2.1 Setor Varejista de Alimentos

O setor varejista brasileiro de alimentos representa cerca de 5,7 % do Produto Interno Bruto do país segundo o IBGE. A pesquisa realizada pela Nielsen, publicada na edição de abril de 2013 da revista SuperHiper, mostra que os supermercados elevaram suas vendas nominais em 8,3 % e que em termos absolutos, em 2012, o setor faturou R\$ 243 bilhões de acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS).

Esse setor é bastante fragmentado, contudo, existe uma grande consolidação, já que as cinco maiores redes de supermercados representaram pouco mais de 52 % do setor varejista de alimentos em 2012. Dentro dessa análise, as vendas brutas consolidadas do líder GPA representaram cerca de 24 % das vendas brutas do total no ano passado. A Tabela 2.1 mostra o faturamento bruto das 5 maiores empresas do setor.

Tabela 2.1 - Faturamento bruto setor varejista de alimentos

| Empresa | UF | Faturamento Bruto em 2012 (Bilhões R\$) | Número de Lojas |
|---------------------|----|--|-----------------|
| Grupo Pão de Açúcar | SP | 57,2 | 1882 |
| Carrefour | SP | 31,5 | 216 |
| Walmart Brasil | SP | 25,9 | 547 |
| Cencosud Brasil | SE | 9,7 | 205 |
| Zaffari e Bourbon | RS | 3,3 | 30 |
| Outros | - | 115,3 | - |
| Total | - | 243,0 | - |

Fonte: Departamento de Economia e Pesquisa da Abras/Redação Portal Abras

Não foram encontrados dados de Faturamento do Supermercado DIA, uma relevante empresa concorrente no segmento do MME, que possibilitasse uma análise mais completa dos principais concorrentes.

Também é importante salientar que o volume de vendas no setor de varejo alimentício aumentou 8,4% em 2012 comparado a 2011, de acordo com uma pesquisa publicada em fevereiro de 2013 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), a renda per capita no Brasil cresceu aproximadamente 2,7% em termos reais durante o período de 12 meses encerrado em janeiro de 2012. Isso ocorreu devido ao maior poder de compra da população brasileira decorrente, sobretudo, do aumento de cerca de 9% do salário mínimo, de R\$ 622,00 em janeiro de 2012 para R\$ 678,00 em janeiro de 2013. O estudo da FGV também mostra uma projeção de crescimento das classes econômicas sociais A e B (renda mais elevada) em cerca de 29,3% até 2014, enquanto espera-se que a classe C (classe média) cresça 11,9%.

O setor tem foco no crescimento da renda per capita, pois as margens de varejo são substancialmente mais restritas quando comparadas a outros setores. Sendo assim, existe uma grande correlação entre a taxa de crescimento da população urbana no Brasil e de seus diferentes níveis de renda com o faturamento do setor.

2.2 Histórico do GPA

Em 1948 o português Valentim dos Santos Diniz inaugurou a Doceria Pão de Açúcar, marco inicial do GPA. O nome é uma homenagem à primeira paisagem admirada por ele em sua chegada de navio ao Brasil. Em 1959 foi inaugurada a Loja 01 da rede de supermercados Pão de Açúcar e após 11 anos, já no final da década de 60, existiam cerca de 60 lojas em 17 cidades.

Em 1971 o Grupo inaugurou o primeiro hipermercado e seguiu expandindo a rede, buscando novas oportunidades de negócio. Foi criada a rede Minibox em 1979 como um conceito de lojas despojadas, com um número reduzido de itens e preços muito competitivos, direcionadas à população de baixa renda. Pode-se entender que a rede Minibox foi a primeira bandeira baseada no conceito de loja de bairro ou vizinhança.

A marca Hipermercado Extra foi criada em 1989 e introduziu-se um novo conceito denominado Unidade Autônoma, em que o gerente geral da loja e sua equipe respondiam por todas as operações: venda e compra de produtos, recrutamento, seleção e formação de sua equipe, manutenção dos equipamentos e também resultados obtidos.

Em 1999 o Grupo francês Cassino tornou-se sócio minoritário com 25% das ações. Logo em seguida, em 2000, houve uma expansão com reforço da estrutura de distribuição e tecnologia com as construções de um novo Data Center, três novos CDs no estado de SP e depósitos regionais no Distrito Federal, em Curitiba e em Fortaleza.

Em 2005 é criada a holding GPA com o nome de Cia. Brasileira de Distribuição. O controle do Grupo passou a ser compartilhado de forma igualitária entre Abílio Diniz e o Grupo Cassino e a partir de 2007 reforçou-se a presença do Extra em outros tipos de loja, lançando o Extra Supermercado e o Extra Fácil. Além disso, ocorreu a associação do Assaí ao grupo, abrangendo, assim, o mercado atacadista e em 2009 ocorreu a aquisição da totalidade de sua operação.

Neste mesmo ano o GPA adquiriu o Ponto Frio e fez associação com a Casas Bahia, colocando o GPA na posição de maior Grupo de Distribuição da América Latina. Nessa ocasião, o GPA teve a preocupação de criar o GPA Malls & Properties aproveitando a sinergia entre os mercados varejista e imobiliário, com o objetivo de prospectar, negociar e viabilizar a implantação de novas lojas, agregando soluções imobiliárias inovadoras.

O conceito da bandeira MiniMercado Extra surgiu em 2011, com a readequação das lojas Extra Fácil e a construção de novas lojas. A bandeira Minibox não se tornou Extra Fácil, mas o conceito de lojas de bairro evoluiu com o lançamento da bandeira Extra Fácil e finalmente houve uma readequação do Extra Fácil com a nomeação de MiniMercado Extra. A Figura 2.1 mostra essa evolução (fonte: GPA: Histórico. Disponível em: <<http://www.grupopaodeacucar.com.br/o-grupo/nossa-historia/>>. Acesso em: 22 de junho de 2013).



Figura 2.1 - Evolução do conceito de lojas de bairro

2.3 Descrição Geral dos Formatos de Loja do GPA

Atualmente o GPA conta com cerca de 1.882 lojas, abastecidas por 45 Centros de Distribuição localizados em 11 Estados, operando sob os seguintes formatos e bandeiras (fonte: GPA: Nossas Marcas. Disponível em: <<http://www.grupopaodeacucar.com.br/nossas-marcas/pao-de-acucar.htm>>. Acesso em: 15 de novembro de 2013):

- Pão de Açúcar: consiste no supermercado de vizinhança, que tem como característica oferecer sortimento diferenciado de produtos e serviços, voltados para as classes A e B. A bandeira também opera a Drogeria Pão de Açúcar;
- Extra: é constituída pelos seguintes formatos - Extra Hiper, Extra Supermercado e MiniMercado Extra. Possui também drogeries e postos de combustível. O Extra Hiper oferece, em um único local, ampla variedade de produtos alimentícios e não alimentícios, desde eletroeletrônicos, eletrodomésticos e informática, até roupas, itens para o carro, para a casa e para animal de estimação. Neste formato também é possível encontrar serviços como drogeria, posto de combustível, galeria com lojas e restaurantes. Já o formato Extra Supermercado oferece sortimentos como açougue, padaria, além de utensílios para a casa e produtos de cama, mesa e banho. Além desses formatos, o MiniMercado Extra é voltado à compra prática, ágil e conveniente para o dia a dia, com destaque para produtos perecíveis;
- Assaí: essa bandeira opera com o formato de atacado de autosserviço. Baixo custo operacional, preços competitivos, sortimento de produtos e volume de mercadorias adequados ao perfil do seu cliente são os principais diferenciais da bandeira. Transformadores, pequenos e médios comerciantes e utilizadores são os principais públicos-alvo do Assaí;
- Casas Bahia: essa rede varejista comercializa eletrodomésticos, eletroeletrônicos, móveis e utilidades e está presente em todas as regiões do Brasil;
- Ponto Frio: é uma das maiores redes de varejo de eletroeletrônicos, eletrodomésticos e móveis. Com foco nas classes A e B, o Ponto Frio trabalha com grande variedade de itens e serviços. A rede está presente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país;

- Barateiro: é uma empresa de comércio eletrônico do Grupo Pão de Açúcar exclusiva para a venda de produtos com pequenas avarias. Comercializa produtos nas categorias de eletroeletrônicos, informática, eletrodomésticos, telefonia, entre outras, com embalagens danificadas ou diferentes da original, arranhões, pequenos riscos, ou amassados;
- Partiu Viagens: loja online disponível para todo o Brasil e opera em parceria com a CVC, oferecendo portfólio de produtos turísticos como passagens aéreas e terrestres, reservas de pousadas, hotéis e resorts, além de pacotes (passagens e reservas), com variedade de destinos nacionais e internacionais;
- Conviva: conceito de Shopping de Vizinhança.

Dentre os 45 CDs do GPA, são utilizados, a fim de atender as lojas do MME e demais bandeiras do grupo no município de São Paulo, os 6 CDs presentes na Figura 2.2: Merceria, Merceria Líquida, Frigorífico, FLV (frutas, legumes e verduras), Não-Alimento e Multicategoria.

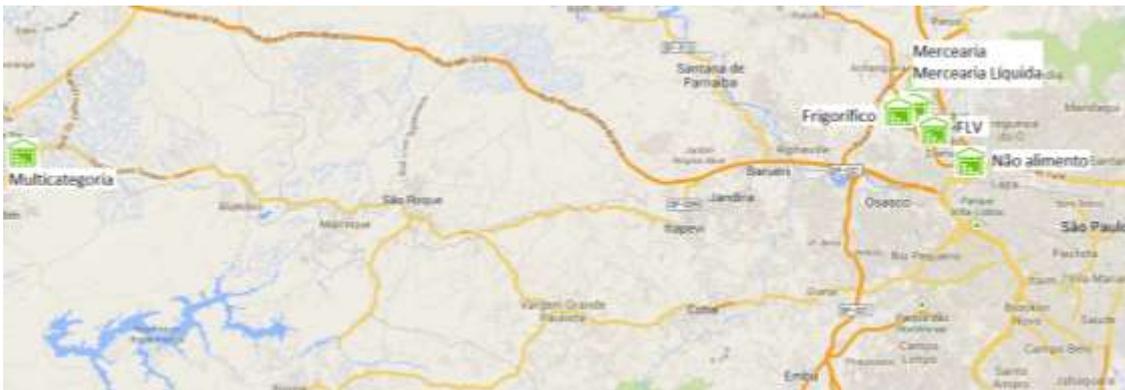


Figura 2.2 - Localização dos CDs que atendem as lojas do MME

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com dados fornecidos pelo GPA

2.4 Bandeira MiniMercado Extra (MME)

2.4.1 Características

Com base em visitas às lojas e em entrevistas com funcionários do GPA, avaliou-se que os clientes das lojas dessa bandeira geralmente têm o seguinte perfil:

- Buscam conveniência em suas compras como: tempo de fila, tempo de viagem e tempo de compra reduzidos;
- Compram em pequena quantidade e podem ir à loja a pé;
- Compram para consumo imediato, por exemplo: frutas, congelados e refrigerantes.

Esse tipo de loja localiza-se, preferencialmente, próxima às residências ou aos locais de trabalho do consumidor, para que o deslocamento até a loja seja o menor possível. Não possui

muita variedade de marcas, aproximadamente três por produto, apesar de possuir uma diversidade média de 4.500 itens. A área é reduzida, sua maior parte é destinada à exposição de produtos para o consumidor e seu espaço é o mínimo necessário para o baixo estoque com o qual as lojas operam (fonte: Grupo Pão de Açúcar).

Além disso, uma característica relevante do MME é o fato de seus funcionários serem polivalentes, ou seja, todos são treinados para atender no caixa, auxiliar o recebimento de mercadorias e realizar a disposição das mercadorias nas prateleiras.

A Figura 2.3 ilustra a fachada de uma loja. A Figura 2.4 ilustra a disposição dos produtos oferecidos em prateleiras. Um leiaute ilustrativo das lojas MME é apresentado na Figura 2.5.



Figura 2.3 - Foto ilustrativa da fachada do Minimercado Extra



Figura 2.4 - Foto ilustrativa da disposição de produtos nas prateleiras

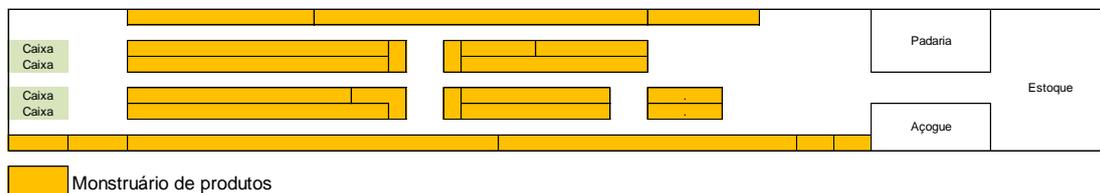


Figura 2.5 - Leiaute ilustrativo de lojas MiniMercado Extra

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Abaixo estão listadas as principais categorias de produtos do MME, com alguns exemplos de itens pertencentes a cada uma delas:

- **Líquida:** refrigerante, alcoólicos, sucos, vinho, cerveja;
- **Mercearia Complementar:** chá, vinagre, biscoitos, enlatados, molhos, chocolate, geleias, mistura de bolo;
- **Perecível Complementar:** chickenitos de frango, bacon de lombo, cream cheese, massa de pizza de frigideira, margarina, pão de queijo, lasanha, queijo provolone;
- **Mercearia Básica:** azeite, óleo de soja, leite em pó, café em pó, arroz, feijão, açúcar, sal, café torrado;
- **Padaria e Rotisserie:** patê, mousse de chocolate, croissant, donuts, mistura para bolo, batata palha, goiabada lisa, pão de forma, farinha de trigo;

- **Limpeza e Descartáveis:** sabão em pó, detergente, veja, saco de lixo, desinfetante, pano, esponja;
- **Frutas, Legumes e Verduras (FLV):** maçã, laranja, jaca, repolho, beterraba, abobrinha, vagem, cenoura;
- **Carnes:** frango, costela suína, lombo suíno, pernil suíno, fígado bovino, file mignon bovino;
- **Perfumaria:** desodorante, shampoo, condicionador, hidratante, repelente, bucha vegetal, sabonete, creme de barbear;
- **Arrumação e FVM:** pilha, lixa de madeira, saboneteira, fruteria, porta talher, cortina para box, acendedor, tapete, varal, cabide;
- **Pet e Jardim:** ração para gato, ração para cachorro, biscoitos de cachorro, comedouro, areia para gato, osso;
- **Peixaria:** pescadinha, postas de cação, filé de linguado, filé de abadejo, lula em anéis, filé de tilápia, corvina inteira; e
- **Cultura:** livro, caderneta, papel de presente, borracha, estojo, tesoura, DVD.

A Figura 2.6 mostra a distribuição percentual média das categorias de produtos vendidos pelos MME para o ano de 2012.

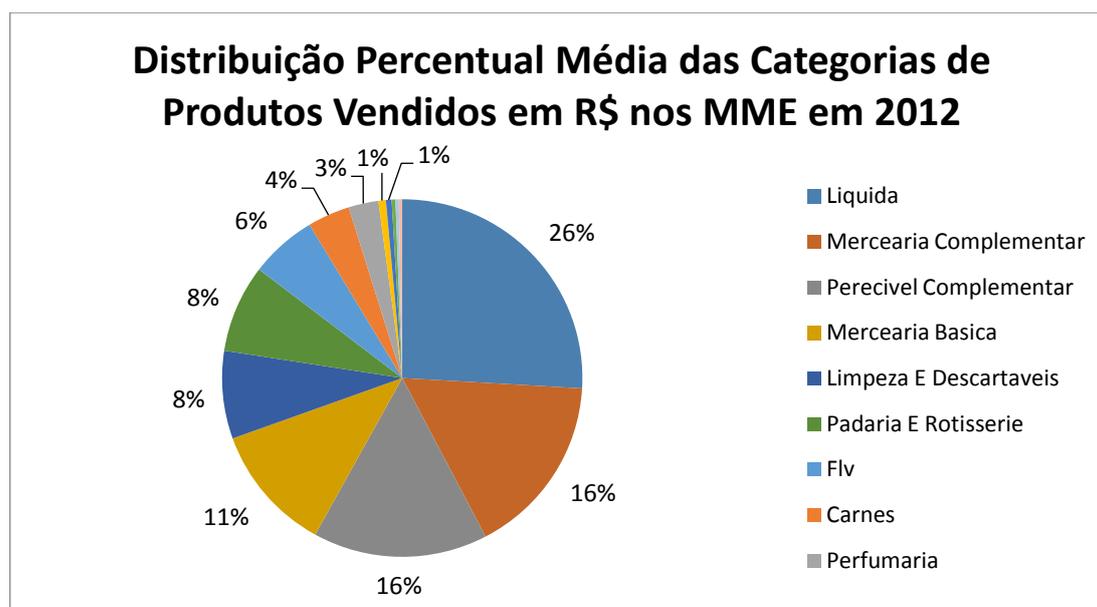


Figura 2.6 - Distribuição percentual média das categorias de produtos vendidos nos MME em 2012

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com dados fornecidos pelo GPA

2.4.2 Concorrência

As maiores redes de supermercado concorrentes do GPA no Brasil, como Carrefour, Walmart e Supermercado DIA atuam também com bandeiras formatadas com o conceito de lojas de bairro que são, respectivamente: Carrefour Bairro, TodoDia e DIA.

O Carrefour Bairro conta com cerca de 50 lojas distribuídas no Distrito Federal, Minas Gerais e São Paulo. Procura disponibilizar uma grande variedade de FLV, padaria, bolos e tortas, além de açougue, mantendo a mesma qualidade de suas outras bandeiras. (fonte: Carrefour Bairro: Disponível em: <<http://www.carrefourbairro.com.br/index.php/home>>. Acesso em: 20 de novembro de 2013).

O TodoDia possui 180 lojas localizadas nos estados da Bahia, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Maranhão, Sergipe, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As lojas dessa bandeira são focadas nas comunidades das classes C, D e E e situadas em bairros mais distantes dos grandes polos comerciais. Possuem diversidade de até 4.000 produtos com foco em alimentos e itens de higiene e limpeza, mas incluem também açougue, padaria, hortifruti, eletrodomésticos, telefonia celular, farmácia e serviços. A área de vendas das lojas varia de 400 m² a 2.200 m² e são definidas de acordo com as necessidades específicas de cada região (fonte: Supermercado TodoDia: Disponível em: <<http://www.mercadotododia.com.br/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2013).

O modelo de atuação do DIA, denominado “Hard Discount”, tem como principais características a otimização de custos em toda a cadeia logística, preços significativamente mais baixos que os da concorrência, organização enxuta, lojas de bairro com até 1.000 m² e produtos de marca própria. O DIA possui cerca de 500 lojas, presentes no Estado de São Paulo e Rio Grande do Sul. (fonte: Supermercado DIA: Disponível em: <<http://www.dia.com.br/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2013).

A Figura 2.7 mostra a localização no município de São Paulo de 108 lojas do MME (em azul) junto com 165 lojas do Supermercado DIA (em vermelho). Dessa forma, pode-se perceber que na maioria das localidades, as lojas estão próximas e devem competir diretamente pela captura de clientes por possuírem perfis similares. Contudo, também observa-se que ainda existem regiões da cidade nas quais não há presença do MME e regiões em que apenas a loja do concorrente está presente, isso pode significar oportunidades de crescimento e expansão de mercado para o GPA.

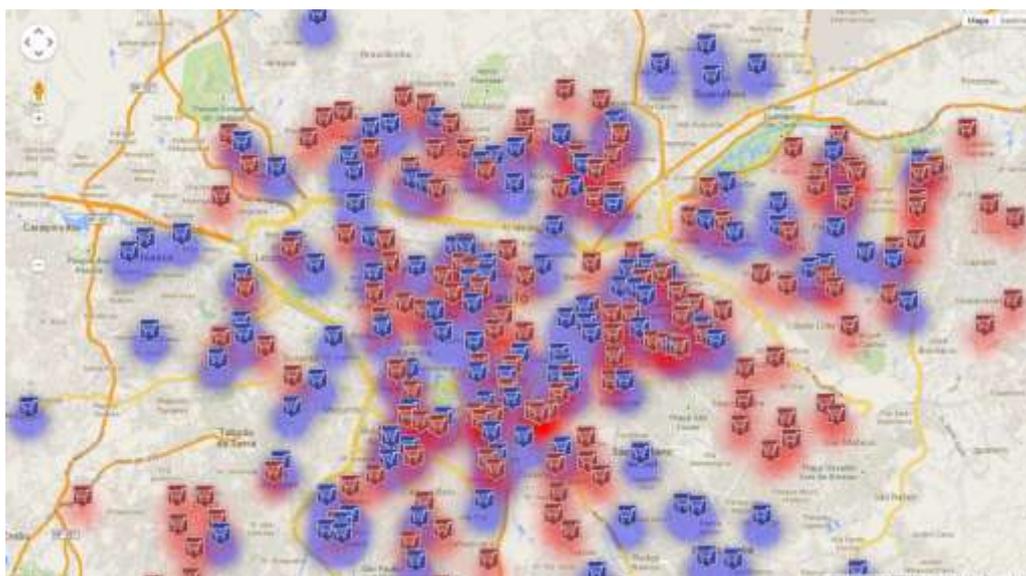


Figura 2.7 - Concorrência MME e DIA

Fonte: Desenvolvido pelos autores

3 OPERAÇÃO DA BANDEIRA MME

As características do MME, conforme apresentadas anteriormente na seção 2.4.1, condicionam algumas particularidades para o seu abastecimento. Pelo fato de suas lojas estarem localizadas, preferencialmente, próximas às residências e às áreas de trabalho também estão inseridas na ZMRC e, como não funcionam durante a madrugada, o uso do VUC torna-se imprescindível para garantir o atendimento das mesmas.

Contudo, o uso desse veículo acaba sendo uma grande preocupação do ponto de vista do CD, pois a distância média entre o CD e as lojas e a baixa capacidade do VUC gera a necessidade de um maior número de veículos, o que, por sua vez, aumenta o custo com frete e reduz a capacidade de atendimento do CD.

A maioria das lojas não possui um espaço reservado para o estacionamento de veículos de carga devido à área reduzida com a qual opera. Dessa forma, pode haver uma grande dificuldade para o veículo de carga que vai abastecer a loja estacionar próximo para efetuar o desembarque dos *rolltainers*. Além disso, o tempo de desembarque está relacionado à disponibilidade dos funcionários polivalentes da ULA. Muitas vezes isso também acaba aumentando o tempo de ciclo do veículo que fica ocioso até poder ser descarregado.

Por fim, o baixo estoque com o qual as lojas operam faz com que os pedidos realizados para reposição de produtos sejam diários para FLV e com frequência média de 2 dias para as demais categorias.

Sendo assim, para o desenvolvimento do modelo de dimensionamento da ULA faz-se uma análise do sistema de abastecimento do MME sem a implantação da ULA, utilizando-se dados de transporte, vendas das lojas e expedições dos CDs de 60 lojas do município de São Paulo que funcionaram durante todo o ano de 2012. Para essas análises são desconsiderados os CDs Multicategoria e Não-Alimento devido à baixa expressividade de venda que possuem. Os dados obtidos junto ao GPA estão descritos no Anexo A - Dados Obtidos.

3.1 Sistema de Abastecimento

O sistema de abastecimento do GPA geralmente pode ser definido como aquele em que o veículo é carregado em algum dos seus CDs com mercadorias destinadas a diversas lojas e executando um roteiro de entregas predeterminado. Segundo Novaes (2004) esse tipo de operação denomina-se Distribuição “um para muitos”, ou “compartilhada”.

O GPA possui uma abrangente malha logística com CDs estrategicamente localizados pelo Brasil. A Figura 2.2 mostrou a localização dos seis CDs que atendem as lojas do MME: Mercaria, Mercaria Líquida, Frigorífico, FLV (frutas, legumes e verduras), Não-Alimento e Multicategoria.

A distribuição dos produtos é feita por transportadoras terceirizadas. A frota utilizada por essas empresas divide-se em fixa e esporádica (“spot”). A primeira se caracteriza pela existência de veículos dedicados à operação, enquanto a outra é contratada pontualmente para o atendimento de determinada demanda excedente ou eventuais correções de programação.

Com base em tabelas eletrônicas de dados sobre transporte fornecidas pelo GPA foi possível desenvolver as análises que serão descritas a seguir sobre a operação de abastecimento do MME diretamente dos CDs. Foram analisados dados de janeiro a setembro de 2012. Dessa forma, os resultados foram divididos por 9 (meses) para obter-se médias mensais.

Na Tabela 3.1 pode-se observar a predominância da frota fixa em todos os CDs que atendem o MME.

Tabela 3.1 - Distribuição de contratação da frota para cada CD

| | Mercearia | | Mercearia Líquida | | FLV | | Frigorífico | |
|------------|-------------|-----|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
| | viagens/mês | | viagens/mês | | viagens/mês | | viagens/mês | |
| Fixa | 486 | 98% | 300 | 99% | 513 | 92% | 152 | 93% |
| Esporádica | 10 | 2% | 4 | 1% | 45 | 8% | 12 | 7% |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Observou-se, ao analisar o dado bruto, que a frota spot possui veículos com diversas capacidades, apesar de serem considerados como do mesmo tipo. Logo, pelo fato da frota fixa ser predominantemente utilizada nos CDs que abastecem as lojas do MME, destacaram-se as capacidades dos veículos apenas desse tipo de frota, conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Tipos e capacidades de veículos utilizados pelo GPA

| Tipo de Veículo | Capacidade | |
|-----------------|------------|--------------------------|
| | Peso [kg] | Volume [m ³] |
| Van | 1.800 | 6 |
| Utilitário | 2.200 | 8 |
| VUC | 2.000 | 8 |
| Leve | 3.000 | 14 |
| Toco | 6.000 | 23 |
| Truck | 12.000 | 27 |
| Carreta | 24.500 | 51 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

A distribuição física dos produtos que atendem as lojas do MME pode ser exclusiva ou compartilhada com as demais lojas do GPA. A Tabela 3.3 mostra a proporção de viagens exclusivas das lojas do MME com as que atendem também outras lojas do grupo.

Tabela 3.3 - Distribuição de viagens para cada CD

| | Mercearia | | Mercearia Líquida | | FLV | | Frigorífico | |
|---------------|-------------|------|-------------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | viagens/mês | | viagens/mês | | viagens/mês | | viagens/mês | |
| MME+Outros * | 59 | 12% | 26 | 9% | 148 | 27% | 90 | 55% |
| MME apenas ** | 438 | 88% | 279 | 91% | 410 | 73% | 74 | 45% |
| Total MME *** | 496 | 100% | 305 | 100% | 558 | 100% | 164 | 100% |

*MME+Outros = viagens que atenderam a bandeira MME e pelo menos outra bandeira do GPA, entre janeiro e setembro de 2012.

**MME apenas = viagens que atenderam exclusivamente a bandeira MME, entre janeiro e setembro de 2012.

***Total MME = somatória das viagens que atenderam a bandeira MME, entre janeiro e setembro de 2012.

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Pode-se observar que os CDS de mercearia, mercearia líquida e FLV possuem proporções acima de 70 % de viagens exclusivas, o que está coerente com o perfil da categoria de tipo de produto vendido no MME devido à alta porcentagem de vendas desses produtos em relação aos demais, de acordo com a Figura 2.6 apresentada anteriormente. Com relação ao CD de produtos frigoríficos, a proporção é mais equilibrada, pois a demanda desse tipo de produto não permite o aproveitamento de uma viagem exclusiva para lojas do MME em grande parte dos casos.

3.1.1 Fluxo de Informações e Produtos do MME

O fluxo de abastecimento das lojas MME inicia-se com a requisição de mercadoria pela loja, que deve ser feita até às 12 horas, por um sistema integrado de pedidos com a área do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Em seguida, o pedido é processado tendo como base seu volume e peso e, até às 14 horas, o PCP faz o planejamento das rotas.

Esse processamento de informações é feito pelo software “Transport Management System Oracle” (TMS) que gera como resultado a necessidade de frota e a programação das cargas (informação referente aos produtos que cada loja solicitou e o veículo em que serão alocados).

Isso é feito com base nos seguintes fatores:

- Capacidade dos veículos disponíveis;
- Demanda solicitada pelas lojas;
- Restrição de circulação de veículos no município de São Paulo;
- Tempo de descarregamento nas lojas; e
- Disponibilidade de parada do veículo próximo à loja.

A Figura 3.1 representa o histograma da ocupação, em volume (m³), dos veículos que abasteceram as lojas do MME de janeiro a setembro de 2012. Este histograma foi obtido dividindo-se o volume de produtos de cada viagem pelo volume nominal do veículo. Pode-se perceber que 80 % dos veículos apresentam uma ocupação inferior a 50 %. Contribuem para essa ocupação o equipamento utilizado (*rolltainer*), pois o volume do equipamento não é totalmente ocupado pela mercadoria, e não se pode empilhar *rolltainers*.

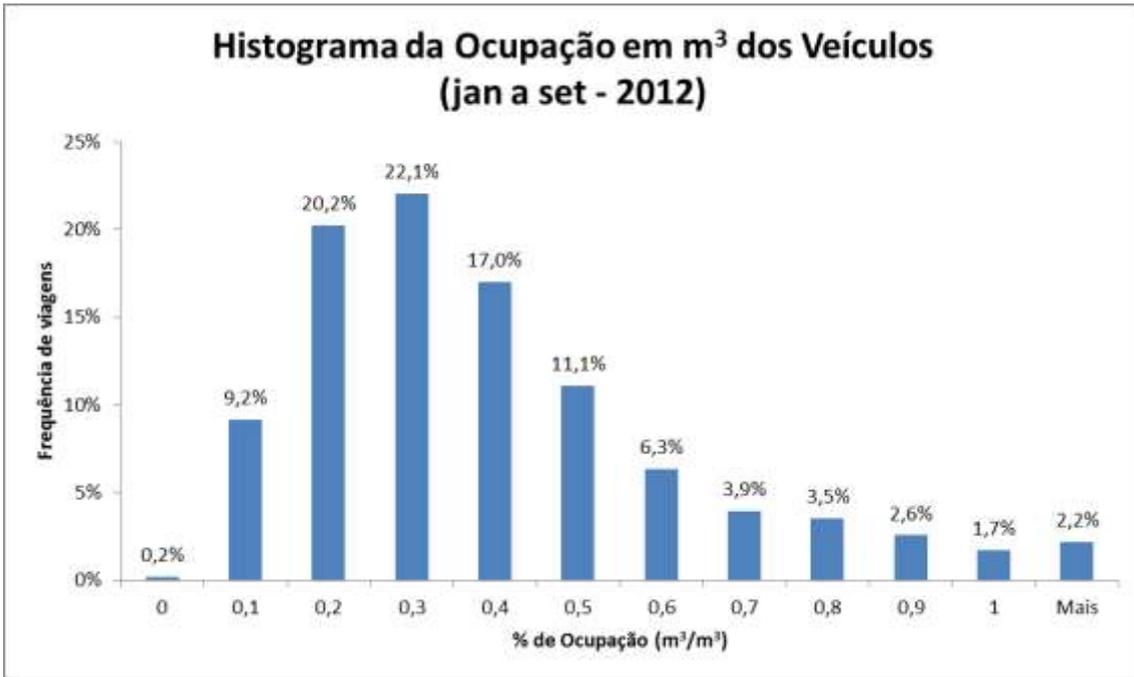


Figura 3.1 - Histograma de ocupação geral dos veículos que atendem MME

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Cada loja do MME estabelece horários de início e término de recebimento e, com base nesses dados, criaram-se os histogramas apresentados na Figura 3.2 e na Figura 3.3.

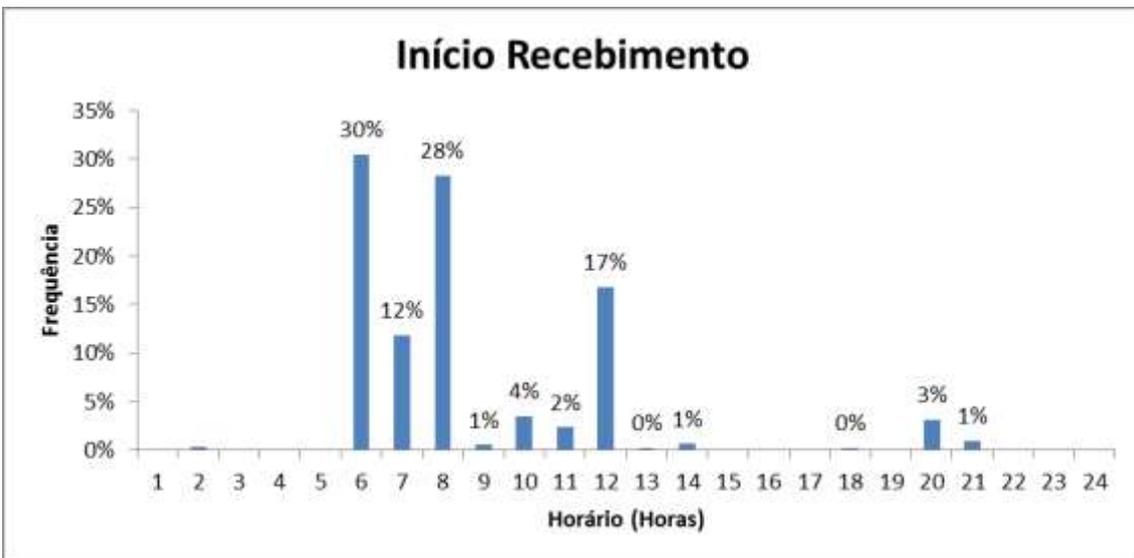


Figura 3.2 - Histograma de horários início de recebimento

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

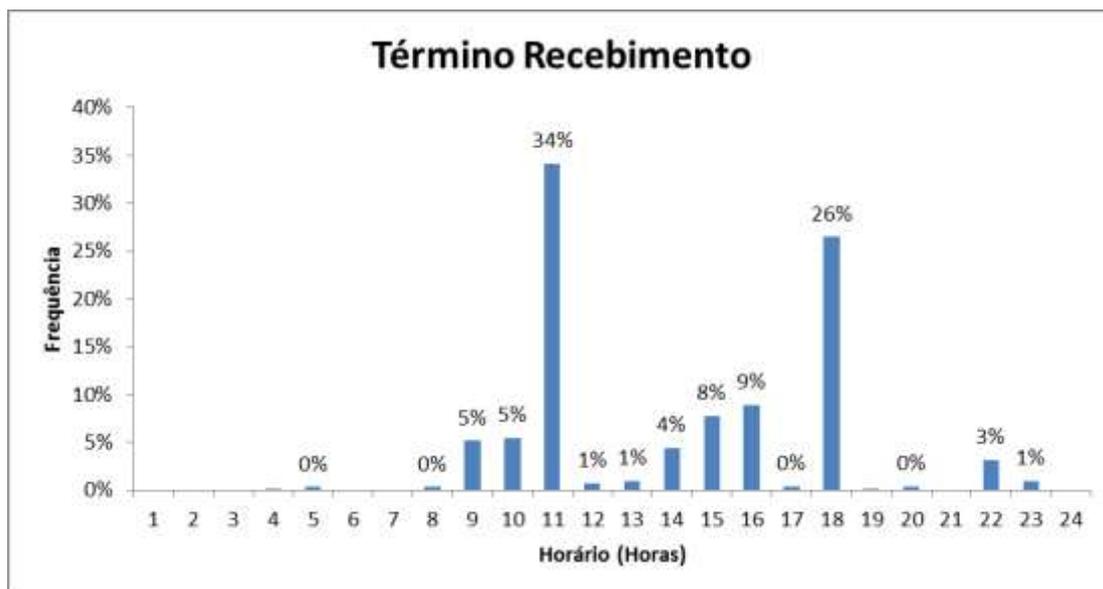


Figura 3.3 - Histograma de horários término de recebimento

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Observa-se que 30% das lojas começam a receber mercadorias às 6 horas e 70% até às 8 horas da manhã. Isso pode ocorrer, pois nesses horários o movimento de clientes ainda é baixo e os funcionários polivalentes da loja teriam maior disponibilidade para ajudar no desembarque de *rolltainers* dos veículos de carga. Para 34% das lojas o recebimento deve ser finalizado até às 11 horas e para 26% até às 18h, isso indica que a maioria das lojas não permitem entregas logo após os períodos de almoço e término de horário comercial, que são provavelmente os momentos de maior pico de clientes.

A partir da mesma base de dados calcula-se a janela de recebimento de cada loja, em horas, subtraindo-se o horário de término pelo de início de cada uma das lojas. O histograma desses dados é apresentado na Figura 3.4.

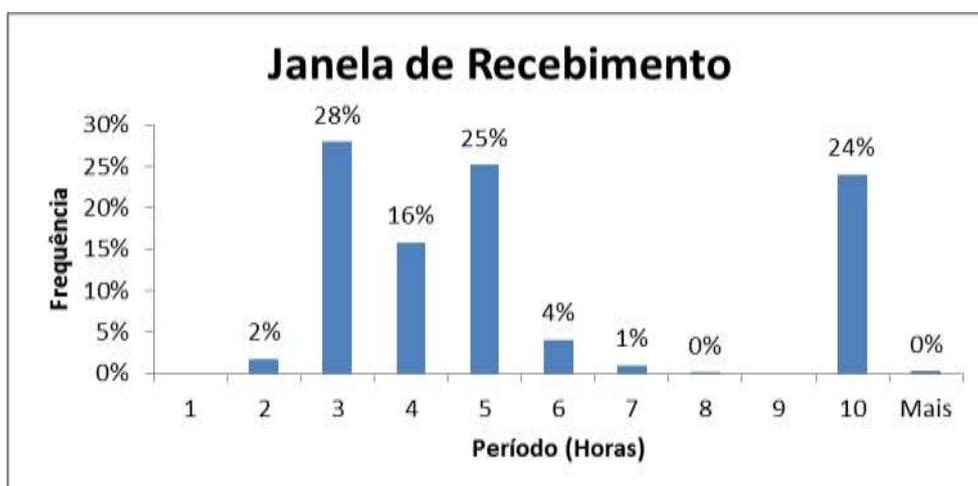


Figura 3.4 - Janela de recebimento possível lojas MME

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Observa-se que 69 % das lojas possuem janelas de recebimento entre 3 e 5 horas. Contudo, deve-se atentar ao tempo de descarregamento do veículo em cada loja, como pode ser observado no histograma da Figura 3.8 que será apresentado posteriormente. Alinhando as duas informações é possível estabelecer o número adequado de lojas a serem incluídas em uma rota sem ultrapassar as janelas de atendimento.

Nota-se que 24 % das lojas possuem janelas de 10 horas de duração, o que permite flexibilidade no planejamento das rotas.

Dessa forma, após a roteirização feita pelo PCP, já é possível fazer a separação de produtos que cada loja solicitou. Isso é feito utilizando um sistema de automação integrado ao TMS conhecido como “picking by voice”, que indica para os funcionários qual produto deve ser retirado informando seu endereço no CD por meio de comandos de voz. O funcionário recebe a informação do corredor, da prateleira e da quantidade do produto a ser retirada e em sequência tem que confirmar a informação por meio de uma senha decodificada por cores que está na prateleira do respectivo produto para dar continuidade ao *picking*.

Durante esse processo ocorre a unitização da carga em duas etapas, primeiramente os produtos pequenos são acondicionados em um recipiente denominado caixa azul (largura de 40 cm, comprimento de 36,5 cm e altura de 60 cm) e em seguida, em conjunto com produtos maiores, são colocados em um equipamento denominado *rolltainer* (largura de 0,60 m, comprimento de 1,10 m e altura de 1,80 m), que é uma espécie de gaiola com rodas. A principal razão de utilizar-se o *rolltainer* é a facilidade de movimentação do mesmo nas lojas do MME, agilizando assim o tempo de descarregamento.

A Figura 3.5, a Figura 3.6 e a Figura 3.7 mostram exemplos desses equipamentos.



Figura 3.5 - Foto de caixa azul



Figura 3.6 - Foto de rolltainer



Figura 3.7 - Foto de abastecimento de prateleira utilizando rolltainer

Após o término do *picking* de todos os produtos de uma determinada rota inicia-se o processo de conferência, momento em que é verificado se a quantidade de produtos retirados está

correta. Além disso, caso o número de *rolltainers* de uma determinada rota exceda a capacidade do veículo é feita a remontagem dos produtos em um número menor de *rolltainers*, respeitando o fato de não haver mistura de produtos de diferentes lojas num mesmo *rolltainer*.

Concluído o processo de conferência, a nota fiscal da mercadoria é emitida. Além disso, é emitido um documento denominado Certificação de Nota Fiscal (CNF) e uma Nota Fiscal dos equipamentos de cada rota, que são utilizados para controle interno. Com relação à nota fiscal dos equipamentos, essa serve para o controle da logística reversa dos mesmos, pois a cada quatro meses é realizado um inventário desses itens.

Com a emissão desses documentos é possível, então, carregar o veículo. O grupo de prevenção de perdas (GRPP) faz a conferência final e a lacração do veículo, liberando sua expedição.

Com relação ao rastreamento dos veículos é utilizado pelo grupo de gerenciamento logístico (GLOG) o software BUOMMI que permite dar suporte à operação e gerar dados de análise de desempenho da frota. Já o sistema de gerenciamento de risco é terceirizado pelo GPA.

Ao chegar à loja, por meio da CNF, ocorre a conferência do veículo e da quantidade de *rolltainers* a ser recebida. Feita essa validação, o veículo é descarregado com a ajuda dos funcionários da loja. O gráfico da Figura 3.8 mostra o histograma dos tempos de descarregamento nas lojas do MME.

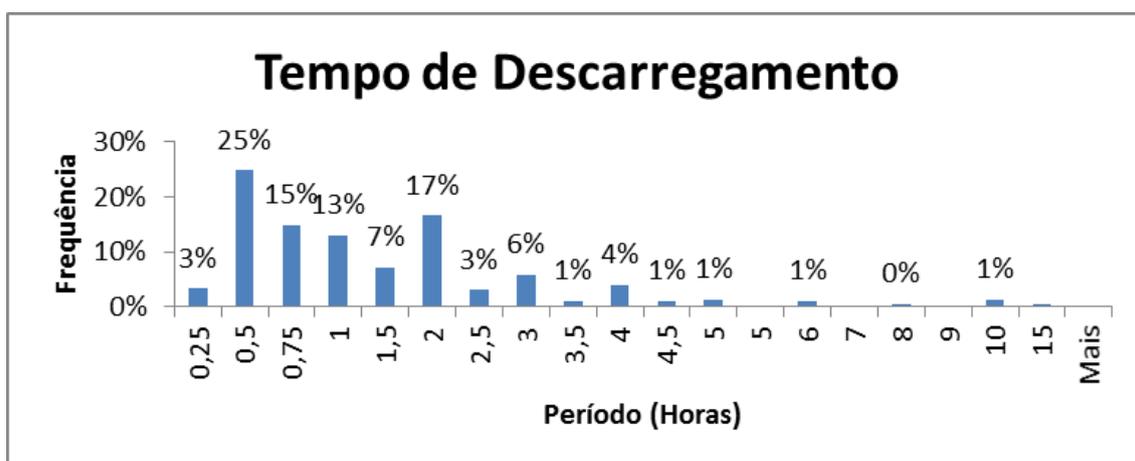


Figura 3.8 - Histograma tempo de descarregamento

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Dessa forma, pode-se perceber o impacto do tempo de descarregamento para o cumprimento das janelas de atendimento das lojas do MME, pois 97 % das lojas demoram trinta minutos ou mais para descarregar o veículo. Esse tempo de descarregamento é influenciado pela disponibilidade de espaço para estacionar e de funcionários da loja, conforme explicado no começo do capítulo.

Essa é uma situação que deveria ser evitada a longo prazo, e poderia ser resolvida em parceria com a loja. Alternativas de mudança de procedimento como a existência de um funcionário com disponibilidade para atender imediatamente o veículo de carga ou a inclusão de um ajudante junto com o motorista certamente reduziriam o tempo de ciclo dos veículos e

permitiriam a realização de um maior número de ciclos, possibilitando reduzir, assim, a frota necessária.

Além disso, fez-se uma análise da quantidade de entregas de cada CD nas lojas do MME. A Tabela 3.4 mostra a média de recebimentos das lojas em cada dia da semana e a Tabela 3.5 mostra o desvio padrão dessa informação; contudo, a simples soma de suas linhas não representa a média de recebimentos totais das lojas, pois esse cálculo seria feito somando diferentes conjuntos de lojas.

Tabela 3.4 - Média de número de recebimentos das lojas por CD por dia da semana

| CD | Média de recebimento das lojas por CD (recebimentos/dia) | | | | | | |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S | T | Q | Q | S | S | D |
| Mercearia | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,0 |
| Mercearia Líquida | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,0 |
| FLV | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,0 |
| Frigorífico | 1,4 | 1,6 | 1,2 | 1,9 | 1,3 | 1,0 | |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Tabela 3.5 - Desvio padrão de número de recebimentos das lojas por CD por dia da semana

| CD | Desvio Padrão de expedições do CD para o MME (recebimentos/dia) | | | | | | |
|-------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S | T | Q | Q | S | S | D |
| Mercearia | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,0 |
| Mercearia Líquida | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,0 |
| FLV | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Frigorífico | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0 | 0,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Dessa forma, foi feita a Tabela 3.6, que mostra a média de recebimentos para cada dia da semana independentemente do CD de origem e a Tabela 3.7 que mostra o respectivo desvio padrão. Nota-se que de quarta e quinta uma loja pode chegar a receber quatro veículos de carga.

Tabela 3.6 - Média de número de recebimentos das lojas por dia da semana

| | Média de recebimentos de cada MME (recebimentos/dia) | | | | | | |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S | T | Q | Q | S | S | D |
| Geral | 1,6 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,9 | 2,5 | 1,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Tabela 3.7 - Desvio padrão de número de recebimentos das lojas por dia da semana

| Desvio padrão de recebimentos de cada MME | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (recebimentos/dia) | | | | | | | |
| | S | T | Q | Q | S | S | D |
| Geral | 0,6 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Analisando-se os recebimentos loja a loja, por CD de origem, verificou-se que no domingo a quase totalidade das entregas são feitas pelo CD FLV, com entregas pontuais advindas dos CDs Mercearia e Mercearia Líquida. Sendo assim, pode-se avaliar que há uma oportunidade de equilibrar a distribuição da demanda no novo sistema de abastecimento a ser implementado.

Com relação à logística reversa dos *rolltainers*, fluxo de equipamentos iniciado na loja e que termina no CD, o GPA utiliza alguns dos veículos de distribuição para retornar os *rolltainers* para os CDs.

3.2 Análise das Vendas das lojas do MME

Com base nos dados recebidos, verificou-se o total de vendas, em moeda nominal, que está expresso na Figura 3.9.

Os valores de venda foram omitidos para respeitar o sigilo da informação, mas o tamanho das barras respeita a proporção dos dados. Sendo assim, pode-se observar que a diferença entre a loja de menor venda e a de maior venda é aproximadamente 3 vezes. Essa análise permite verificar a variabilidade do valor de venda das lojas do MME, que está relacionada a fatores como: área de venda das lojas, densidade populacional e de empregos na região em que estão localizadas, perfil da loja, concorrência entre outros.

Para cada loja o GPA associa uma classe econômica de acordo com o perfil do consumidor. Essa definição está relacionada com a estratégia de sortimento de produtos para atender as diferentes classes econômicas. Algumas lojas atendem preferencialmente o perfil de consumidor de classes A e B, e outras lojas atendem os das classes C e D.

Para entender melhor o perfil dos consumidores e estimar como algumas características das lojas, associadas a variáveis socioeconômicas da região em que estão inseridas, relacionam-se com o volume de vendas das mesmas, foram utilizados dados da pesquisa Origem e Destino do Metrô de São Paulo de 2007. Para cada zona há, entre outras informações, a área, a população e a renda per capita. Além disso, foi determinada a densidade populacional para cada zona.

Total de Vendas do MME - 2012 em Reais Nominais (R\$)

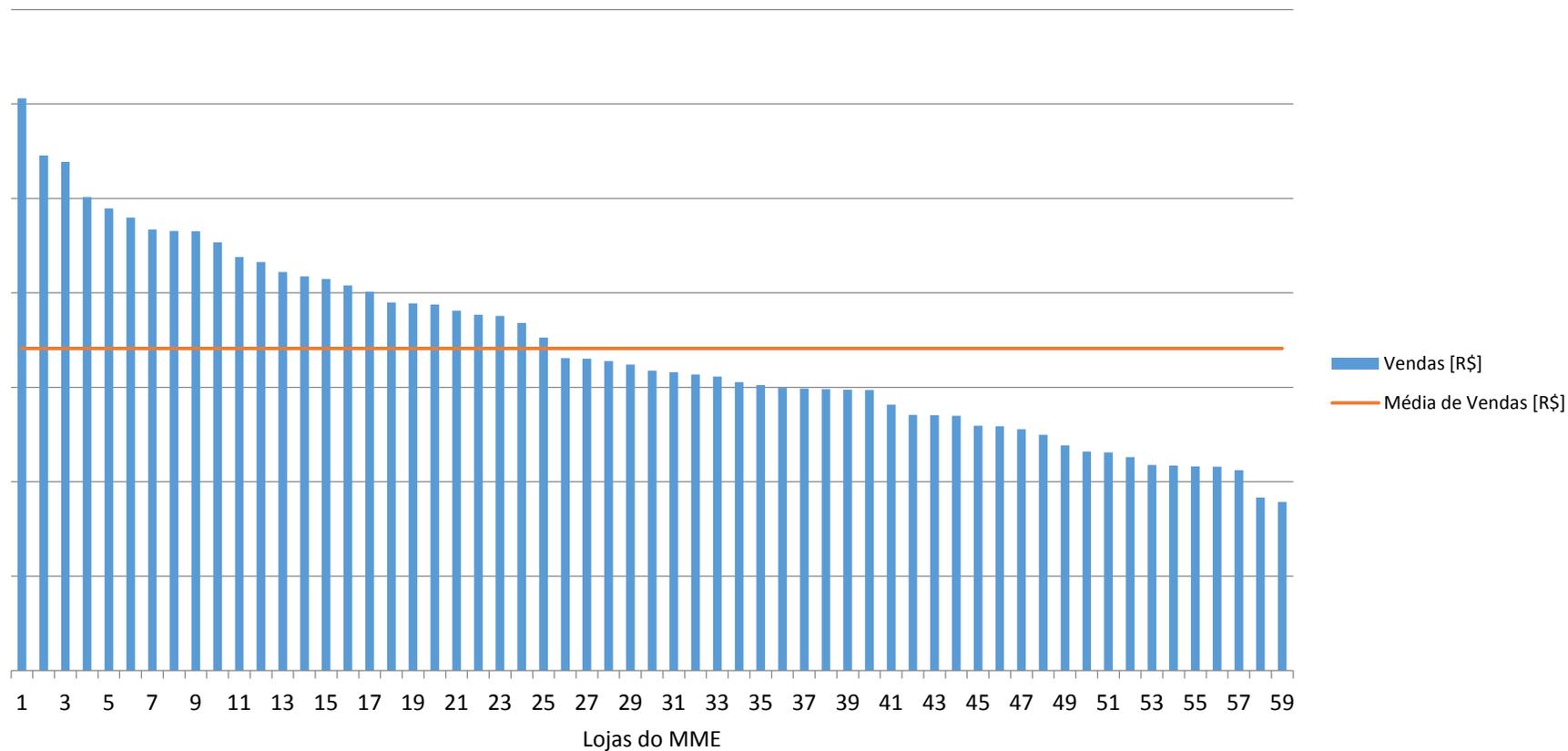


Figura 3.9 - Total de Vendas MME 2012

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

Os valores de venda foram omitidos para respeitar o sigilo da informação, mas o tamanho das barras respeita a proporção dos dados. Sendo assim, pode-se observar que a diferença entre a loja de menor venda e a de maior venda é aproximadamente 3 vezes. Essa análise permite verificar a variabilidade do valor de venda das lojas do MME, que está relacionada a fatores como: área de venda das lojas, densidade populacional e de empregos na região em que estão localizadas, perfil da loja, concorrência entre outros.

Para cada loja o GPA associa uma classe econômica de acordo com o perfil do consumidor. Essa definição está relacionada com a estratégia de sortimento de produtos para atender as diferentes classes econômicas. Algumas lojas atendem preferencialmente o perfil de consumidor de classes A e B, e outras lojas atendem os das classes C e D.

Para entender melhor o perfil dos consumidores e estimar como algumas características das lojas, associadas a variáveis socioeconômicas da região em que estão inseridas, relacionam-se com o volume de vendas das mesmas, foram utilizados dados da pesquisa Origem e Destino do Metrô de São Paulo de 2007. Para cada zona há, entre outras informações, a área, a população e a renda per capita. Além disso, foi determinada a densidade populacional para cada zona.

Para efeito de comparação, as informações de quatro lojas - a de maior venda, a de menor e duas intermediárias - são apresentadas na Tabela 3.8. A informação de venda é dada proporcionalmente à loja de maior venda. A informação de densidade populacional e renda per capita para a zona da pesquisa Origem e Destino em que se encontra a loja também é mostrada na tabela.

Observa-se que o alto valor de vendas da Loja A está relacionado com a grande área que possui. Contudo, não se pode inferir de maneira direta uma correlação entre os atributos socioeconômicos da região em que estão inseridas as lojas, a áreas de vendas e a quantidade de vendas. Vale a pena ressaltar que um importante fator que é a existência de lojas concorrentes não foi contemplado.

Tabela 3.8 - Características de quatro lojas MME

| Nome | Vendas 2012 | Área (m ²) | Perfil | Densidade Populacional (Hab/km ²) | Renda per Capta (R\$/Hab) |
|--------|-------------|------------------------|--------|---|---------------------------|
| Loja A | 100% | 412 | C/D | 3520 | 1351 |
| Loja B | 50% | 199 | C/D | 10943 | 949 |
| Loja C | 50% | 229 | A/B | 21719 | 2294 |
| Loja D | 29% | 167 | A/B | 11852 | 1760 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

A Figura 3.10 mostra um gráfico de bolhas, relacionando a densidade populacional (no eixo vertical), a área de vendas (no eixo horizontal), o valor de vendas (tamanho da bolha) e o perfil atendido (cor da bolha). Pode-se observar que as três lojas circuladas estão posicionadas em uma região de alta densidade populacional e com grande área de vendas, mas não obtêm um bom resultado de vendas comparativo às demais. Isso pode ocorrer devido a problemas gerenciais, operacionais ou então a uma forte competição pelo mercado consumidor.

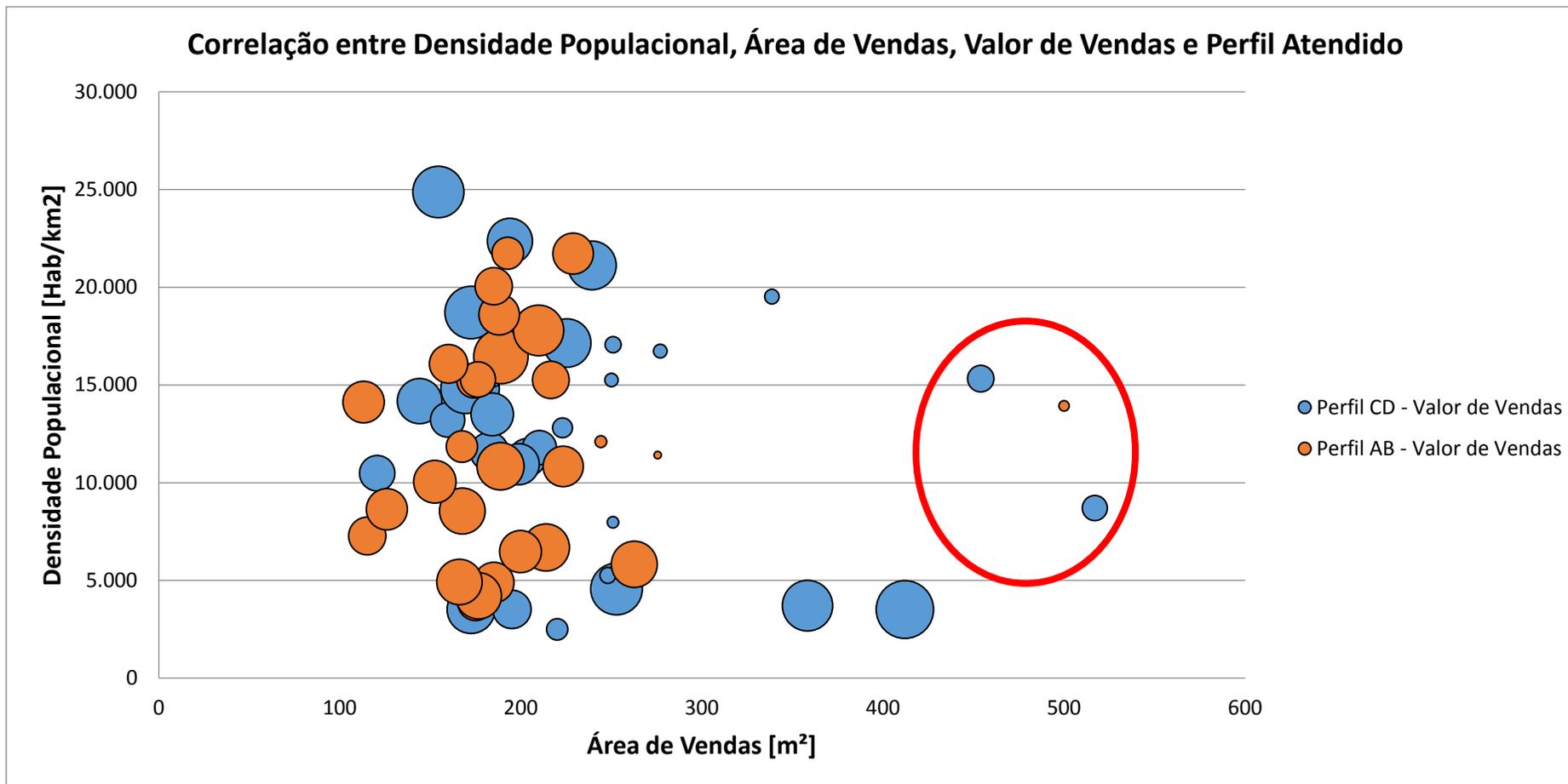


Figura 3.10 - Correlação entre densidade populacional, área de vendas, valor de vendas e perfil atendido

Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em dados fornecidos pelo GPA

4 MODELO DE SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS

Com o objetivo de auxiliar no estabelecimento de requisitos de área e no dimensionamento de novas ULAs ou de avaliar impactos de mudanças na operação ULA piloto como, por exemplo, a programação de chegada dos veículos, aumento ou redução do número de lojas atendidas e a inviabilidade de utilizar uma determinada doca, criou-se um modelo para simular sua operação.

Segundo Shannon (1992), a simulação permite projetar o modelo de um sistema real e realizar experimentos com o mesmo, com a finalidade de entender seu comportamento e avaliar estratégias para sua operação.

Essa simulação é realizada pela geração de uma sequência de eventos, ou seja, acontecimentos que mudam o estado do sistema. Optou-se por simular eventos discretos, de forma que os instantes da simulação percorram apenas os instantes em que existam eventos.

Em sistemas com chegadas e atendimentos, mesmo que a taxa de chegada seja menor do que a taxa de atendimento, é possível que haja a formação de filas. Isso ocorre, pois nem nas chegadas, nem nos atendimentos a uniformidade é perfeita. Dessa forma, em alguns momentos, há chegadas muito próximas, que podem gerar filas. Por isso, é importante considerar a aleatoriedade nesse tipo de sistema, visto que, um tratamento simplesmente analítico não detectaria tais filas.

O modelo foi desenvolvido na linguagem de programação *Visual Basic Application* (VBA) incorporada no software Microsoft Office Excel 2013. Essa foi a opção escolhida devido a facilidade de uso do programa tanto pelos autores quanto pelo GPA. A aquisição de um software de simulação de mercado teria um elevado custo da ordem de dezenas de milhares de reais para ambas as partes, e o período necessário para aprender a utilizá-lo reduziria o tempo disponível para o desenvolvimento das análises que se achavam pertinentes.

Considera-se um dia típico no modelo, isto é, um dia que não representa picos de demanda gerados por finais de semana ou sazonalidades anuais. É possível simular também várias rodadas, ou seja, vários dias típicos.

4.1 Hipóteses

A modelagem da operação da ULA foi feita com base nas seguintes premissas:

- Considera-se um único CD de origem dos produtos que abastecem a ULA, pois, apesar da operação da ULA piloto ser feita com múltiplos CDs, existe a intenção de abastecer a bandeira MME a partir de um CD exclusivo;
- Consideram-se duas categorias de produtos. Isto se deve a necessidade de entregar, para a loja, primeiro os produtos perecíveis. Logo, procura-se expedir todos os perecíveis antes de expedir os não perecíveis.

4.2 Processos de Chegada e Atendimento

Para simular a operação da ULA é necessário conceber a lógica que direciona os veículos, tanto de transferência quanto de distribuição. A Figura 4.1 mostra o processo para os veículos de transferência, e a Figura 4.2 apresenta o processo para os veículos de distribuição.

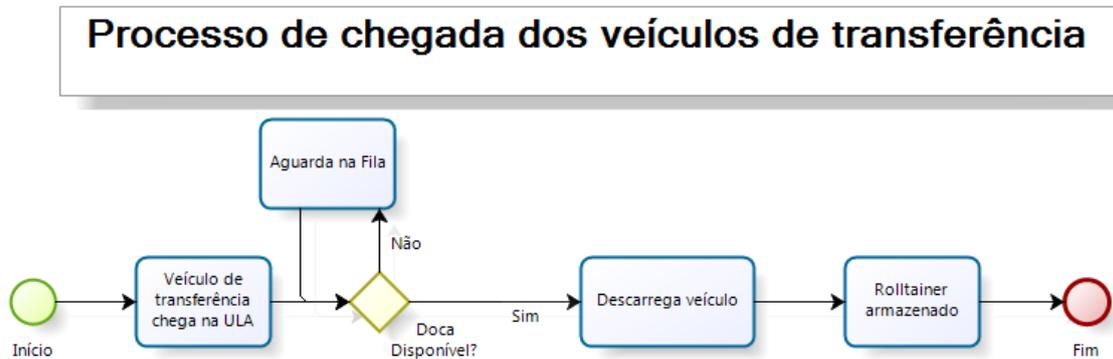


Figura 4.1 - Processo de chegada veículos de transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O modelo considera parâmetros determinísticos e aleatórios. Para o número de lojas é utilizada uma distribuição discreta, fornecida pelo usuário. Para as demais variáveis aleatórias, foi adotada a distribuição de probabilidade triangular. Essa é uma distribuição de probabilidade contínua, que possui um valor mínimo, um valor máximo e uma moda. A função densidade de probabilidade é zero para os extremos e forma uma reta entre cada extremo e a moda, de maneira que o gráfico dela seja um triângulo.

No modelo, os extremos foram calculados a partir da moda e sua variação percentual. Essa variação é a mesma para ambos os extremos, logo, a média coincide com a moda da distribuição. Dessa forma, a distribuição triangular é utilizada como uma aproximação da distribuição normal (Gaussiana), eliminando os casos extremos permitidos em suas caudas.

Processo de chegada dos veículos de distribuição

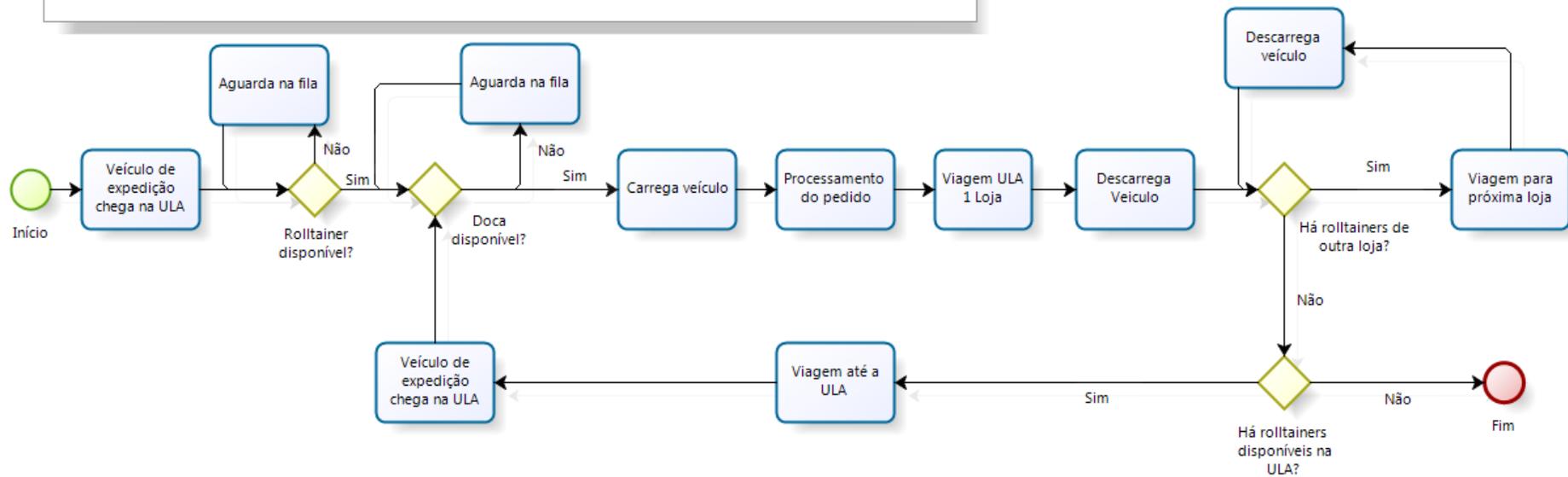


Figura 4.2 - Processo de chegada veículos de distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

As variáveis aleatórias que recebem essa distribuição são:

- Lojas
 - Demanda
 - *Rolltainers*
 - *Rolltainers* isotérmicos
- Veículos
 - Transferência
 - Horário de chegada
 - Intervalo de chegada
 - Tempo de manobra
 - Tempo de descarregamento
 - Distribuição
 - Horário de chegada
 - Intervalo de chegada
 - Tempo de manobra
 - Tempo de carregamento

Horários e intervalos são fortemente influenciados por diversos fatores externos e podem ser pensados como a somatória de tempos aleatórios. Além disso, a demanda das lojas também pode ser entendida como a soma das diversas vendas das lojas. Sendo assim, em ambos os casos vale o Teorema do Limite Central, o qual indica a distribuição normal como uma boa aproximação para as variáveis que se deseja modelar. Não há dados de campo obtidos que indiquem outra distribuição de probabilidade.

Foram adotados parâmetros distintos para as distribuições de probabilidade da demanda de dois tipos de *rolltainers*. Isso se deve a prioridade de entrega de produtos perecíveis sobre os não perecíveis. Assim, é sorteado um número de lojas com demanda de um tipo (Tipo A) de *rolltainer*, e outro número de lojas com demanda do outro tipo (Tipo B) de *rolltainer*.

4.3 Rotinas

São sorteados o número de lojas com demanda Tipo A e o número de lojas com demanda Tipo B.

Com base no cálculo da demanda total é feita a geração de viagens de transferência necessárias para atender a demanda de um dia da semana. Para cada viagem é alocado um veículo único. A alocação de carga nesses veículos é feita utilizando a capacidade máxima, exceto para o último que pode ter a ocupação inferior a 100%.

Para a geração das viagens de expedição propôs-se uma heurística para a alocação da carga a cada viagem. Os veículos são completados um a um, considerando as lojas de maneira sequencial, até que a carga do mesmo seja completada.

Em outras palavras, para cada loja, é verificado se a demanda daquela loja é menor ou igual à capacidade do veículo corrente. Se for menor, alocam-se os *rolltainers* ao veículo e, em seguida, procura-se outra loja cuja demanda seja do mesmo tipo de carga (Tipo A ou Tipo B) e seja inferior ou igual ao restante da capacidade do veículo.

Caso a demanda de uma loja seja maior que a capacidade do veículo, aloca-se mais de uma viagem para ela, de maneira que os primeiros veículos terão toda sua capacidade usada para atender sua demanda, e o último veículo, se ainda tiver capacidade livre, poderá receber a demanda de uma outra loja que for do mesmo tipo de carga (Tipo A ou Tipo B).

Primeiramente, toda a carga do Tipo A, mais urgente, é programada para entrega, e em seguida prossegue-se a alocação da carga do Tipo B.

Tal processo de alocação de carga reproduz dificuldades de roteirização e gera ocupações não ótimas para os veículos de distribuição.

Essa heurística não contempla a roteirização dos veículos, pois o modelo não considera a real localização das lojas atendidas e sim uma distância média entre as lojas e a ULA e as lojas entre si. Sendo assim, o modelo pode gerar combinações de carga inviáveis na prática devido às distâncias ou tempos de viagem incompatíveis com a janela de recebimento das lojas em questão. De qualquer forma, essa é uma boa aproximação da realidade uma vez que a roteirização dos veículos feitas pelo GPA costuma alocar lojas próximas umas das outras.

O modelo não considera o ciclo de viagens dos veículos no recebimento da ULA. Ou seja, cada nova viagem é realizada por um novo veículo. Logo, deve-se fazer uma análise crítica do número de veículos de transferência que o modelo gera e seus respectivos horários de chegada na ULA.

Entretanto, o ciclo dos veículos de distribuição é considerado. A frota total de expedição é um parâmetro de entrada, e após a primeira chegada dos veículos, com uma determinada frequência, para cada nova viagem de expedição é verificado qual o seu tempo de ciclo e consequentemente seu horário de retorno à ULA para realizar uma nova viagem. O tempo de ciclo de cada veículo (entre a saída e a volta para a ULA) é calculado considerando-se as seguintes parcelas:

- Tempo de viagem até as lojas: tempo de deslocamento entre a ULA e a região das lojas atendidas naquela viagem;
- Tempo de viagem entre lojas: tempo de deslocamento entre as lojas atendidas na viagem;
- Tempo de desembarque na loja: tempo de espera nas lojas.

Por fim, uma importante consideração que o modelo possui é o compartilhamento de docas de recebimento para expedição e vice-versa. Se as docas de recebimento forem compartilhadas, um certo número delas (parâmetro de entrada) pode ser deixado “em espera”, isto é, essas docas não são utilizadas para expedição enquanto o último veículo de transferência não tiver saído da ULA.

Essa diferenciação das docas e a possibilidade de compartilhamento deriva do fato de que na ULA piloto a tecnologia das docas de recebimento e expedição é distinta. As docas de recebimento da ULA piloto são em nível, ou seja, os *rolltainers* não precisam ser elevados ou rebaixados durante o carregamento ou descarregamento. Já nas docas de expedição da ULA piloto é necessário utilizar uma plataforma pneumática elevatória para movimentar os *rolltainers* durante o embarque.

4.4 Entradas do Modelo

Para a simulação são necessárias diversas entradas, mostradas da Figura 4.3 à Figura 4.7.

| Docas | |
|------------------------------------|---|
| Número Docas Recebimento | 2 |
| Compartilhamento Docas Recebimento | 1 |
| Docas em Espera | 1 |
| Número Docas Expedição | 3 |
| Compartilhamento Docas Expedição | 0 |

Figura 4.3 - Parâmetros entrada docas

Fonte: Desenvolvido pelos autores

As docas podem ser compartilhadas ou não, isto é, a doca de recebimento pode ser utilizada pelos veículos de distribuição, ou vice-versa, de acordo com a configuração desejada pelo usuário. Os parâmetros **Compartilhamento Docas Recebimento** e **Compartilhamento Docas Expedição** da Figura 4.3 devem assumir o valor 1 (um) se a doca for compartilhada e 0 (zero) se a doca não for compartilhada. O parâmetro **Docas em Espera** refere-se ao número de docas de recebimento que não devem ser utilizadas pela expedição (caso a doca seja compartilhada) enquanto houver algum desembarque de recebimento a ser realizado. Os demais parâmetros da Figura 4.3 referem-se ao número de docas de recebimento e de expedição.

| Lojas | |
|--|-----|
| Número Lojas | 40 |
| Demanda A Média Lojas (rolltainer/dia) | 3 |
| Variação A Demanda | 67% |
| Demanda B Média Lojas (rolltainer/dia) | 8 |
| Variação B Demanda | 38% |

Figura 4.4 - Parâmetros entrada lojas

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Os parâmetros para o número de lojas e sua demanda (média e variação de cada Tipo de produto) estão mostrados na Figura 4.4. A Figura 4.5 mostra os parâmetros para definir a distribuição de probabilidade do número de lojas a serem atendidas em uma determinada rodada.

| Distribuição Probabilidade Número Lojas | | | |
|---|--------|---------------|-----------|
| Mínimo | Máximo | Probabilidade | Acumulado |
| 36 | 37 | 25,0% | 25,0% |
| 37 | 38 | 25,0% | 50,0% |
| 38 | 39 | 25,0% | 75,0% |
| 39 | 40 | 25,0% | 100,0% |
| 40 | 41 | 0,0% | 100,0% |
| 41 | 42 | 0,0% | 100,0% |
| 42 | 43 | 0,0% | 100,0% |
| 43 | 44 | 0,0% | 100,0% |
| 44 | 45 | 0,0% | 100,0% |
| 45 | 46 | 0,0% | 100,0% |

Figura 4.5 - Distribuição de probabilidade número de lojas

Fonte: Desenvolvido pelos autores

| | | |
|--|---------|--------|
| Transferência | | |
| Tipo Veículo Recebimento | Carreta | |
| Capacidade Veículo Recebimento (rolltainers) | 48 | |
| | hora | minuto |
| Hora Chegada Primeiro Recebimento | 23 | 30 |
| Varição Hora Chegada Primeiro Recebimento | 5% | |
| Intervalo Recebimento (min) | 50,0 | |
| Varição Intervalo Recebimento | 30% | |
| Tempo Desembarque (min/rolltainer) | 1,2 | |
| Varição Tempo Desembarque | 30% | |
| Tempo Manobra Recebimento (min) | 15,0 | |
| Varição Tempo Manobra Recebimento | 7% | |
| Tempo Viagem Recebimento (min) | 120,0 | |
| Varição Tempo Viagem Recebimento | 30% | |

Figura 4.6 - Parâmetros entrada transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O intervalo entre a hora de chegada à ULA de um veículo de transferência e a hora de chegada do próximo veículo é condicionado pelo parâmetro **Intervalo Recebimento**, conforme a Figura 4.6. Ainda na Figura 4.6 são mostrados os outros parâmetros que definem o processo de chegada dos veículos de transferência.

| Distribuição | | |
|--|-------|--------|
| Tipo Veículo Expedição | VUC | |
| Capacidade Veículo Expedição (rolltainers) | 9 | |
| Frota Expedição | 14 | |
| Máximo de Lojas por Veículo | 9 | |
| | hora | minuto |
| Hora Chegada Primeiro Expedição | 5 | 0 |
| Variação Hora Chegada Primeiro Expedição | 5% | |
| Intervalo Expedição (min) | 7 | |
| Variação Intervalo Expedição | 30% | |
| Tempo Embarque (min/rolltainer) | 3,0 | |
| Variação Tempo Embarque | 30% | |
| Tempo Processamento (min) | 15,0 | |
| Variação Tempo Processamento | 30% | |
| Tempo Manobra Expedição (min) | 3 | |
| Variação Tempo Manobra Expedição | 33% | |
| Tempo Viagem Expedição (min) | 150,0 | |
| Variação Tempo Viagem Expedição | 30% | |
| Tempo Viagem Até Lojas Expedição (min) | 24 | |
| Variação Tempo Viagem Até Lojas Expedição | 30% | |
| Tempo Viagem Entre Lojas (min/Loja) | 7,2 | |
| Variação Tempo Viagem Entre Lojas | 30% | |
| Tempo Desembarque Por Loja (min/Loja) | 30,0 | |
| Variação Tempo Desembarque Por Loja | 30% | |

Figura 4.7 - Parâmetros entrada distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Na Figura 4.7 são mostrados os parâmetros que definem o ciclo dos veículos de distribuição. O intervalo entre a hora de chegada à ULA de um veículo de distribuição e a hora de chegada do próximo veículo é condicionado pelo parâmetro **Intervalo Expedição** (exceto para as primeiras viagens, que são alocadas nas docas disponíveis no mesmo horário). O **Tempo Processamento** refere-se ao tempo necessário para emissão de documentos para liberação do veículo.

4.5 Procedimento para a Estimativa de Áreas

4.5.1 Área Interna

A ULA piloto possui área total de aproximadamente 1200 m². A área interna é de 800 m² e constitui-se em uma área de desembarque, área de embarque, área de armazenagem, área frigorificada, área administrativa e área de reversa. Porém, pretende-se suprimir a área frigorificada e consolidar as áreas de armazenagem e embarque.

A área frigorificada não será mais necessária, pois passou-se a utilizar o *rolltainer* isotérmico que mantém a temperatura adequada para transportar os produtos refrigerados. Além disso, essa área também havia sido concebida para armazenar produtos frigorificados que eram entregues diretamente nas lojas por alguns fornecedores, contudo, isso acabou não ocorrendo na ULA piloto e também não deverá ocorrer nas futuras ULAs.

No funcionamento atual da ULA piloto, há um procedimento de verificação da mercadoria no qual é emitida uma nova nota fiscal. Para tanto é necessária uma área de armazenagem segregada da área de embarque. O GPA pretende mudar esse procedimento, de forma que não será necessária a emissão de uma nova nota fiscal. Logo, bastará a rápida leitura do código de barras do equipamento, sendo possível consolidar a área de armazenagem e a área de embarque em uma única área de espera e embarque.

Dessa forma, o *rolltainer* será desembarcado na área de espera e, em seguida, será feita a verificação de seu código de barras. Sendo assim, quando o veículo que irá realizar a entrega dessa mercadoria estiver disponível será feito o embarque do mesmo.

A área interna é estimada de acordo com a Expressão 4.1.

$$A_{int} = A_{desembarque} + A_{espera_embarque} + A_{adm} + A_{outras}$$

Expressão 4.1

Onde:

A_{int} : Área interna, em m²

$A_{desembarque}$: Área de desembarque e reversa, em m²

$A_{espera_embarque}$: Área de espera e embarque, em m²

A_{adm} : Área administrativa, em m²

A_{outras} : Outras áreas, em m²

4.5.1.1 Área de Desembarque e Reversa

Os *rolltainers* da logística reversa são todos enviados ao CD no veículo que realiza a primeira transferência para a ULA. Durante essa primeira entrega, ainda não se iniciou a operação de distribuição para as lojas, logo, há funcionários suficientes para atuar na liberação da área de desembarque.

Assim, a área que recebe o desembarque é a mesma que armazena os *rolltainers* da logística reversa, pois é possível ocupar parte da área de desembarque com esses equipamentos até que todos eles sejam enviados de volta aos CDs.

A área de desembarque e reversa foi dimensionada como sendo a metade da capacidade do veículo de transferência, conforme a Expressão 4.2. Esse dimensionamento considera que assim que o *rolltainer* é desembarcado já pode ser transferido para a área de espera e

embarque. Dessa forma, não é necessário aguardar todo o desembarque do veículo para que os funcionários liberem a área de desembarque e reversa. Além disso, considera-se um fator de acréscimo de área, pois o *rolltainer* ocupa uma área maior do que suas dimensões nominais.

$$A_{desembarque} = \frac{C_{veículo} * L_{rolltainer} * B_{rolltainer} * F_{acrécimo\ área}}{2}$$

Expressão 4.2

Onde:

$A_{descarga}$: Área de desembarque e reversa, em m²

$C_{veículo}$: Capacidade do veículo de recebimento, em *rolltainers*

$L_{rolltainer}$: Comprimento de 1 *rolltainer*, em m

$B_{rolltainer}$: Largura de 1 *rolltainer*, em m

$F_{acrécimo\ área}$: Fator de acréscimo de área do *rolltainer*

4.5.1.2 Área de Espera e Embarque

Para o dimensionamento dessa área, além do fator de acréscimo de área dos *rolltainers*, que foi explicado anteriormente, existe também um fator de acréscimo que leva em conta a configuração de corredores de circulação na área de espera.

Para a estimativa desse fator, foram considerados dois tipos de leiaute de posicionamento dos *rolltainers*, ambos demarcados com quadriláteros que representam as viagens de distribuição, considerando no máximo 9 *rolltainers* no veículo de distribuição (VUC).

Os leiautes estão apresentados na Figura 4.8 e na Figura 4.9. As dimensões dos corredores foram consideradas como as necessárias para os funcionários circularem com os *rolltainers* sem que ocorram choques.

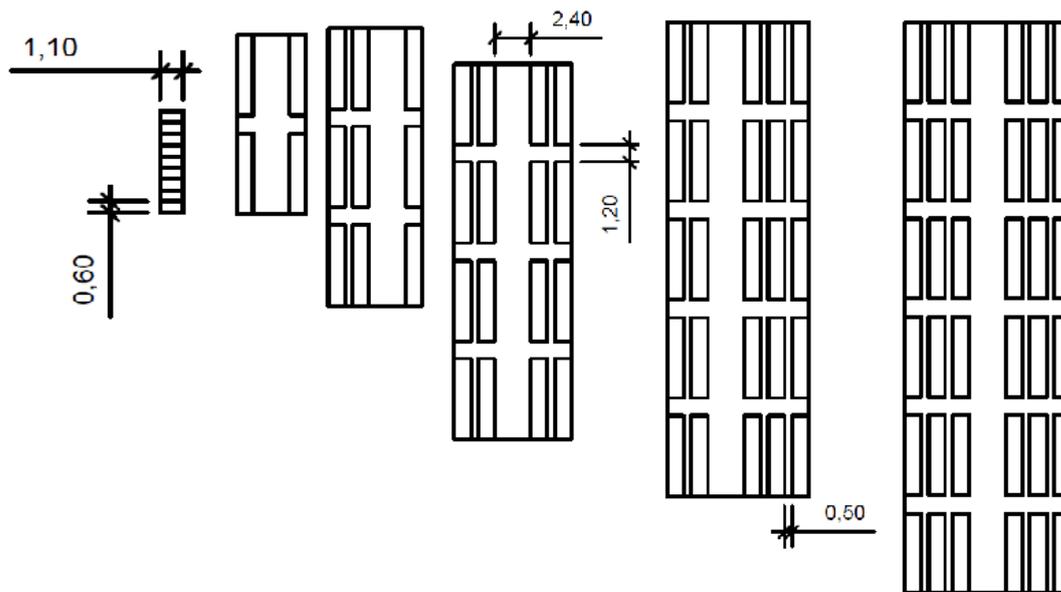


Figura 4.8 - Leiaute tipo 1 de posicionamento de rolltainers

Fonte: Desenvolvido pelos autores

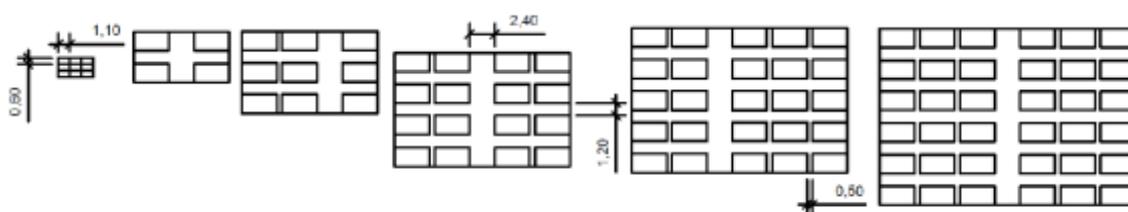


Figura 4.9 - Leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A Tabela 4.1 e a Tabela 4.2 mostram as áreas obtidas dos leiautes mostrados na Figura 4.8 e na Figura 4.9, respectivamente.

Tabela 4.1 - Áreas do leiaute tipo 1 de posicionamento de rolltainers

| Nº Rotas | | Nº Rollteiners | Área Total (m ²) |
|-----------|-----------|----------------|------------------------------|
| Direção 1 | Direção 2 | | |
| 2 | 2 | 36 | 55,2 |
| 3 | 3 | 81 | 115,3 |
| 4 | 4 | 144 | 196,6 |
| 5 | 5 | 225 | 298,9 |
| 6 | 6 | 324 | 422,4 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Tabela 4.2 - Áreas do leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers

| Nº Rotas | | Nº | Área Total |
|-----------|-----------|-------------|-------------------|
| Direção 1 | Direção 2 | Rollteiners | (m ²) |
| 2 | 2 | 36 | 43,2 |
| 3 | 3 | 81 | 99,8 |
| 4 | 4 | 144 | 179,3 |
| 5 | 5 | 225 | 282,5 |
| 6 | 6 | 324 | 406,5 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Nota-se que as áreas, para um mesmo número de *rolltainers*, são menores para o leiaute tipo 2. Assim, escolheu-se utilizar esse leiaute para o dimensionamento. A Tabela 4.3 mostra o fator calculado para o leiaute tipo 2. Esse fator é obtido dividindo-se a área total do leiaute pela área de *rolltainers*. A partir do número de *rolltainers* e do fator ajustou-se um regressão exponencial que originou a Expressão 4.4.

Tabela 4.3 - Áreas e fatores do leiaute tipo 2 de posicionamento de rolltainers

| Nº Rotas | | Nº | Área Total | Fator |
|-----------|-----------|-------------|-------------------|----------|
| Direção 1 | Direção 2 | Rollteiners | (m ²) | |
| 2 | 2 | 36 | 43,2 | 1,818136 |
| 3 | 3 | 81 | 99,8 | 1,867507 |
| 4 | 4 | 144 | 179,3 | 1,886301 |
| 5 | 5 | 225 | 282,5 | 1,902424 |
| 6 | 6 | 324 | 406,5 | 1,901166 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O critério para o dimensionamento da área de espera e embarque está expresso na Expressão 4.3.

$$A_{espera_embarque} = L_{rolltainer} * B_{rolltainer} * N_{rolltainer} * F_{expansão} * Fator$$

Expressão 4.3

$$Fator = 10^{0,2293} * N_{rolltainer}^{0,0208}$$

Expressão 4.4

Onde:

$A_{espera_embarque}$: Área de espera e embarque, em m^2

$L_{rolltainer}$: Comprimento de 1 *rolltainer*, em m

$B_{rolltainer}$: Largura de 1 *rolltainer*, em m

$N_{rolltainer}$: Número de *rolltainers*

$F_{expansão}$: Fator de acréscimo de área do *rolltainer*

Fator: Fator de acréscimo de área devido aos corredores de circulação

4.5.1.3 Área Administrativa

A ULA necessita de um espaço para as atividades administrativas. Adotou-se o mesmo valor da ULA piloto, 20 m^2 , pois, conforme discutido com o GPA e verificado in loco, a área necessária para as atividades administrativas não deve alterar-se com a mudança na demanda da ULA, já que não são necessários mais funcionários administrativos para a faixa de variação que se espera do número de lojas que são abastecidas por uma ULA. Além disso, futuramente, as atividades realizadas nessa área administrativa, como por exemplo, a roteirização dos veículos de distribuição, não devem mais ser necessárias na ULA. A roteirização será previamente definida pelo PCP.

4.5.1.4 Outras Áreas

As áreas relacionadas aos banheiros e espaços para descanso foram consideradas como 10% da área de espera e embarque.

$$A_{outras} = 10 \% * A_{espera_embarque}$$

Expressão 4.5

Onde:

A_{outras} : Outras áreas, em m^2

$A_{espera_embarque}$: Área de espera e embarque, em m^2

4.5.2 Área Externa

A área externa é constituída, tanto no recebimento quanto na expedição, por uma área destinada à fila de veículos e uma área para as docas, conforme a Expressão 4.6.

$$A_{ext} = A_{fila_rec} + A_{rec} + A_{fila_exp} + A_{exp}$$

Expressão 4.6

Onde:

A_{fila_rec} : Área destinada à fila de recebimento, em m²

A_{rec} : Área destinada às docas de recebimento, em m²

A_{fila_exp} : Área destinada à fila de expedição, em m²

A_{exp} : Área destinada às docas de expedição, em m²

4.5.2.1 Área da Fila de Recebimento

Para o cálculo dessa área considera-se um fator de acréscimo de área de 2,4 que engloba uma faixa adicional ao lado da fila para movimentação de veículos e uma folga entre os veículos, conforme a Figura 4.10.

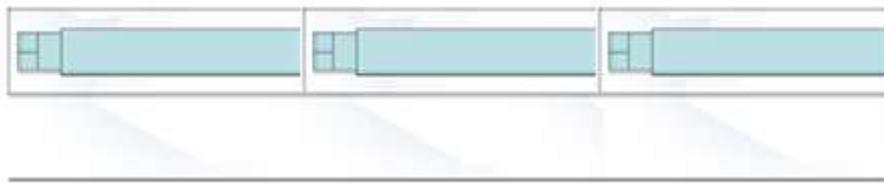


Figura 4.10 - Configuração fila recebimento

Fonte: Desenvolvido pelos autores

$$A_{fila_rec} = N_{veículos_fila_rec} * L_{veículo_rec} * B_{veículo_rec} * F_{fila}$$

Expressão 4.7

Onde:

A_{fila_rec} : Área destinada à fila de recebimento, em m²

$N_{veículos_fila_rec}$: Número de veículos na fila de recebimento

$L_{veículo_rec}$: Comprimento do veículo de transferência, em m

$B_{veículo_rec}$: Largura do veículo de transferência, em m

F_{fila} : Fator de acréscimo de área da fila de recebimento

4.5.2.2 Área das Docas de Recebimento

O acostamento dos veículos nas docas é a 90°, como mostra a Figura 4.11.

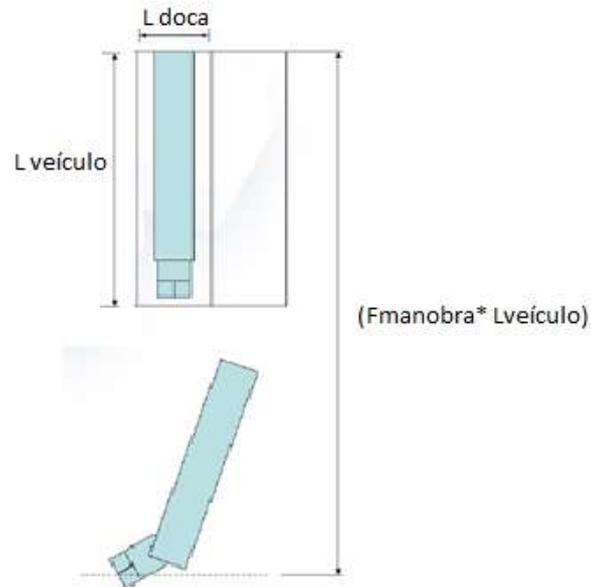


Figura 4.11 - Acostamento Doca Recebimento

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Considerou-se um fator de manobra de 2,25 que leva em conta o espaço necessário para a manobra do veículo. A área é dimensionada conforme a Expressão 4.8.

$$A_{rec} = N_{docas} * L_{doca} * L_{veículo_rec} * F_{manobra}$$

Expressão 4.8

Onde:

A_{rec} : Área destinada às docas de recebimento, em m²

N_{docas} : Número de docas de recebimento

L_{doca} : Largura da doca de recebimento, em m

$L_{veículo_rec}$: Comprimento do veículo de transferência, em m

$F_{manobra}$: Fator de manobra

4.5.2.3 Área da Fila de Expedição

Analogamente à área de fila de recebimento, determinou-se para esse caso um fator de manobra de 2,4 que considera uma faixa adicional ao lado da fila para movimentação e uma folga entre os veículos, conforme a Figura 4.12.

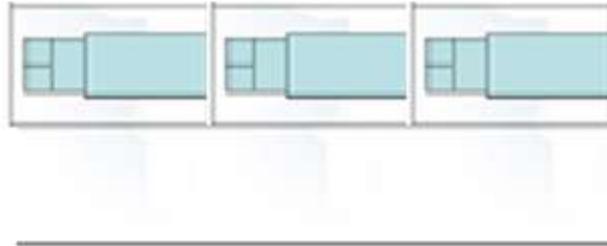


Figura 4.12 - Configuração fila expedição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

$$A_{fila_exp} = N_{veículos_fila_exp} * L_{veículo_exp} * B_{veículo_exp} * F_{fila}$$

Expressão 4.9

Onde:

A_{fila_exp} : Área destinada à fila de expedição, em m²

$N_{veículos_fila_exp}$: Número de veículos na fila de expedição

$L_{veículo_exp}$: Comprimento do veículo de distribuição, em m

$B_{veículo_exp}$: Largura do veículo de distribuição, em m

F_{fila} : Fator de acréscimo de área da fila de expedição

4.5.2.4 Área das Docas de Expedição

O acostamento dos veículos nas docas é a 90°, como mostra a Figura 4.13.

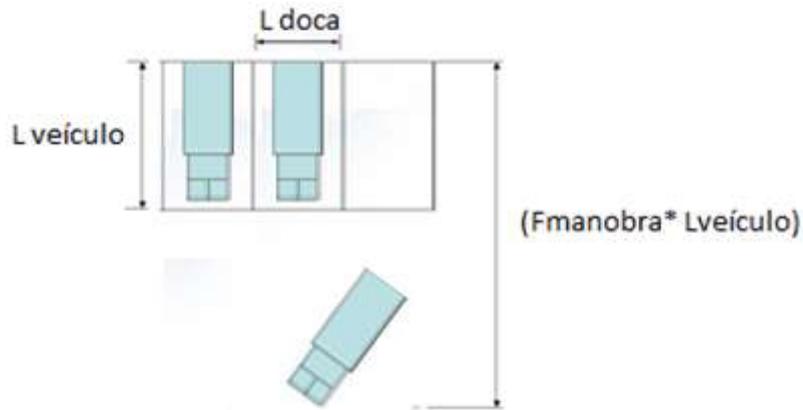


Figura 4.13 - Acostamento Doca Expedição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O fator de manobra de 2,25 considerado nessa área leva em conta o espaço necessário para a manobra do veículo. A área é dimensionada conforme a Expressão 4.10.

$$A_{exp} = N_{docas} * L_{doca} * L_{veículo_exp} * F_{manobra}$$

Expressão 4.10

Onde:

A_{exp} : Área destinada à expedição, em m²

N_{docas} : Número de docas de expedição

L_{doca} : Largura da doca de expedição, em m

$L_{veículo_exp}$: Comprimento do veículo de distribuição, em m

$F_{manobra}$: Fator de manobra

4.5.3 Dimensionamento Considerado

Para as áreas internas foram considerados os valores máximos de número de *rolltainers* simultaneamente presentes na ULA, pois todos os *rolltainers* devem ser abrigados na ULA, visto que não nenhum outro espaço onde seja possível armazenar algum *rolltainer* excedente.

Para as áreas externas foi considerado o número médio de veículos na fila, tanto na transferência quanto na distribuição, visto que os veículos podem aguardar ou circular na rua enquanto for necessário. Não há necessidade de se reservar uma área para o momento de pico da fila.

5 ANÁLISE DE CENÁRIOS

5.1 Cenário de Referência

Para calibrar o modelo e criar um cenário de referência para as demais análises determinaram-se como parâmetros de entrada os dados da ULA piloto. Esses parâmetros foram obtidos ao longo das visitas técnicas realizadas pelo grupo e por meio de entrevistas com alguns funcionários do GPA.

As Figura 4.3 - Parâmetros entrada docas a Figura 4.7 - Parâmetros entrada distribuição, apresentadas no capítulo anterior, mostram os parâmetros utilizados para simular o cenário de referência.

Dessa forma, foi feita a simulação de mil dias típicos de funcionamento da ULA, que não consideram fatores de mudança de comportamento ao longo de um ano, mês ou semana. Com relação à demanda total de cada dia da simulação obteve-se o histograma da Figura 5.1:

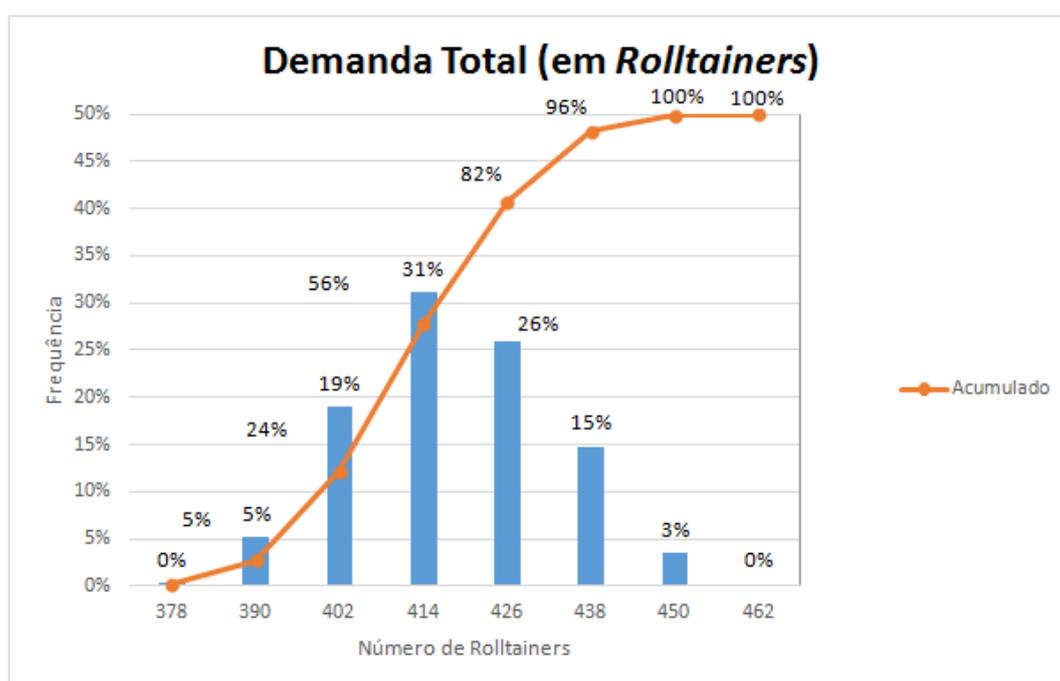


Figura 5.1 - Histograma demanda total

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A média da demanda foi de 418 *rolltainers* e o histograma mostra que em cerca de 90 % dos dias a variação foi de 390 *rolltainers* a 438 *rolltainers*. Essa variação equivale à capacidade de uma carreta e, com base nessa informação, pode-se estimar que a ocupação da última viagem de distribuição possui uma alta variação.

Essa conclusão fica mais clara no histograma da Figura 5.2, que mostra a variação da ocupação do último veículo de transferência. Poder-se-ia pensar em utilizar um veículo menor em

metade dos dias, contudo, ter um veículo de menor capacidade na frota traria dificuldades de operação nos dias de maior demanda podendo até mesmo gerar uma ocupação ainda menor em alguma carreta.

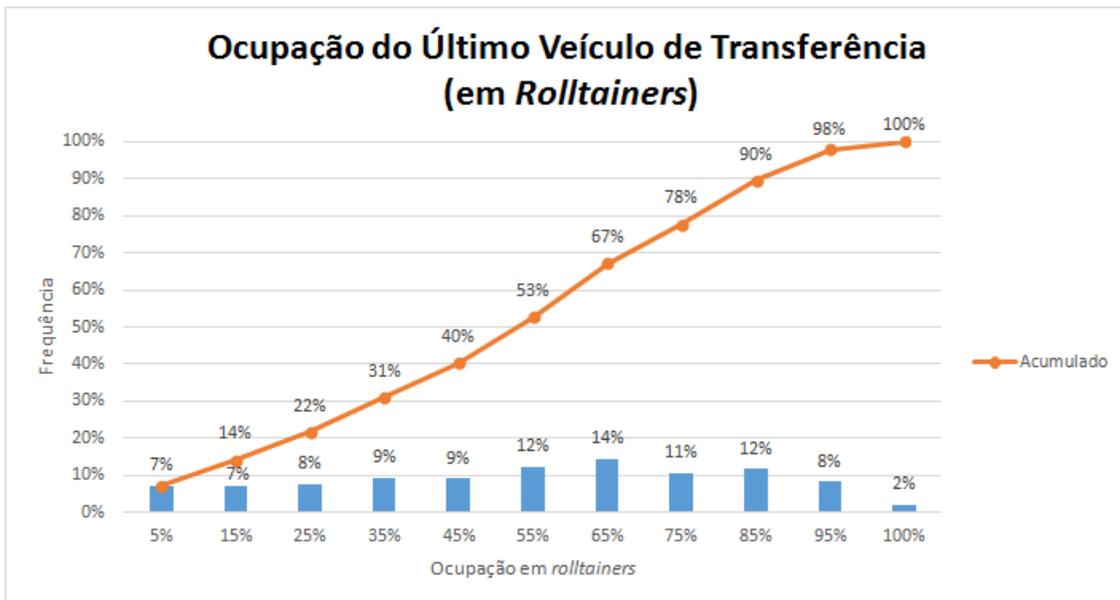


Figura 5.2 - Histograma ocupação último veículo de transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A distribuição de demanda apresentada anteriormente condiciona, em 84 % dos casos, 10 viagens de transferência e 11 nos demais. Além disso, foi possível verificar a variabilidade do tempo de duração da operação de transferência, que está expresso no histograma da Figura 5.3.

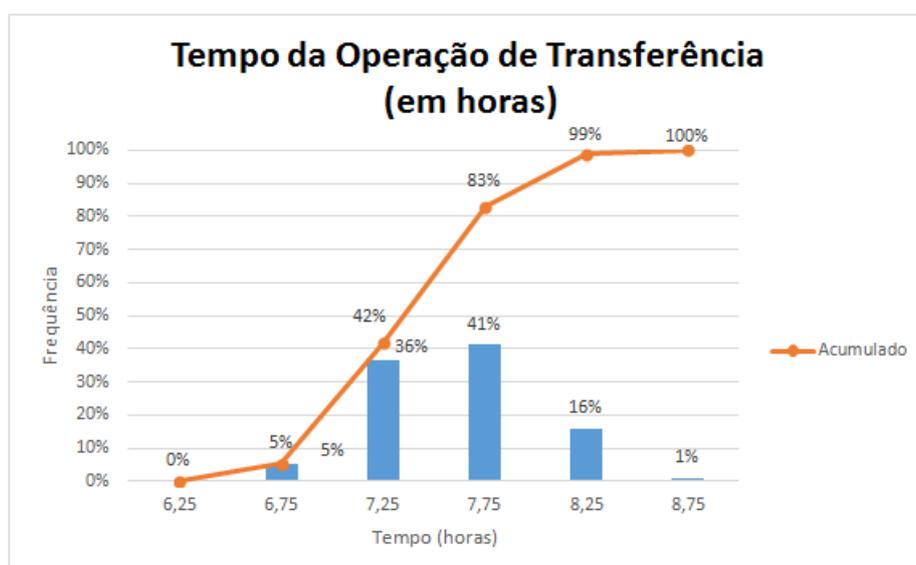


Figura 5.3 - Histograma tempo de operação da transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A média do tempo da operação de transferência foi de 7,6 horas com uma variação de cerca de 40 minutos. Quanto mais longo for esse tempo menor será a porcentagem de tempo disponível para os veículos de distribuição utilizarem as docas de recebimento, pois a partir das 5 horas inicia-se essa segunda operação. A ocupação da doca de recebimento pelos veículos de transferência verifica-se no histograma da Figura 5.4.

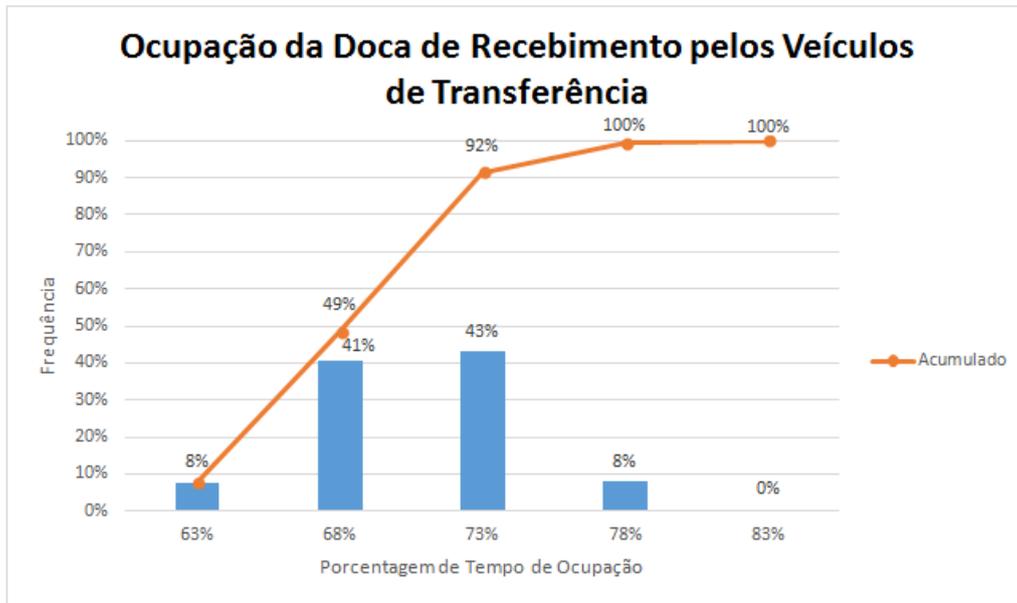


Figura 5.4 - Histograma ocupação doca recebimento pelos veículos de transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Percebe-se que a ocupação dessas docas varia entre 68 % e 73 % para 84 % dos casos. Sendo assim, verifica-se que caso a frequência de chegada dos veículos de transferência fosse maior, haveria uma melhor ocupação das docas, contudo, isso não seria de grande valia caso não houvesse funcionários suficientes na ULA para realizar dois desembarques simultâneos. O histograma da Figura 5.5 apresenta a variação do número de viagens de distribuição.

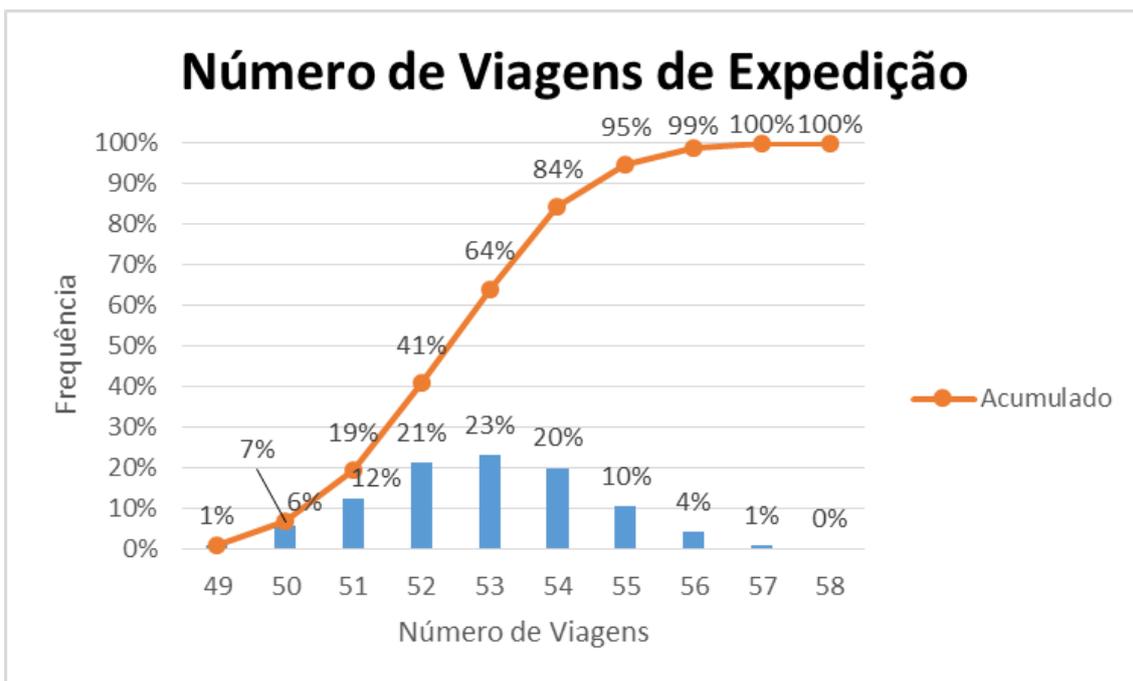


Figura 5.5 - Histograma número de viagens de distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Atualmente, a ULA piloto possui 14 veículos dedicados à operação de distribuição, que recebem um valor fixo de frete para realizar 3 giros e um valor adicional para os demais giros. Sendo assim, a partir da 42ª viagem, já é necessário um custo adicional para atender a demanda das lojas. Analisando-se apenas o número de viagens de 1 dia de simulação obteve-se a Tabela 5.1, que mostra a quantidade de giros por veículo.

Tabela 5.1 - Número de giros por veículo

| Número de Giros por Veículo | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VUC1 | VUC2 | VUC3 | VUC4 | VUC5 | VUC6 | VUC7 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| VUC8 | VUC9 | VUC10 | VUC11 | VUC12 | VUC13 | VUC14 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Com base no modelo é possível verificar em quais condições o número de viagens de distribuição será maior do que 54 (seja pelo aumento do número de lojas atendidas pela ULA ou o aumento da demanda média das mesmas), justificando assim a contratação de frete por um valor fixo para 4 giros. Para a operação de distribuição também se estimou o seu tempo total de duração, que está apresentado no histograma da Figura 5.6.

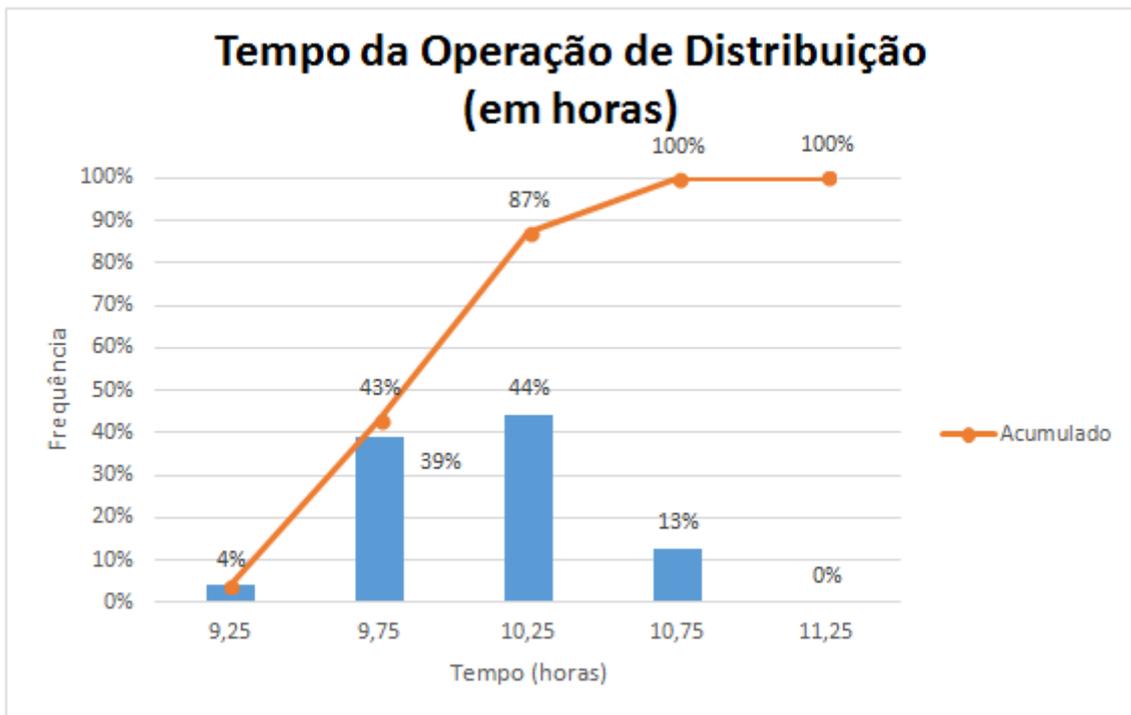


Figura 5.6 - Histograma tempo operação distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A operação de distribuição demora cerca de duas horas a mais que a de transferência. O tempo de duração dessa operação está principalmente relacionado com o tempo da operação de transferência devido à utilização da doca de recebimento pelos veículos de distribuição em paralelo com a operação de transferência durante certo tempo.

Em média, a doca de recebimento é ocupada em 54 % do tempo pelos veículos de distribuição. A variação dessa ocupação é mostrada no histograma da Figura 5.7.

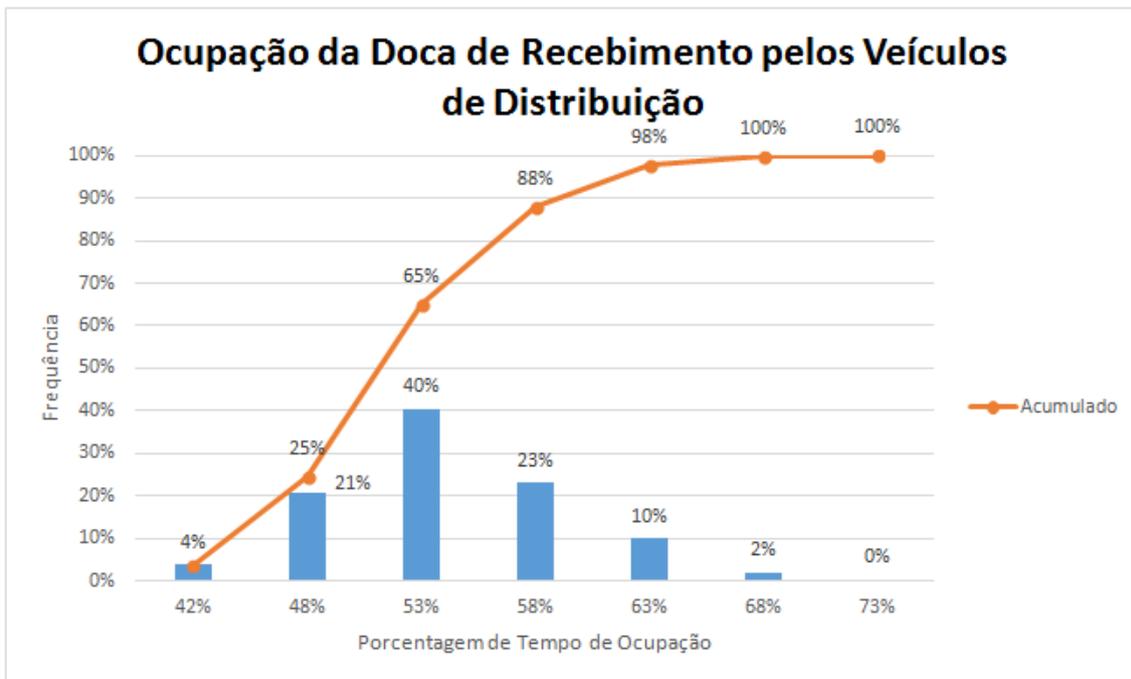


Figura 5.7 - Histograma ocupação da doca de recebimento pelos veículos de distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Com relação à ocupação da doca de expedição pelos veículos de distribuição, a média situa-se em 85 % e a sua variação é apresentada no histograma na Figura 5.8.

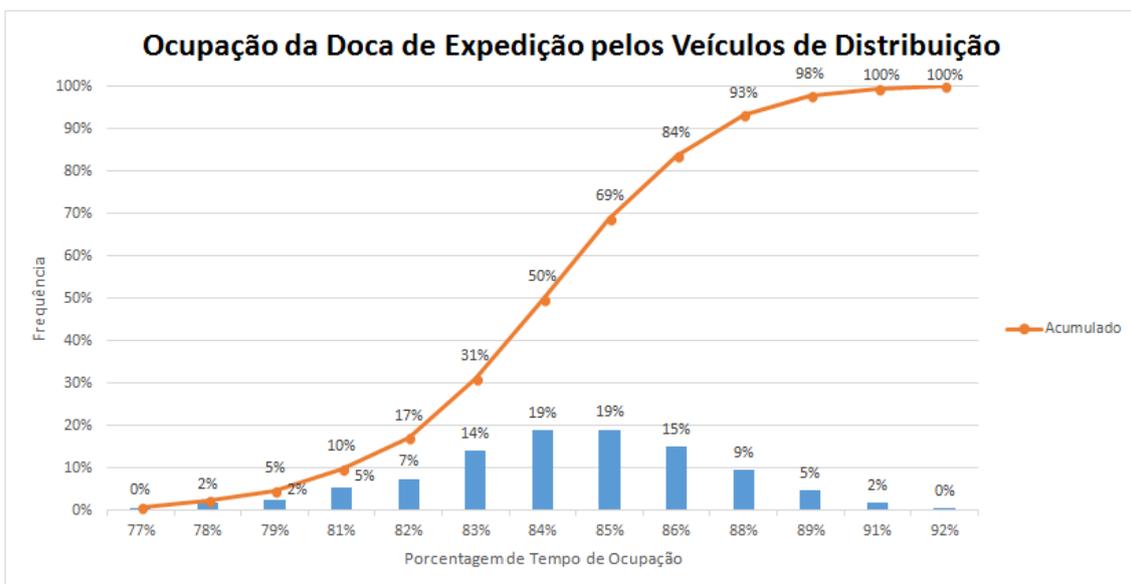


Figura 5.8 - Histograma ocupação da doca de expedição pelos veículos de distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Por fim, verifica-se qual seria a área necessária para a ULA funcionar, de acordo com os requisitos estabelecidos na seção anterior. Para a área interna obteve-se a variação expressa no histograma da Figura 5.9.

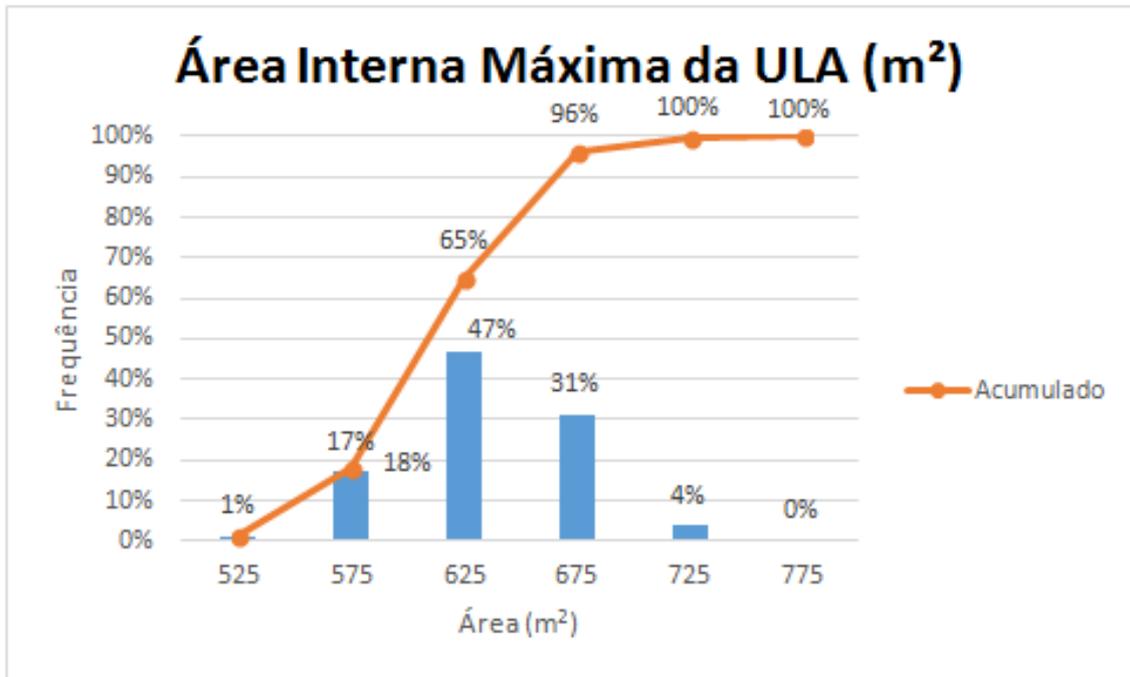


Figura 5.9 - Histograma área interna máxima

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A ULA piloto possui 800 m² de área interna, logo, o modelo indica que há espaço para a ULA piloto atender ainda mais lojas, ou manter as atuais mesmo que ocorra um aumento da demanda média das mesmas.

Também se obtém a variação da área externa da ULA, que está expressa no histograma da Figura 5.10. A ULA piloto possui uma área externa de 400 m², que é inferior à área necessária informada pelo modelo. Analisando a situação atual de operação da ULA piloto, nota-se que a área das docas de recebimento é inferior aos requisitos estabelecidos no modelo. Além disso, pelo fato da ULA piloto estar localizada dentro de um Extra Hiper, existe a possibilidade de utilizar-se um espaço compartilhado com o mesmo para a formação de fila.

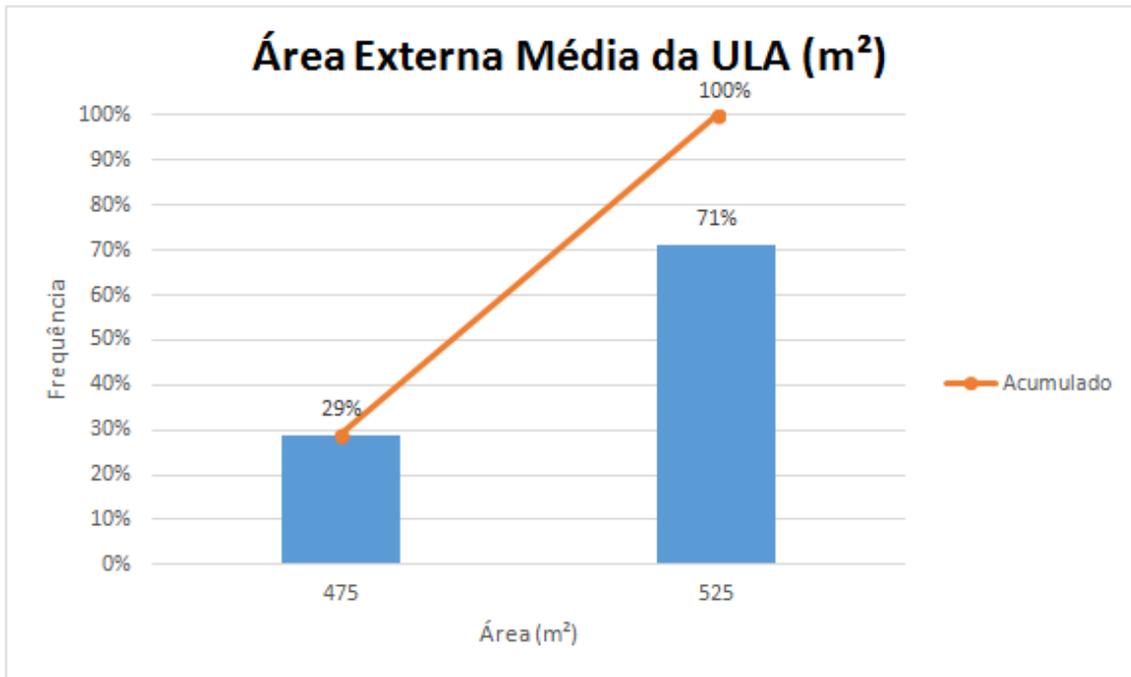


Figura 5.10 - Histograma área externa média

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Somando-se a área interna máxima e a área externa média de cada um dos dias da simulação obtém-se a área total da ULA. O histograma da Figura 5.11 mostra a variação da área total da ULA.

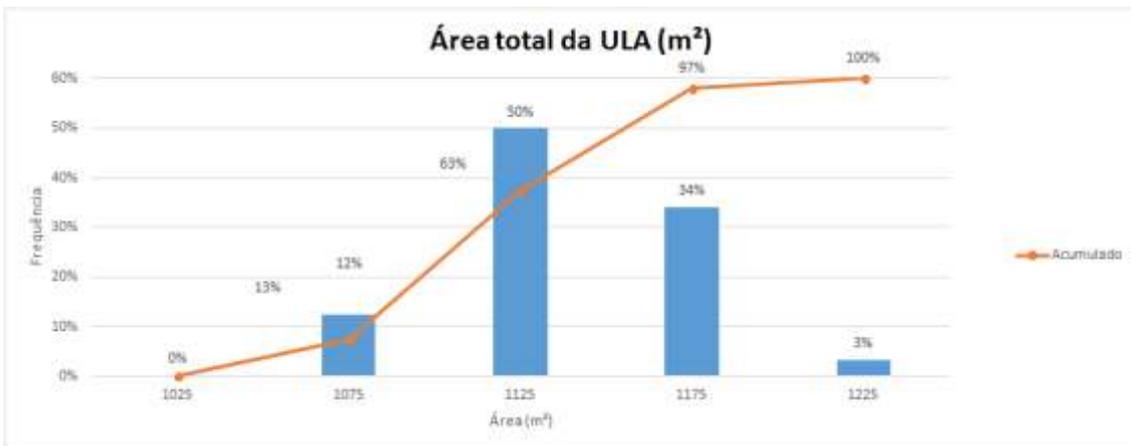


Figura 5.11 - Histograma área total

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Esse histograma pode servir de embasamento para a busca de terreno para uma futura ULA, fornecendo um indicativo da área necessária para operação relacionada ao número de lojas que a ULA pretende atender.

5.2 Variação do Número de Docas de Expedição

Com o objetivo de se estimar os efeitos da redução ou acréscimo de uma doca de expedição foram simulados 2 novos cenários: um com 2 docas de expedição e outro com 4 docas de expedição. Nenhum outro parâmetro foi alterado em relação ao cenário de referência. Esses efeitos foram avaliados em termos de tempo de operação da expedição, número de veículos na fila de distribuição, tempo na fila de distribuição, ocupação das docas de expedição e áreas da ULA.

A Tabela 5.2 expressa os valores obtidos para o tempo de operação da distribuição.

Tabela 5.2 - Tempo operação distribuição

| N = 1000 rodadas | Tempo de Operação de Distribuição (h) | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------|--------|
| | mínimo | médio | máximo |
| Docas de Expedição 2 | 9,7 | 11,2 | 12,4 |
| (ULA piloto) 3 | 9,0 | 10,1 | 11,1 |
| 4 | 8,6 | 9,6 | 10,7 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Nota-se que se a ULA piloto tivesse uma doca de expedição a menos, o tempo médio de operação de expedição seria acrescido em cerca de 1 hora, porém o efeito de uma doca a mais seria menor, aproximadamente uma redução de meia hora.

Na Tabela 5.3, tem-se os valores para o número de veículos na fila de expedição.

Tabela 5.3 - Número de veículos fila expedição

| N = 1000 rodadas | Veículos na Fila de Expedição | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| | média do núm médio | média do núm máximo | máximo do núm máximo |
| Docas de Expedição 2 | 2,4 | 9,4 | 10,0 |
| (ULA piloto) 3 | 1,2 | 7,7 | 8,0 |
| 4 | 0,8 | 5,9 | 7,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Com 2 docas de expedição, o número médio de veículos na fila de expedição é o dobro do obtido com 3 docas de expedição, e o triplo do obtido com 4 docas de expedição. Observa-se também que o número máximo de veículos na fila de expedição aumenta cerca de 2 veículos a cada doca subtraída.

A Tabela 5.4 apresenta os valores do tempo em que os veículos permaneceram na fila de expedição.

Tabela 5.4 - Tempo fila expedição

| N = 1000 rodadas | Tempo na Fila de Expedição (h) | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Docas de Expedição | média dos tempos médios | média dos tempos máximos | máximo dos tempos máximos |
| 2 | | 0,5 | 1,8 | 2,9 |
| (ULA piloto) | 3 | 0,2 | 1,2 | 1,9 |
| | 4 | 0,1 | 0,9 | 1,3 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Nota-se que o tempo médio de veículos na fila de expedição teve um crescimento maior que 100 % no cenário com 2 docas de expedição em relação ao de referência. Porém, o crescimento do tempo máximo é menor que 50 % na comparação dos mesmos cenários. No cenário com 4 docas de expedição, em relação ao de referência, há um decréscimo menor que 50 % no tempo médio de veículos na fila de expedição.

Na Tabela 5.5 e na Tabela 5.6, tem-se a ocupação das docas, de recebimento e de expedição, pelos veículos de distribuição, respectivamente.

Tabela 5.5 – Tempo de ocupação doca de recebimento pelos veículos de distribuição

| N = 1000 rodadas | Ocupação da Doca de Recebimento pelos Veículos de Distribuição (%) | | | |
|------------------|--|--------|-------|--------|
| | Docas de Expedição | mínima | média | máxima |
| 2 | | 55,0 | 70,0 | 83,0 |
| (ULA piloto) | 3 | 40,0 | 54,0 | 71,0 |
| | 4 | 23,0 | 38,0 | 59,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Tabela 5.6 - Tempo de ocupação doca de expedição pelos veículos de distribuição

| N = 1000 rodadas | Ocupação da Doca de Expedição pelos Veículos de Distribuição (%) | | | |
|------------------|--|--------|-------|--------|
| | Docas de Expedição | mínima | média | máxima |
| 2 | | 83,0 | 93,0 | 98,0 |
| (ULA piloto) | 3 | 77,0 | 85,0 | 92,0 |
| | 4 | 68,0 | 76,0 | 84,0 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Observa-se que, conforme esperado, o aumento do número de docas eleva a ociosidade, tanto das docas de recebimento quanto das de expedição. O cenário com 2 docas de expedição indica uma aparente vantagem na ocupação das docas de expedição (pelos veículos de distribuição) em relação ao cenário de referência. Entretanto, o cenário com 2 docas de expedição eleva o tempo de operação da distribuição em mais de 1 hora (ver Tabela 5.2). Tal aumento do tempo de operação da distribuição não é desejável (não cumpriria a janela de atendimento das lojas), logo o número de docas de expedição da ULA piloto está bem dimensionado para a demanda que é atualmente atendida.

Na Tabela 5.7, têm-se as áreas estimadas para a ULA.

Tabela 5.7 - Áreas estimadas

| N = 1000 rodadas | Área (m ²) | | | |
|------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | Docas de Expedição | Área interna máxima | Área externa média | Área dimensionada |
| | 2 | 669,3 | 498,2 | 1167,5 |
| | (ULA piloto) 3 | 635,3 | 503,3 | 1138,6 |
| | 4 | 604,0 | 536,2 | 1140,2 |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

A variação da área interna máxima, tanto no cenário com 2 docas de expedição quanto no cenário com 4 docas de expedição, em relação ao de referência, é de 5 %. Essa variação não é significativa, pois a área interna máxima varia entre 525 m² e 775 m² no cenário de referência, conforme mostrado anteriormente na Figura 5.9. Comparando-se o cenário com 2 docas de expedição ao de referência, não se observa alteração significativa na área externa média. A área utilizada pela doca de expedição no cenário de referência é balanceada pela área de fila no cenário com 2 docas de expedição. Dessa maneira, a variação da área dimensionada, entre todos os cenários considerados, não é significativa, pois está contida dentro da variação do cenário de referência, conforme mostrado anteriormente na Figura 5.11.

Assim, nota-se que o aumento de uma doca de expedição (cenário com 4 docas de expedição) em relação à configuração da ULA piloto é vantajoso, pois, não requisita uma área maior e diminui o tempo de operação da expedição, melhorando o nível de serviço (cumprimento da janela de recebimento das lojas).

5.3 Variação do Número de Lojas Atendidas

Para avaliar a necessidade de área de uma ULA de acordo com o aumento do número de lojas atendidas foram feitos treze novos cenários alterando-se exclusivamente o parâmetro “Número de lojas” de 5 em 5 lojas, começando-se com 20 e indo até 80. O gráfico da Figura 5.12 mostra esses resultados.

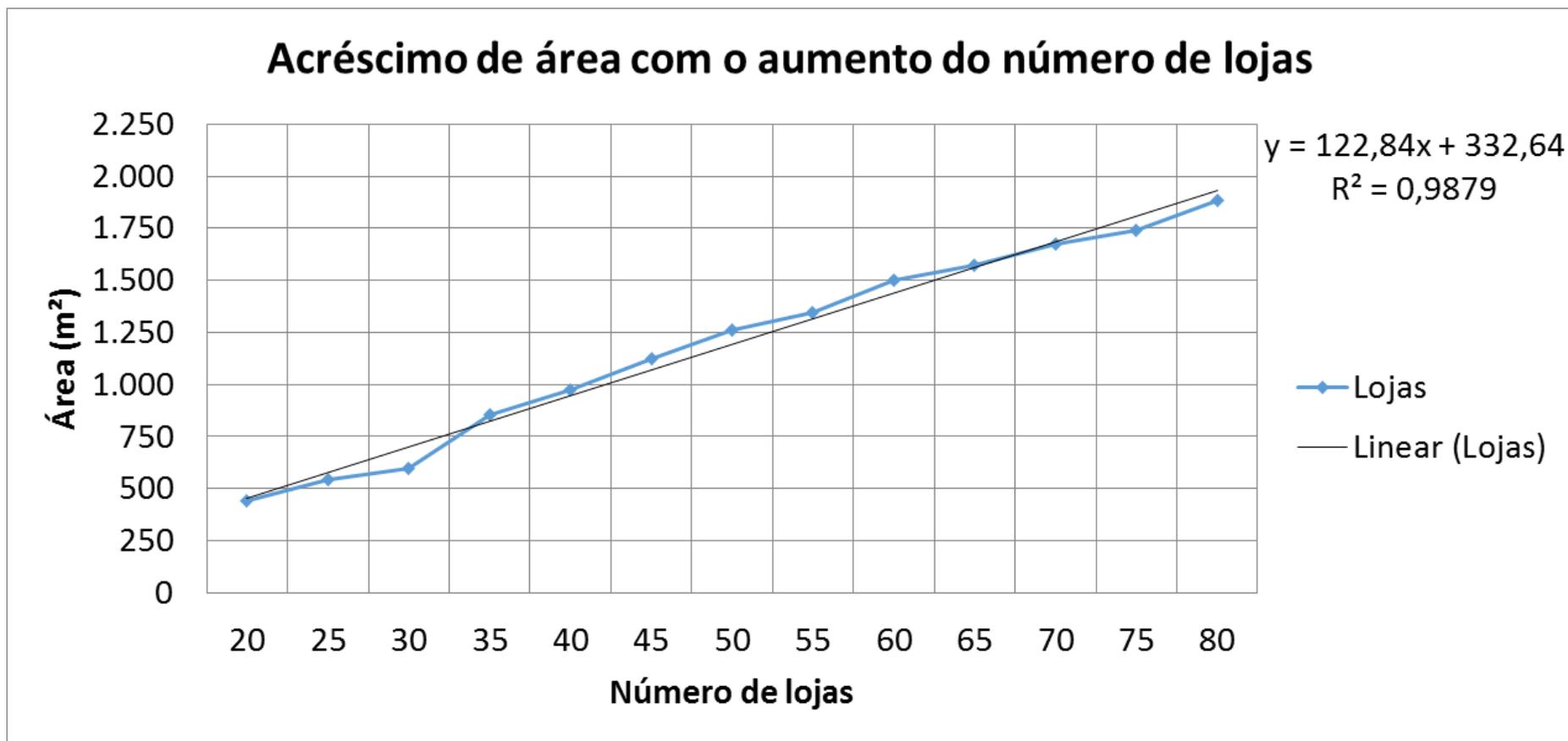


Figura 5.12 - Acréscimo de área com aumento do número de lojas

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Pode-se observar que foi possível gerar uma linha de tendência linear com pouco mais de 98% de aderência. Sendo assim, pode-se dizer que a cada 5 lojas adicionais é requerida uma área aproximadamente 123 m². Com base nessa informação é possível elaborar uma estratégia de construção de novas lojas ao redor de uma futura ULA para justificar sua construção. Além disso, a partir da aquisição de um terreno com uma determinada área para a construção da uma ULA pode-se também estimar a quantidade máxima de lojas que poderão ser atendidas.

Vale a pena enfatizar que o aumento do número de lojas pode gerar uma maior necessidade de funcionários na ULA para realizar as funções de desembarque/embarque de *rolltainers* e conferência dos mesmos. Além disso, a mudança de outros parâmetros como, por exemplo, a demanda média das lojas poderia alterar sensivelmente as informações apresentadas anteriormente.

6 MODELO DE CUSTOS

O modelo de custos calcula os custos totais (diretos e indiretos) de uma determinada frota de veículos para atender a operação de transferência (trajeto CD-ULA) e de distribuição (trajeto ULA-LOJAS) com base em uma série de parâmetros baseados em fontes secundárias como: Tabela FIPE, Tabela da SETCESP e ANTC.

6.1 Formulação do Modelo de Custos

Os custos diretos de transportes podem ser divididos em custos fixos, que independem da operação dos veículos, e em custos variáveis, diretamente relacionados à operação dos mesmos.

Os custos fixos são:

- Depreciação do veículo;
- Remuneração do capital investido;
- Salário do motorista/ajudante com encargos sociais;
- Licenciamento do veículo, IPVA e DPVAT;
- Seguros;
- Implementos do veículo;
- Outros.

Os custos variáveis são:

- Combustível;
- Óleo de motor;
- Óleo de câmbio;
- Arla 32 (apenas para carreta);
- Pneus;
- Manutenção;
- Lavagens.

Além disso, são considerados os custos indiretos de transporte que são:

- Administração;
 - Salários;
 - Aluguel;
 - Serviços;
 - Outros;
- Impostos.

6.2 Parâmetros Descritivos do Modelo

Para a obtenção dos custos de transporte são considerados os seguintes parâmetros:

- Características gerais;
- Características dos veículos;
- Tempos operacionais.

6.2.1 Características Gerais

Determinando-se os pontos de origem e destino de cada trajeto, são calculados os custos de cada trecho específico. Ao final, soma-se cada uma dessas parcelas. Dessa forma, a metodologia de cálculo utilizada no modelo baseia-se na caracterização dos trajetos por meio dos seguintes dados:

- Distância O-D: Distância entre o ponto de origem e de destino de um trajeto (km);
- Vm: Velocidade média da via em um determinado trecho (km/h);
- Demanda: Média da quantidade de *rolltainers* solicitada pelas lojas em um dia (*rolltainers/dia*);
- Motoristas: Número de motoristas por veículo;
- Turno de trabalho: Número de horas de trabalho em um dia (h/dia);
- Dias de trabalho no mês: Número de dias de trabalho no mês (dias/mês).

6.2.2 Características dos Veículos

Para o trecho CD-ULA foi considerado o veículo CARRETA e para o trecho ULA-LOJAS foi considerado o veículo VUC. A caracterização destes veículos foi feita por meio da capacidade de carga útil, capacidade do veículo considerando sua taxa de ocupação em termos de *rolltainers*. Os Itens de custo estão descritos no Anexo B - Itens de Custo.

6.2.3 Tempos Operacionais

6.2.3.1 CD-ULA

O tempo de ciclo do trajeto de transferência é composto pelas parcelas mostradas na Tabela 6.1

Tabela 6.1 - Tempo de ciclo trajeto CD-ULA

| Tempos de Operação | Carreta | |
|--------------------|-------------|----------|
| | Carga geral | |
| Tcarga ida | 0,5 | h |
| Tviagem ida | 0,60 | h |
| Tdescarga ida | 1 | h |
| Tviagem volta | 0,60 | h |
| T total | 2,7 | h/viagem |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Os tempos de viagem foram calculados com base na relação entre a velocidade média e a distância percorrida. O tempo de carregamento foi obtido por meio das entrevistas com funcionários do GPA e o tempo de descarregamento foi calculado durante uma visita técnica na ULA que já está em operação.

6.2.3.2 ULA-LOJAS

O tempo de ciclo do trajeto de distribuição é composto pelas parcelas mostradas na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Tempo de ciclo trajeto ULA-LOJAS

| Tempos de Operação | VUC | |
|--------------------|-------------|----------|
| | Carga geral | |
| N lojas trajeto | 2 | |
| Tcarga ida | 0,6 | h |
| Tviagem ida | 0,50 | h |
| Tdescarga ida | 0,8 | h |
| Tviagem volta | 0,50 | h |
| T total | 2,4 | h/viagem |

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Os tempos de viagem foram calculados com base na relação entre a velocidade média e a distância percorrida. Definiu-se um percurso médio de 25 km para o ciclo completo do VUC considerando a distância de ida, distância entre lojas e a distância para voltar à ULA. Para o cálculo dos tempos foi considerado de maneira simplificada metade desse percurso para ida e a outra metade para a volta. Apesar dos VUCs realizarem um número de entregas variado foi definido um número fixo de duas entregas por veículo de forma a obter um resultado final coerente com a realidade.

Com relação aos tempos de carregamento na ULA e descarregamento nas LOJAS, esses foram calculados em visitas técnicas.

6.3 Cálculo dos Custos

Com base nos parâmetros apresentados anteriormente faz-se o cálculo dos custos de transporte. Para a operação CD-ULA considera-se para o cálculo 3 cavalos mecânicos (eixo 6x2) e 6 semirreboques (baú 3 eixos). Com relação à operação ULA-LOJAS considera-se 14 VUCs. O detalhamento do cálculo está descrito no

Anexo C - Cálculo dos Custos.

6.3.1 Custo Total

Para obter o custo fixo total do trajeto CD-ULA foi verificado o custo fixo tanto do cavalo mecânico como do semirreboque e multiplicou-se esse valor pelo respectivo número de veículos.

$$CF_{total} = (CF_{Cavalo\ Mecânico} * N_{veículos}) + (CF_{Semi-Reboque} * N_{veículos})$$

Expressão 6.1

Com relação ao custo variável total do trajeto CD-ULA, multiplicou-se o custo variável tanto do cavalo mecânico como do semi-reboque pelas respectivas quantidades de viagens no mês e distância do ciclo completo de operação.

O número de viagens por mês dos cavalos mecânicos é calculado dividindo-se a demanda total pela capacidade do semi-reboque, que é de 48 *rolltainers*, e arredondando esse número para cima. O número de viagens por mês dos semi-reboques para o caso em questão é a metade do valor dos cavalos mecânicos.

$$CV_{total} = (CV_{Cavalo\ Mecânico} * Distância_{OD} * 2 * \frac{N_{viagens}}{mês}) + (CV_{Semi-Reboque} * Distância_{OD} * 2 * \frac{N_{viagens}}{mês})$$

Expressão 6.2

| Custo Total = [Custo Fixo (frota) + Custo Variável (Km demanda)] | | | | |
|--|-----------------------|---|----|-------------------------|
| Custo Fixo = | R\$ 9.824,57 | * | 3 | (Cavalo Mecânico) |
| | + R\$ 1.960,43 | * | 6 | (Semi-Reboque) |
| | <u>41.236 R\$/mês</u> | | | |
| Custo Variável = | R\$ 1,57 | * | 30 | 2 180 (Cavalo Mecânico) |
| | + R\$ 0,31 | * | 30 | 2 90 (Semi-Reboque) |
| | <u>18.596 R\$/mês</u> | | | |
| Custo Direto = | 59.832 R\$/mês | | | |

| | N Veículos | Viagens/mês |
|-------------------|------------|-------------|
| Cavalos Mecânicos | 3 | 180 |
| Semi-Reboques | 6 | 90 |

Figura 6.1 - Custo direto transferência

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Para obter o custo fixo total do trajeto ULA-LOJAS multiplicou-se o valor do custo fixo do VUC pela quantidade de veículos em operação. Além disso, para calcular o custo variável total utilizou-se a seguinte procedimento:

1. Cálculo da produtividade unitária (viagens/(veículo*dia)) dos VUCS;
2. Divide-se o tempo disponível para a operação (jornada de trabalho do motorista) pelo tempo de ciclo dos veículos;
3. Divide-se a demanda de *rolltainers* pelo número médio de *rolltainers* por viagem e obtém-se o número de viagens por dia necessárias. Para obter o valor mensal multiplica-se o valor diário pelo número médio de dias úteis no mês;
4. Por fim, divide-se o número de viagens por dia necessários pela produtividade unitária e obtém-se a frota necessária ao arredondar o resultado para cima.

| Produtividade Unitária | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
| $Pu = Td / TC$ | $Td = \text{qtd motoristas} * \text{turno de trabalho} * \text{dias trabalhados no mês}$ | | |
| | $Td =$ <u>1</u> <u>8</u> $=$ | $Td =$ | 8 h/dia*veículo |
| $Pu =$ | $\frac{8}{2,40}$ | $Pu =$ | 3,3 viagens/dia*veículo |
| | | $Pu =$ | 3 viagens/dia*veículo |
| Dimensionamento da Frota (quantidade de veículos necessários para atender a demanda) | | | |
| $N = D / Pu$ | $D(\text{viagens/mês})$ | $\frac{420}{8,1}$ (Rolltainers/dia) | $D =$ 52 viagens/dia |
| | | $\frac{420}{8,1}$ (Rolltainers/viagem) | $D =$ 416 viagens/mês |
| $N =$ | $\frac{52 \text{ viagens/dia}}{3 \text{ viagens/dia*veículo}}$ | | $N =$ 17 veículos |
| | | | $N_{\text{real}} =$ 14 veículos |

Figura 6.2 - Procedimento custo variável total

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Com base no custo total fixo e variável dos VUCs calcula-se o custo direto do trajeto de distribuição de forma análoga ao trajeto de transferência.

| | | | |
|--|----------------|---|--------------------------------|
| Custo Total = [Custo Fixo (frota) + Custo Variável (Km demanda)] | | | |
| Custo Fixo = | R\$ 2.858,82 | * | 14 = 40.024 R\$/mês |
| Custo Variável = | R\$ 0,58 | * | 12,5 * 2 * 416 = 5.986 R\$/mês |
| Custo Direto = | 46.010 R\$/mês | | |

Figura 6.3 - Custo direto distribuição

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Por fim, para a consideração do custo indireto faz-se o cálculo para a filial de uma empresa responsável pelo trajeto de transferência e considera-se 70 % desse custo para a empresa responsável pelo trajeto de distribuição. O detalhamento do cálculo encontra-se no Anexo D - Custos Administrativos.

Dessa forma, pode-se estimar o custo total dos trajetos de transferência, distribuição e do sistema de abastecimento das lojas do MME completo, conforme a Figura 6.4.

| | | | |
|---------|-------|-------|-----------------|
| Demanda | 8.400 | 8.400 | Rolltainers/mês |
| Frota | 3 | 14 | Veiculos |

| | | | |
|----------------|---------------|---------------|---------|
| | CD-ULA | ULA-LOJA | |
| Custo Direto | 59.832 | 46.010 | R\$/mês |
| Custo Fixo | 41.236 | 40.024 | R\$/mês |
| Custo Variavel | 18.596 | 5.986 | R\$/mês |

| | | | |
|-----------------------|---------------|---------------|---------|
| Custo Administrativos | 17.138 | 11.996 | R\$/mês |
|-----------------------|---------------|---------------|---------|

| | | | |
|-------------|---------------|---------------|------------------------|
| | Total | | |
| Custo Total | 76.970 | 58.006 | 134.976 R\$/mês |

Figura 6.4 - Custo total da operação

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O gráfico da Figura 6.5 mostra a distribuição dos custos para ambos os trajetos.

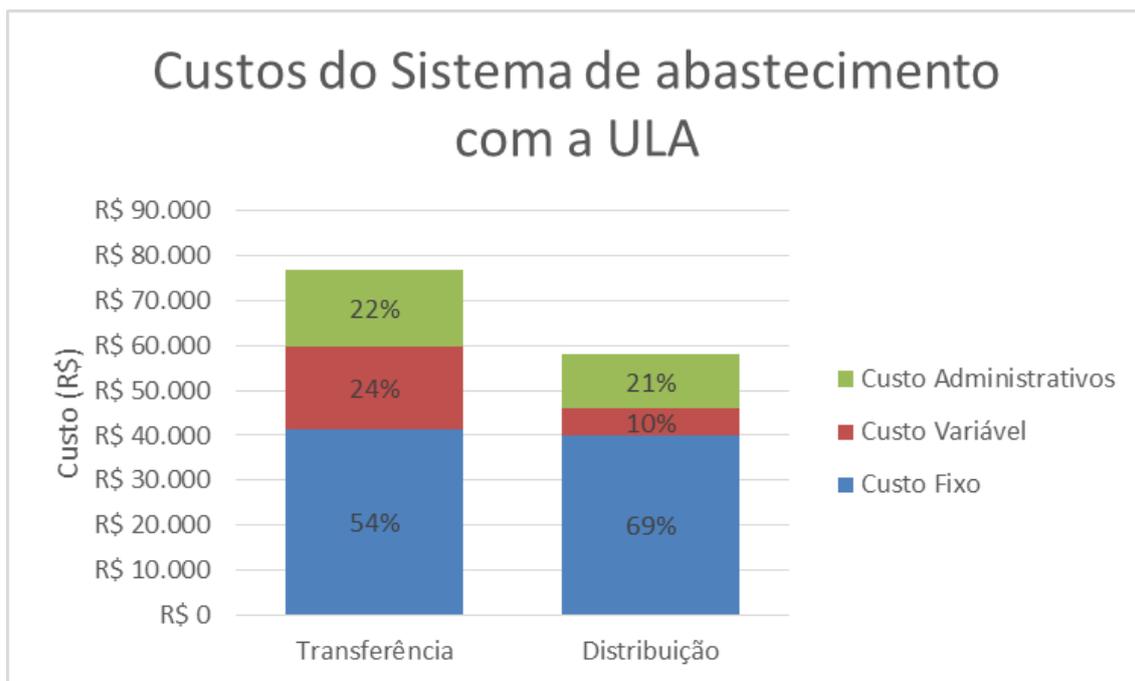


Figura 6.5 - Custos sistema com ULA

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Pode-se perceber que o trajeto de transferência possui a maior contribuição para os custos do sistema completo. Além disso, a maior parcela de custo do trajeto de distribuição refere-se ao seu custo fixo. Sendo assim, seria interessante se os VUCs pudessem fazer mais viagens, uma vez que seu custo fixo é tão relevante. Isso pode ser feito, principalmente, atuando-se na redução do tempo de carregamento na ULA e de descarregamento nas lojas conforme foi exposto anteriormente no capítulo 4.

Além disso, é possível obter o custo por veículo de ambos os trajetos, dessa forma, pode-se utilizar a ferramenta para verificar o ganho estimado da transportadora e com isso possui um maior poder de negociação de frete. Também é possível obter o custo por *rolltainer* do sistema completo e esse valor dá um indicativo do gasto que as lojas têm, uma vez que a conta de frete é de responsabilidade das mesmas.

| | Transferência | Distribuição | Sistema Completo | |
|----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|
| Custo Total | 76.970 | 58.006 | 134.976 | R\$/mês |
| | 1.283 | 207 | | R\$/Veículo/Dia |
| | | | 16 | R\$/Rolltainer/Dia |
| Frete sem ICMS | 1400 | 250 | | R\$/Veic/Dia |
| Frete sem ICMS | | | 20 | R\$/Rolltainer/Dia |
| Resultado | 117 | 43 | | R\$/Veic/Dia |
| Resultado | | | 4 | R\$/Rolltainer/Dia |
| Ganho estimado | 8,4% | 17,1% | 19,7% | |

Figura 6.6 - Estimativa lucro da transportadora

Fonte: Desenvolvido pelos autores

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alcançou-se, conforme estipulado, o desenvolvimento de uma metodologia de análise do sistema de abastecimento das lojas do MME por meio de uma ULA. Desenvolveu-se um modelo de simulação aderente à realidade que possibilita a avaliação de diferentes cenários de operação de uma ULA, e também um modelo de custos, que fornece indicativos dos custos de transporte e embasamento para negociações de frete com as transportadoras.

Essas duas ferramentas desenvolvidas serão disponibilizadas ao GPA para a realização de quaisquer tipos de análise e avaliação de outros cenários não contemplados neste trabalho.

Como sugestões de melhorias futuras do modelo de simulação poder-se-ia fazer considerações sobre o Tipo de produto (Tipo A ou Tipo B) nas viagens de recebimento. Também seria interessante colocar a frota de veículos de transferência como um parâmetro, de tal forma que fosse possível realizar cálculos mais precisos sobre o tempo de viagem entre o CD e a ULA.

Uma outra recomendação está relacionada à inserção de um módulo de otimização. Definindo-se uma função de custo, a frota necessária tanto para a operação de transferência como de distribuição poderia ser calculada.

Com relação ao modelo de custos, seria interessante realizar um estudo que permitisse parametrizações regionais, como por exemplo, o preço do combustível em diferentes estados. Também seria interessante criar um procedimento de cálculo que contemplasse a utilização de dois turnos de motoristas para a realização de operações com duração maior que 8 h.

Uma outra consideração está relacionada à verificação dos impactos no custo ao utilizar veículos de transferência de diferentes capacidades. Além disso, poder-se-ia adicionar ao modelo um módulo de cálculo do custo fixo da ULA que contemplasse as contas administrativas dessa estrutura e os gastos com seus funcionários de forma a incluir esse importante custo na avaliação do sistema como um todo.

A contribuição do GPA com os dados de sua operação foi bastante importante para a condução deste trabalho e a convivência com profissionais de mercado foi certamente uma experiência bastante enriquecedora para o grupo.

O estreitamento das relações entre as empresas e as universidades agrega grande valor para ambas as partes e a continuidade desse relacionamento é de suma importância para que sejam desenvolvidos mais estudos acadêmicos sobre temas de destaque e relevância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. (2007). *Logística Empresarial*. Editora Atlas.

BALLOU, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial*. 5ª Edição. Bookman. Porto Alegre.

ALVARENGA, A.C. e NOVAES, A. G. (1994) *Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física* Ed. Livraria Pioneira. São Paulo.

NOVAES, A. G. (2004) *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. Editora Campus. São Paulo.

DAGANZO, C. F. e NEWELL, G. F. (1985) *Physical Distrubuiton From a Warehouse: Vehicle Coverage and Inventory Levels*. Transpn. Res. B Vol. 19B, No. 5, pp. 397-407, 1985.U.S.A.

DAGANZO, C. F. (1988) *Shipment Composition Enhancement At a Consolidation Center*. Transpn. Res. B Vol. 22B, No. 2, pp. 103-124, 1988.GBR.

BLUMENFELD, D. E., BURNS, L. D., DILTZ, J. D. e DAGANZO, C. F. (1985) *Analyzing Trade-Offts Between Transportation, Inventory And Production Costs On Freight Networks*. Transpn. Res.-B Vol. 19B, No. 5, pp. 361-380, 1985 .U.S.A.

CET: Zona de Máxima Restrição de Circulação – ZMRC. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br/consultas/caminhoes/locais-com-restricao-ao-caminhao/zona-de-maxima-restricao-de-circulacao-zmrc.aspx>> Acesso em: 22 de junho de 2013.

CET: Mapa Zona de Máxima Restrição de Circulação – ZMRC. Disponível em <<https://maps.google.com.br/maps/ms?ie=UTF8&hl=pt-BR&oe=UTF8&msa=0&msid=217457800974376082556.0004c144f116adda5619d>>. Acesso em: 22 de junho de 2013.

GRUPO PÃO DE AÇÚCAR: Histórico. Disponível em: <<http://www.grupopaodeacucar.com.br/o-grupo/nossa-historia/>> Acesso em: 22 de junho de 2013.

SHANNON, R.E. (1992) *Introduction to Simulation*. In: *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, pp.65-73, 1992.U.S.A.

CHWIF, L. e MEDINA, A.C. (2006) *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações*. Editora dos Autores, São Paulo.

IGBE: Cidades@. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em :14 de novembro de 2013.

CET: Disponível em <<http://www.cetsp.com.br>> Acesso em: 14 de novembro de 2013.

PORTAL APAS: Disponível em
<<http://www.portalapas.org.br/default.asp?resolucao=1280X800>> Acesso em: 14 de novembro de 2013.

PORTAL ABRAS: Disponível em <<http://www.abrasnet.com.br/economia-e-pesquisa/ranking-abras/os-numeros-do-setor/>> Acesso em: 14 de novembro de 2013.

ANEXO A - DADOS OBTIDOS

Indicam-se nesta seção os dados que foram obtidos junto ao GPA no tocante a lojas, CDs e transporte. Estes dados subsidiam as análises sobre a operação que são feitas no Capítulo 3.

Lojas

Foram utilizados dois arquivos relativos as lojas MME, conforme a Tabela Anexo 1.

Tabela Anexo 1 - Dados obtidos lojas

| Formato do Arquivo | Conteúdo do Arquivo | Período dos Dados |
|---------------------|---|-------------------|
| Planilha Eletrônica | Vendas esperadas e vendas reais, em moeda nominal | Ano de 2012 |
| Planilha Eletrônica | Endereço, coordenada geodésica, área, horários de funcionamento e janelas de recebimento para cada loja | Ano de 2012 |

Centros de Distribuição

Foi utilizado um arquivo relativo aos centros de distribuição que atendem as lojas MME, conforme a Tabela Anexo 2.

Tabela Anexo 2 - Dados obtidos centros de distribuição

| Formato do Arquivo | Conteúdo do Arquivo | Período dos Dados |
|---------------------|--|-------------------|
| Planilha Eletrônica | Informações mensais da estimativa de envio e total enviado dos produtos, medidos em volume (m ³), peso (kg) e valor em moeda nominal | Ano de 2012 |

Transporte

A Tabela Anexo 3 mostra o arquivo utilizado relativo aos dados de transporte.

Tabela Anexo 3 - Dados obtidos transporte

| Formato do Arquivo | Conteúdo do Arquivo | Período dos Dados |
|---------------------|--|----------------------------|
| Planilha Eletrônica | <ul style="list-style-type: none">• CD de origem• Loja de destino<ul style="list-style-type: none">○ Código○ Bandeira• Veículo<ul style="list-style-type: none">○ Identificação○ Tipo (capacidade)○ Tipo contrato (fixo/esporádico)• Rota<ul style="list-style-type: none">○ Código rota○ Código itinerário• Volume (m³)• Peso (kg)• Distâncias lineares CD-loja• Valor pago (frete) | Janeiro a setembro de 2012 |

Além disso, para o mês de janeiro de 2012 obtiveram-se dados relacionados à janela de recebimento possível das lojas (horários de início e término).

ANEXO B - ITENS DE CUSTO

Tabela Anexo 4- Itens de custo carreta

| Veículo | Cavalo | Tipo | Semi | Tipo |
|--------------------------------|--------------------|-------------|---------|-------------|
| Carreta - 48 Rollainers | Mecânico | 3 eixos 6x2 | Reboque | Baú 3eixos |
| Investimento | 311.540 | R\$ | 106.000 | R\$ |
| Valor Residual | 155.770 | R\$ | 53.000 | R\$ |
| Vida Útil | 5 | anos | 5 | anos |
| Custo de Capital | 10% | %a.a. | 10% | %a.a. |
| Salario Motorista | 1.224 | R\$/mês | | |
| Encargos Sociais | 134% | % | | |
| Plano saúde | 105 | R\$/mês | | |
| Seguro vida | 5 | R\$/mês | | |
| Vale Transporte | 300 | R\$/mês | | |
| Vale Alimentação | 440 | R\$/mês | | |
| Exames médicos | 50 | R\$/mês | | |
| Seguro casco | 3% | % | 3% | % |
| Manutenção (% a cada 10000 km) | 0,80% | % | 1,00% | % |
| Capacitação | 29 | R\$/mês | | |
| Tacógrafo | 21 | R\$/mês | | |
| Sinal rastreamento | 120 | R\$/mês | | |
| Gerenciadora de risco | 120 | R\$/mês | | |
| Preço Pneu | 1.459 | R\$/pneu | 1.459 | R\$/pneu |
| Preço Recapagem | 32% | % pneu novo | 32% | % pneu novo |
| Oleo Diesel S50 | 2 | R\$/l | | |
| Consumo | 2 | km/l | | |
| Preço Oleo Motor | 11 | R\$/l | | |
| Qtd oleo motor | 30 | l/troca | | |
| Frequencia de troca motor | 10.000 | km/troca | | |
| Preço Oleo Cambio | 15 | R\$/l | | |
| Qtd oleo Cambio | 15 | l/troca | | |
| Frequencia de troca Cambio | 15.000 | km/troca | | |
| Preço arla32 | 4 | R\$/l | | |
| Consumo arla32 | 5% | % diesel | | |
| Intervalo entre lavagens | 2.500 | km/troca | 2.500 | km/troca |
| Preço da lavagem | 215 | R\$/lavagem | 215 | R\$/lavagem |
| | Implementos | | | |
| Rastreamento + Trava | 3.750 | R\$ | | |

Tabela Anexo 5 - Itens de custo VUC

| VUC - 9 Rollrainers | | |
|--------------------------------|---------|-------------|
| Investimento | 110.000 | R\$ |
| Valor Residual | 86.000 | R\$ |
| Vida Útil | 5 | anos |
| Custo de Capital | 8,5% | %a.a. |
| Salario Motorista | 1.266 | R\$/mês |
| Encargos Sociais | 133,65% | % |
| Plano saúde | 105 | R\$/mês |
| Seguro vida | 5 | R\$/mês |
| Vale Transporte | 300 | R\$/mês |
| Vale Alimentação | 338 | R\$/mês |
| Exames médicos | 50 | R\$/mês |
| Seguro casco | 3% | % |
| Manutenção (% a cada 10000 km) | 0,80% | % |
| Capacitação | 29 | R\$/mês |
| Tacógrafo | 21 | R\$/mês |
| Sinal rastreamento | 120 | R\$/mês |
| Gerenciadora de risco | 120 | R\$/mês |
| Preço Pneu | 540 | R\$/pneu |
| Preço Recapagem | 32% | % pneu novo |
| Oleo Diesel S50 | 2 | R\$/l |
| Consumo | 6 | km/l |
| Preço Oleo Motor | 11 | R\$/l |
| Qtd oleo motor | 6 | l/troca |
| Frequencia de troca motor | 10.000 | km/troca |
| Preço Oleo Cambio | 15 | R\$/l |
| Qtd oleo Cambio | 2 | l/troca |
| Frequencia de troca Cambio | 15.000 | km/troca |
| Intervalo entre lavagens | 2.500 | km/troca |
| Preço da lavagem | 80 | R\$/lavagem |
| Implementos | | |
| Plataforma | 11.500 | R\$ |
| Rastreamento + Trava | 3.750 | R\$ |

ANEXO C - CÁLCULO DOS CUSTOS

Tabela Anexo 6 - Cálculo dos custos cavalo mecânico

| | Cavalo mecânico | | | | | | UNID. | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|---|---------------|--------------|---------------|--------------------|-------------|
| | Valor Veículo 0km | Valor de Mercado do Veículo | Vida útil em anos | Vida útil em meses | | | | | |
| Custos FIXOS (R\$/mês) | Depreciação | R\$ 311.540 | R\$ 155.770 | 5 | 60 | | 2.596,17 | R\$ por mês | |
| | Remuneração de capital | Valor Veículo 0km | Valor de Mercado do Veículo | Custo de capital equivalente j em % a.m | | | | | |
| | | R\$ 311.540 | R\$ 155.770 | 1% | | | | 1.922,68 | R\$ por mês |
| | Motorista com encargos sociais | Qtd Motoristas | Salário do motorista | Encargos NTC | Benefícios | | | | |
| | | 1 | R\$ 1.224 | 134% | R\$ 900 | | | 3.759,54 | R\$ por mês |
| | LicencTo + Seg. Obrig. + IPVA | Total Gasto com IPVA e DPVAT | Dividida por 12 para ter um valor mensal | | | | | | |
| | | R\$ 4.978 | 12 | | | | | 414,84 | R\$ por mês |
| | Seguros | Total Gasto com Seguro do Equipamento | Dividida por 12 para ter um valor mensal | | | | | | |
| | | R\$ 9.346 | 12 | | | | | 778,85 | R\$ por mês |
| | Implementos | Rastreamento + Trava | Vida útil em anos | Vida útil em meses | | | | | |
| R\$ 3.750 | | 5 | 60 | | | | 62,50 | R\$ por mês | |
| Outros CF | | | | | | | | | |
| | R\$ 290 | | | | | | 290,00 | R\$ por mês | |
| Total dos Custos Fixos | | | | | | | 9.825 | R\$ por mês | |
| Custos VARIÁVEIS (R\$/km) | Cavalo mecânico | | | | | | UNID. | | |
| | Peças e Serviços de Oficina | Quilometragem entre Manutenções | média de gastos com manutenção | | | | | | |
| | | 10.000 | 0 | | | | | 0,2492 | R\$/Km |
| | Pneus | Vida útil - Km | Quantidade | Preço Unitário | Quant. Recap. | Preço Recap. | | | |
| | | 240.000 | 10 | R\$ 1.459 | 2 | 467 | | 0,0997 | R\$/Km |
| | Combustível | Consumo Km/litro | Preço do litro | | | | | | |
| | | 2 | R\$ 2,26 | | | | | 1,0022 | R\$/Km |
| | Óleo de Motor | Quilometragem entre trocas | Quantidade de Litros | Preço do litro | | | | | |
| | | 10.000 | 30 | R\$ 11,30 | | | | 0,0339 | R\$/Km |
| | Óleo de Câmbio | Quilometragem entre trocas | Quantidade de Litros | Preço do litro | | | | | |
| 15.000 | | 15 | R\$ 14,50 | | | | 0,0145 | R\$/Km | |
| ARLA 32 | Consumo Km/litro | Preço do litro | | | | | | | |
| | 45 | R\$ 3,62 | | | | | 0,0804 | R\$/Km | |
| Lavagens | Quilometragem entre lavagens | Preço da Lavagem | | | | | | | |
| | 2.500 | R\$ 215,00 | | | | | 0,0860 | R\$/Km | |
| Total dos Custos Variáveis | | | | | | | 1,5660 | R\$/Km | |

Tabela Anexo 7 - Cálculo dos custos semirreboque

| | Semi reboque | | | | | | UNID. | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|--|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| | Valor Veículo 0km | Valor de Mercado do Veículo | Vida útil em anos | Vida útil em meses | | | | | |
| Custos FIXOS (R\$/mês) | Depreciação | R\$ 106.000,00 | R\$ 53.000,00 | 5 | 60 | | 883,33 | R\$ por mês | |
| | Remuneração de capital | Valor Veículo 0km | Valor de Mercado do Veículo | Custo de capital equivalente j em %a.m | | | | | |
| | | R\$ 106.000,00 | R\$ 53.000,00 | 0 | | | | 654,18 | R\$ por mês |
| | Motorista com encargos sociais | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | LicencTo + Seg. Obrig. + IPVA | Total Gasto com IPVA e DPVAT | Dividida por 12 para ter um valor mensal | | | | | | |
| | | R\$ 1.895,00 | 12 | | | | | 157,92 | R\$ por mês |
| | Seguros | Total Gasto com Seguro do Equipamento | Dividida por 12 para ter um valor mensal | | | | | | |
| | | R\$ 3.180,00 | 12 | | | | | 265,00 | R\$ por mês |
| | Total dos Custos Fixos | | | | | | | 1.960 | R\$ por mês |
| Custos VARIÁVEIS (R\$/km) | Semi reboque | | | | | | UNID. | | |
| | Peças e Serviços de Oficina | Quilometragem entre Manutenções | média de gastos com manutenção | | | | | | |
| | | 10.000 | R\$ 0,01 | | | | | 0,1060 | R\$/Km |
| | Pneus | Vida útil - Km | Quantidade | Preço Unitário | Quant. Recap. | Preço Recap. | | | |
| | | 240.000 | 12 | R\$ 1.459,00 | 2 | 467 | | 0,1196 | R\$/Km |
| | Combustível | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Óleo de Motor | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Óleo de Câmbio | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ARLA 32 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Lavagens | Quilometragem entre lavagens | Preço da Lavagem | | | | | | | |
| | 2.500 | R\$ 215,00 | | | | | 0,0860 | R\$/Km | |
| Total dos Custos Variáveis | | | | | | | 0,3116 | R\$/Km | |

ANEXO D - CUSTOS ADMINISTRATIVOS

Tabela Anexo 8 - Custos administrativos

| <i>Quadro de funcionários</i> | | |
|-------------------------------|---|---|
| Gerencia | | |
| # Chefe filial | # | 1 |
| # Supervisor Programação | # | 1 |
| # Supervisor Manutenção | # | 1 |
| # Supervisor Administrativo | # | 1 |
| # Supervisor Segurança | # | 1 |
| Outros | | |
| # Auxiliares programação | # | 1 |
| # Técnicos manutenção | # | 1 |
| # Auxiliares Administrativos | # | 2 |
| # Auxiliares Segurança | # | 1 |
| # Estagiários | # | 2 |

| <i>Folha de pagamento administrativos filiais</i> | | |
|---|------------|---------------|
| Gerencia | R\$ | 28.517 |
| Chefe filial | R\$ | 6.219 |
| Supervisor Programação | R\$ | 5.575 |
| Supervisor Manutenção | R\$ | 5.575 |
| Supervisor Administrativo | R\$ | 5.575 |
| Supervisor Segurança | R\$ | 5.575 |
| Outros | R\$ | 19.188 |
| Auxiliares programação | R\$ | 4.463 |
| Técnicos manutenção | R\$ | 4.463 |
| Auxiliares Administrativos | R\$ | 4.463 |
| Auxiliares Segurança | R\$ | 2.232 |
| Estagiários | R\$ | 3.566 |
| TOTAL Folha de Pagamento filial | R\$ | 47.705 |

| <i>Outros gastos administrativos</i> | | |
|--|------------|---------------|
| Aluguel Filial | R\$ | 7.000 |
| Segurança | R\$ | 5.000 |
| Frota administrativas | # | 896 |
| Custo frota administrativa | R\$ | 25.000 |
| Depreciação frota administrativa | R\$ | 417 |
| Juros leasing frota administrativa | % | 0,25% |
| Gastos frota administrativa | R\$ | 400 |
| Contabilidade | R\$ | 500 |
| Telefone | R\$ | 3.000 |
| Internet | R\$ | 300 |
| Informática | R\$ | 400 |
| Correios/malotes | R\$ | 400 |
| Suprimentos | R\$ | 500 |
| Multas de trânsito | R\$ | 450 |
| Limpeza | R\$ | 1.000 |
| Outros | R\$ | 1.000 |
| TOTAL Outros Gastos Administrativos | R\$ | 20.846 |

| | | |
|--|------------|---------------|
| TOTAL Gastos Administrativos | R\$ | 68.551 |
| Fator de reateio | % | 25% |
| TOTAL Gastos Administrativos Filial | | 17.138 |