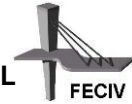




UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS NA
CIDADE DE UBERLÂNDIA (MG)**

PAULO DE TARSO RICCI RAMOS

18 de Setembro de 2015



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

Paulo de Tarso Ricci Ramos

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração : Engenharia Urbana

Orientadora: Prof^ª. Dra. Camilla Miguel Carrara Lazzarini

Uberlândia, MG, 18 de Setembro de 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R175i
2015 Ramos, Paulo de Tarso Ricci, 1967-
 Implantação de centros de distribuição de produtos farmacêuticos na
 cidade de Uberlândia (MG) / Paulo de Tarso Ricci Ramos. - 2015.
 91 f. : il.

 Orientadora: Camilla Miguel Carrara Lazzarini.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
 Inclui bibliografia.

 1. Engenharia civil - Teses. 2. Logística - Teses. 3. Transporte de
 mercadorias - Teses. I. Lazzarini, Camilla Miguel Carrara, 1980- II.
 Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em
 Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 150/2015

CANDIDATO: Paulo de Tarso Ricci Ramos

Nº. Matrícula: 11312ECV014

ORIENTADORA: Profª. Dra. Camilla Miguel Carrara Lazzarini

TÍTULO: "Implantação de centro de distribuição de produtos farmacêuticos na cidade de Uberlândia (MG)".

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infraestrutura Urbana e de Transporte

DATA DA DEFESA: 18 de setembro de 2015

LOCAL: Sala de webconferência 03, bloco 5M.

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 15:10 - 17:03

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

OBS: Realizar as correções sugeridas pela banca, em especial a suges
tao da Professora Cira Souza Pitombo para alteração do título,
em ~~no~~ 30 dias.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Camilla Miguel Carrara Lazzarini

Professor Orientador: **Profª. Drª. Camilla Miguel Carrara Lazzarini – FECIV/UFU**

Cira Souza Pitombo

Membro externo: **Profª. Drª. Cira Souza Pitombo – EESC/USP**

José Ap. Serratini

Membro interno: **Prof. Dr. José Aparecido Serratini – FECIV/UFU**

Uberlândia, 18 de setembro de 2015.

Aos meus pais, José Lucio Ramos (in memórian) e Ada Ricci Ramos, pelo carinho eterno e pelas oportunidades proporcionadas durante a minha vida, à minha filha, Bruna Ferreira Ramos, pela presença e apoio constante nos momentos mais difíceis desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à força divina de Deus, que iluminou e me fez alcançar mais esse objetivo de vida.

Agradeço a todos os meus amigos, familiares e colegas da Faculdade de Engenharia Civil, pelo apoio e ajuda na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Faria, pelo apoio, profissionalismo e amizade, dispensados durante as fases de preparação.

Agradeço à minha orientadora, Prof^a. Dra. Camilla Miguel Carrara Lazzarini, pelo apoio, orientações, paciência, dedicação, empenho e acima de tudo, pelos conhecimentos transmitidos com extrema competência e humildade, durante todo processo de elaboração desta dissertação.

Agradeço em especial à minha filha Bruna Ferreira Ramos, pela presença constante e ser meu motivo maior de inspiração, na rotina diária de superar meus desafios de vida.

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização da pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

RAMOS, P. T. R., Implantação de Centros de Distribuição de Produtos Farmacêuticos na Cidade de Uberlândia (MG), 91 páginas, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2015.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é determinar, com base nos conceitos da Logística Urbana de cargas, a localização ótima, de um centro de distribuição (CD) e da roteirização ótima da distribuição de produtos farmacêuticos, partindo deste CD, na cidade de Uberlândia, MG, com a utilização do *software TransCAD*. O estudo de caso foi realizado em uma empresa do segmento de venda a varejo de produtos farmacêuticos de âmbito nacional, que conta com 12 filiais instaladas na cidade. Devido aos altos custos de entrega, aos riscos de roubo de carga relacionados ao segmento de produtos farmacêuticos e à grande concorrência entre drogarias, e até mesmo entre outros varejos generalistas, como hipermercados e lojas de conveniência, estas empresas têm constantemente buscado alternativas para otimizar as operações de armazenagem e distribuição. Na geração de cenários, o *software TransCAD* foi utilizado para obtenção da localização ótima do(s) centro(s) de distribuição e da roteirização ótima da distribuição dos produtos do(s) centro(s) de distribuição(s) para as filiais da empresa na cidade, gerando uma redução de custos de aproximadamente 10% dos custos logísticos da empresa na cidade de Uberlândia, MG, o que representa valores na ordem de R\$ 27.884,16 mensais ou R\$ 334.609,92 anuais. Os conceitos adotados apoiaram-se nas metodologias de Logística Urbana de Cargas e na importância da escolha de um local ótimo operacionalmente para a instalação de um CD, que manipula mercadorias de alto valor agregado e de controle restrito de órgãos de saúde como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Para a roteirização foram inicialmente, definidos um cenário atual (2013) e um futuro (2017) visando abranger a perspectiva de crescimento do mercado.

Palavras-chave: Logística Urbana – TransCAD - Centro de Distribuição - Produtos Farmacêuticos

RAMOS, P.T.R., Deployment of Pharmaceutical Distribution Centers in Uberlândia, MG, 91 p. Master`s Thesis, Faculty of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2015.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine, based on urban freight logistics concepts, the optimal location, of a distribution center and the optimal routing for the distribution of pharmaceutical products, starting this CD, in the city of Uberlândia, MG, using the TransCAD software. The case study was conducted in a company's retail segment sales of pharmaceutical products nationwide, which have 12 branches established in the city. Due to the high costs of delivery, the risk of cargo theft related to the pharmaceuticals segment and the great competition between drugstores and even among other general retailers such as supermarkets and convenience stores, these companies have consistently sought alternatives to optimize operations storage and distribution. In the generation of scenarios, TransCAD software was used to obtain the optimal location of distribution centers and the optimal routing of the distribution of the products (s) center (s) distribution (s) for branch offices in the city, generating a reduction in costs of approximately 10% of the company's logistics costs in the city of Uberlândia, MG , representing values in the monthly amount of R \$ 27,884.16 or R \$ 334,609.92 annually. The concepts adopted relied on methodologies from Urban Freight Logistics and the importance of choosing a optimal place operationally for the installation of a distribution center, which handles high value added goods and strict control of health agencies such as ANVISA (National Health Surveillance Agency). For routing, were initially defined a current (2013) and a future scenario (2017) aimed to cover the growth prospect of the market.

Keywords: Urban Logistics -TransCAD - Distribution Center – Pharmaceuticals Products

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos Logísticos de uma Empresa.....	18
Tabela 2 - Composição dos Custos Logísticos.....	31
Tabela 3 - Participação dos Modais de Transportes.....	32
Tabela 4 - Comparação dos Custos por Modalidade	33
Tabela 5 - Demanda Mensal Atual.....	53
Tabela 6 – Custo de Distribuição Atual.....	53
Tabela 7 - % PIB Uberlândia, MG em relação PIB Brasil.....	54
Tabela 8 - Faturamento Mercado de Farmácias no Brasil.....	54
Tabela 9 - Faturamento Mercado de Farmácias em Uberlândia, MG	55
Tabela 10 - Demandas de Distribuição por Farmácia.....	58
Tabela 11 - Endereços Propostos para os CD's.....	59
Tabela 12 - Sinistralidade por Roubos e Furtos.....	61
Tabela 13 - Demanda Futura Mensal.....	75
Tabela 14 - Custos de Distribuição para Demanda Futura – Carga Compartilhada.....	75
Tabela 15 - Demanda Futura Mensal - Cargas Uberlândia, MG.....	77
Tabela 16 - Custos de Distribuição para Demanda Futura - Transferência Cargas de Uberlândia, MG.....	77
Tabela 17 - Demanda Futura Mensal - Cargas Araxá, MG e Araguari, MG.....	77
Tabela 18 - Custos de Distribuição para Demanda Futura - Transferência Cargas de Araxá, MG e Araguari, MG.....	78
Tabela 19 - Resumo Operacional de Entrega a partir do CD 9.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de Roteirização Otimizada e não Otimizada.....	24
Figura 2 - Método da Roteirização por Varredura.....	27
Figura 3 - Método da Roteirização Método de Clarke e Wright	27
Figura 4 - Atores-chave na Logística Urbana.....	29
Figura 5 – Custos de Armazenagem.....	34
Figura 6 - Custos de Estoque ou Estocagem.....	36
Figura 7 - Funções Básicas de um Centro de Distribuição	40
Figura 8 - Matriz de Custo (<i>Facility Location</i>)	46
Figura 9 - Localização das Farmácias.....	52
Figura 10 - Localização Inicial dos CD's.....	56
Figura 11 - Parâmetros do <i>dataview Depot</i> – Proposta Centros de Distribuição.....	57
Figura 12 - Parâmetros do <i>dataview Stop</i> – Farmácias	57
Figura 13 - <i>Dataview</i> da Simulação 1.....	62
Figura 14 - Resumo Operacional da Simulação 1.....	62
Figura 15 - <i>Dataview</i> da Simulação 2.....	63
Figura 16 - Resumo Operacional da Simulação 2.....	63
Figura 17 - <i>Dataview</i> da Simulação 3.....	64
Figura 18 - Resumo Operacional da Simulação 3.....	64
Figura 19 - <i>Dataview</i> da Simulação 4.....	65
Figura 20 - Resumo Operacional da Simulação 4.....	65
Figura 21 - <i>Dataview</i> da Simulação 5	66
Figura 22 - Resumo Operacional da Simulação 5	66
Figura 23 - <i>Dataview</i> da Simulação 6	67
Figura 24 - Resumo Operacional da Simulação 6	67
Figura 25 - <i>Dataview</i> da Simulação 7	68
Figura 26 - Resumo Operacional da Simulação 7	68

Figura 27 - Resumo das Simulações.....	69
Figura 28 - Características do Depósito.....	69
Figura 29 - Dados Operacionais do Depósito.....	70
Figura 30 - Definição da Frota Disponível para Roteirização	71
Figura 31 - Localização do CD 9.....	71

SIGLAS E SÍMBOLOS

SIGLAS

ABRAFARMA - Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drogarias

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CD – Centro de Distribuição

EE – Energia Elétrica

EUA – Estados Unidos da América

ILOS – Instituto de Logística e *Supply Chain*

IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

M&A – Movimentação e Armazenagem

MG - Minas Gerais

PBT – Peso Bruto Total

PNLT – Plano Nacional de Logística e Transporte

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SP – São Paulo

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

SÍMBOLOS

Kg – Quilograma

t – Tonelada

M²– Metro Quadrado

M³ – Metro Cúbico

Km - Quilômetro

SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
1.1 Objetivos do Trabalho.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 Justificativa do Trabalho.....	17
1.3 Estrutura do Trabalho.....	19
 2. Revisão bibliográfica.....	 21
2.1 Logística	21
2.1.1 Roteirização	23
2.1.2 Logística Urbana	26
2.2 Custos Logísticos	30
2.2.1 Custos de Transporte.....	30
2.2.2 Custos de Armazenagem e Estoque	34
2.2.3 Custos de Pedido	36
2.3 Mobilidade Urbana.....	37
2.4 Centro de Distribuição.....	39
2.5 Simulação Computacional.....	40
2.5.1 Elementos da Simulação Computacional.....	42
2.5.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).....	42
2.5.3 TransCAD.....	43
2.5.3.1 Localização de CD com o TransCAD.....	45
2.5.3.2 Roteirização com o TransCAD.....	46
 3. Estudo de Caso.....	 49
3.1 Empresa do Estudo de Caso	49
3.2 Etapas da Pesquisa.....	50
3.3 Cenário Atual.....	51

3.4 Cenário Futuro.....	53
3.4.1 Parametrização de dados no TransCAD.....	56
3.4.2 Simulações para localização ótima do Centro de Distribuição.....	57
4. Resultados.....	60
4.1 CD Selecionado pelo TransCAD	61
4.2 Rotas de distribuição simuladas pelo TransCAD	70
4.2.1 Simulação das rotas de distribuição a partir do CD selecionado - <i>Depot 9</i>	71
4.3 Comparativo dos Custos Totais da Operação	73
4.3.1 Cálculo do Custo Total da operação sem instalação de um CD na cidade de Uberlândia (MG), para um cenário futuro.....	73
4.3.2 Cálculo do Custo Total da operação com a instalação de um CD na cidade de Uberlândia (MG), para um cenário futuro.....	75
4.3.2.1 Cálculo dos Custos de Transferência entre Contagem, MG / Uberlândia, MG e Contagem, MG / Araxá, MG e Araguari, MG.....	75
4.3.2.2 Cálculo do Custo de Distribuição na cidade de Uberlândia (MG).....	78
4.3.2.3 Cálculo do Custo de Armazenagem para o CD 9, a ser instalado na cidade de Uberlândia, MG.....	79
4.3.3 Viabilidade da instalação do CD 9 na cidade de Uberlândia, MG.....	80
5. Conclusões.....	81
Apêndices	84
Referências.....	88

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo do número de estabelecimentos destinados a comercialização de produtos farmacêuticos, gerando uma demanda de distribuição a ser realizada da forma mais otimizada possível, a fim de atingir resultados expressivos nos indicadores de custo, qualidade e produtividade.

Esta otimização busca custos de armazenagem e custos de transporte reduzidos, além de muita agilidade nas entregas e redução dos riscos de roubo de carga. Com relação a segurança operacional e gestão de risco, verifica-se, segundo dados da ANVISA (2014), que de 2008 a 2011 os produtos farmacêuticos vêm mantendo a quarta posição no *ranking* das ocorrências de roubo de cargas, o que leva à necessidade de se manter estoques menores, além de cargas de distribuição mais compactas reduzindo assim, os valores armazenados e transportados.

BALLOU (1993), afirma que a logística pode ser definida como a integração da administração de materiais com a distribuição física. Dessa forma, neste trabalho será atribuído um foco especial para uma destas etapas, ou seja, a distribuição física dos estoques de produtos farmacêuticos na cidade de Uberlândia, MG, buscando a localização ótima do(s) centro(s) de distribuição e os menores custos operacionais.

São adotados os conceitos de produtos farmacêuticos definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Lei n. 5.991, de 17 de dezembro de 1973, que dispõe sobre o Controle Sanitário do Comércio de Drogas, Medicamentos e Insumos Farmacêuticos:

- Droga - substância ou matéria-prima que tenha a finalidade medicamentosa ou sanitária;

- Medicamento - produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico;
- Insumo Farmacêutico - droga ou matéria-prima aditiva ou complementar de qualquer natureza, destinada a emprego em medicamentos, quando for o caso, e seus recipientes;
- Correlato - a substância, produto, aparelho ou acessório não enquadrado nos conceitos anteriores, cujo uso ou aplicação esteja ligado à defesa e proteção da saúde individual ou coletiva, à higiene pessoal ou de ambientes, ou a fins diagnósticos e analíticos, os cosméticos e perfumes, e, ainda, os produtos dietéticos, óticos, de acústica médica, odontológicos e veterinários.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.1.1 Objetivo Geral

- Definir a(s) melhor(es) localização(ões) do(s) Centro(s) de Distribuição (CD) de produtos farmacêuticos, na cidade de Uberlândia, MG, considerando uma estimativa de crescimento, que atualmente é de aproximadamente 10% , para 30% do mercado de farmácias na cidade em 2017, utilizando a ferramenta *Facility Location* do *software* TransCAD.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Alocar as filiais da empresa na cidade de Uberlândia (MG);
- Estimar a demanda de entrega futura (2017) das 12 filias da empresa na cidade de Uberlândia, MG, considerando os dados atuais obtidos na empresa de produtos farmacêuticos e também utilizando a perspectiva de crescimento de 30% do mercado de farmácias na cidade de Uberlândia, MG, em 2017;
- Definir a localização adequada do CD com base nos parâmetros de menores distâncias e tempos percorridos, além dos menores riscos de roubo de carga;
- Realizar a roteirização de cargas para um cenário futuro (2017), considerando a localização do (s) CD (s) escolhido (s) no Estudo de Caso e as filiais alocadas na

cidade de Uberlândia utilizando a ferramenta *Routing Logistics* do software TransCAD.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Com relação à importância econômica do segmento farmacêutico, atualmente, o mercado brasileiro é o 7º no *ranking* mundial, mas com perspectiva para ser um dos cinco primeiros colocados. Segundo Sérgio Mena Barreto, presidente-executivo da Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drogarias (ABRAFARMA, 2015), instituição que representa o interesse das 31 maiores redes do país, aproximadamente 60% do faturamento de todas as farmácias, há um crescimento significativo do mercado brasileiro de medicamentos, com uma evolução de faturamento de R\$ 24 bilhões em 2008 para R\$ 43,9 bilhões em 2013. O presidente-executivo comenta ainda, que este mercado fatura muito mais, pois, existem as farmácias de bairro, que atingem os 40% restantes deste segmento. Desta forma, são estimados para 2017 um faturamento de mais de R\$ 52 bilhões somente pelas associadas, podendo chegar a aproximadamente R\$ 87 bilhões a movimentação total deste mercado.

Ressalta-se, a princípio, que a localização ideal de um centro de distribuição de qualquer segmento de negócio é justificada principalmente pela redução dos custos operacionais, envolvendo diretamente os custos de transporte, já que os tempos de espera com veículo parado nos engarrafamentos impactam de forma acentuada a componente de custo.

A roteirização dos veículos executada de forma otimizada, a minimização das distâncias percorridas nas rotas de entrega e a ocupação maximizada da frota, são outras ações importantes no contexto da Logística Urbana.

De acordo com Ballou (2001), uma malha logística desenvolvida de forma precária e ineficiente, limita a abrangência das operações às áreas imediatamente ao redor do local de produção. Justifica-se ainda a eficiência da malha logística, o fato de que o usuário compra também o desempenho ótimo destas operações e de nada adianta ter

bons produtos em seus estoques, se os serviços relacionados a estes produtos apresentarem uma baixa satisfação dos clientes.

Segundo ILOS (2014), o aumento das atividades de distribuição urbana no Brasil e a ampliação das políticas de restrição de circulação urbana, geraram novos desafios para as empresas de serviços logísticos e de transportes do país.

Para Caixeta-Filho e Martins (2012), veículos com elevadas capacidades de carga são inevitavelmente veículos grandes, o que contribui diretamente com o aumento de congestionamentos, baixas velocidades de deslocamento e, conseqüentemente, um elevado desgaste da estrutura viária dos grandes centros urbanos. Desta forma, centros de distribuição localizados mais próximos aos centros de consumo, permitem a implantação de veículos com menores capacidades de carga, que podem proporcionar menos congestionamentos, maiores velocidades de deslocamento e baixo desgaste da estrutura viária dos grandes centros urbanos.

Uma vez estrategicamente localizados, os centros de distribuição de uma empresa, proporcionam redução significativa dos custos logísticos. É demonstrado na Tabela 1, apontada por Fleury e Lavalley (2000), que a logística tem uma função econômica importante na composição dos custos e na margem de lucro das empresas.

Tabela 1- Custos Logísticos de uma Empresa

Componentes de Custos	Percentual
Margem líquida de lucros	8,00
Custos logísticos	19,00
Custos de marketing	20,00
Custos de produção	53,00

Fonte: FLEURY e LAVALLEY (2000)

Ainda, segundo Ballou (2001), de 1 (um) a 2/3 (dois terços) dos custos logísticos são originados pelos custos de transportes, por meio das despesas relacionadas aos fretes cobrados, para deslocamento dos pontos de produção aos pontos de consumo. Desta forma, justifica-se uma análise criteriosa da localização dos centros de distribuição e, até mesmo, dos centros de produção de uma empresa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é constituído de cinco capítulos, apresentados da seguinte forma: o primeiro capítulo apresenta considerações importantes acerca da demanda crescente nas operações de distribuição de produtos farmacêuticos, envolvendo custos de armazenagem e transporte, aliados aos aspectos de Gestão de Risco. Em seguida, são apresentados os objetivos e as justificativas.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, acerca de temas sobre Logística, como as atividades direcionadas à Roteirização e Programação de Veículos, aspectos importantes relacionados à Logística das grandes cidades ou Logística Urbana e também conceitos importantes sobre Custos Logísticos. Na sequência, uma análise da Mobilidade Urbana como um fator de grande impacto durante a definição do local para instalação de um Centro de Distribuição. Em seguida é feita uma abordagem teórica sobre as funções básicas dos Centros de Distribuição. O capítulo é encerrado com uma apresentação da Simulação Computacional, abordando seus elementos, destacando seus eventos e o *software* TransCAD.

O terceiro capítulo apresenta o Estudo de Caso, com informações e dados fornecidos por uma grande empresa do segmento de distribuição varejista de produtos farmacêuticos, com matriz na cidade de São Paulo (SP) e filiais pelo Brasil, e também são apresentados dados estimados com base nos dados coletados. Para este estudo, foram avaliadas apenas as operações das filiais da cidade de Uberlândia, MG. Será apresentado um cenário atual (2013) das operações da empresa e um cenário futuro (2017), na qual se projeta um crescimento significativo do faturamento da rede e, conseqüentemente, uma necessidade de se analisar a instalação de centro(s) de distribuição na cidade.

Em seguida, no quarto capítulo, são abordados os Resultados do trabalho, com a determinação do CD selecionado pelo *software* TransCAD, as rotas de distribuição simuladas a partir do CD selecionado, o comparativo de custos totais da operação e a análise de viabilidade da instalação do CD selecionado.

O quinto e último capítulo, aborda o fechamento do trabalho e seus aspectos conclusivos, incluindo os objetivos atingidos, os resultados alcançados e ainda a apresentação de algumas propostas para pesquisas futuras.

Desta forma, é encerrada a Introdução, onde foi apresentado os objetivos, justificativas e a estrutura dos capítulos componentes do trabalho.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No capítulo Revisão Bibliográfica, são abordados referenciais teóricos acerca dos assuntos de Logística (Roteirização, Logística Urbana e Custos Logísticos), Mobilidade Urbana, Centro de Distribuição e Simulação Computacional.

2.1 LOGÍSTICA

Segundo a entidade norte-americana que congrega os profissionais de logística de todo o mundo, *Council of Logistics Management*¹ (2001), a logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que realiza as ações de planejamento, implantação e controle do fluxo e armazenagem eficiente e econômico de matérias-primas, semi-acabados e produtos acabados e suas informações relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com a finalidade de atender às necessidades dos clientes.

De acordo com Ballou (2006), logística é uma atividade relacionada às atividades que envolvem muita competitividade nas organizações. As atividades que compõem os vários processos de uma empresa passam necessariamente pela movimentação e armazenagem de insumos, tendo como objetivo principal o fluxo adequado entre o ponto de aquisição da matéria-prima e a distribuição física até o local de consumo final. Inclui-se neste cenário, a adequação do fluxo de informações, destinados a colocar os produtos em movimento e obter alta satisfação dos clientes a baixos custos.

Segundo Bertaglia (2009), a logística é a união de quatro atividades: as atividades de aquisição, de movimentação, de armazenagem e de entrega de produtos. O êxito dessas atividades é facilmente identificado na cadeia de suprimentos, quando executadas de forma sinérgica, devidamente integrado.

¹ *Council of Logistics Management - Entidade norte-americana de profissionais de logística.*

Ballou (2006) define a logística como um conjunto de ações abordando planejamento, operação e controle do fluxo de produtos, informações e serviços de uma empresa, integrando e racionalizando desde a produção até a entrega dos produtos, garantindo as vantagens na cadeia de abastecimento e a satisfação dos clientes.

Verifica-se que os conceitos de logística estão sempre relacionados às atividades de administração coletiva. Essas atividades abrangem comunicação, estoques e transportes.

Novaes (2001) sugere que a logística moderna deve visar sempre a coligação de todos os elementos que fazem parte dos vários processos, como por exemplo, formação de parcerias sólidas entre fornecedores e clientes, para resolução de problemas e atendimento de necessidades e preferências da demanda final. Reconhece-se a prática de coligação entre as partes, quando os resultados relativos à agenda de recebimento, integridade dos produtos, quantidade entregue corretamente, dentre outras, são percebidas positivamente, sem divergências. Os desafios operacionais de um fornecedor, não devem ser ignorados pelos clientes, mas sim integrados aos seus processos, para que as soluções e respostas sejam encontradas conjuntamente.

Ressalta-se no contexto de integração e apoio mútuo, que em função da grande competitividade de todos os mercados, os principais autores das áreas financeiras e de gestão, recomendam que as empresas busquem continuamente alternativas para redução dos custos operacionais e, na maioria das vezes, as áreas de logística são impactadas negativamente, envolvendo aquisição de serviços, equipamentos e *softwares*, de baixa qualidade e até mesmo inoperantes. No entanto, é fundamental ter bastante cautela durante a tomada de decisões, pois, reduzir custos operacionais em processos logísticos pode gerar redução na qualidade dos serviços prestados e um descontrole dos processos. Na realidade, as causas de tais problemas podem estar relacionadas a rede logística da empresa, como por exemplo, à definição inadequada dos centros de distribuição, em termos de quantidade e localização. As consequências destas decisões, inevitavelmente, atingirão negativamente os parceiros

fornecedores e clientes (CHOPRA e MEINDL, 2003).

2.1.1 Roteirização

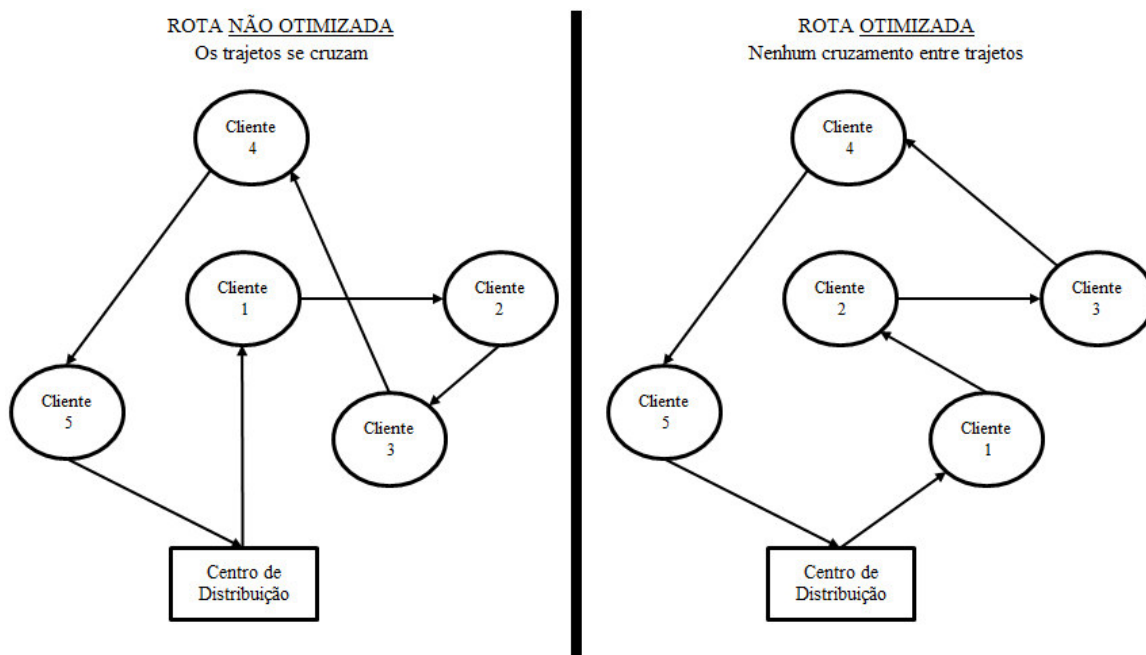
A princípio, as empresas implantam os processos de roteirização de cargas, visando principalmente a redução de custos nas operações de transportes, por meio de uma utilização eficiente e otimizada dos veículos. Ressalta-se ainda, que diante de rotas mais extensas, a maioria das empresas combina entregas e coletas em um mesmo veículo, a fim de minimizar ainda mais os custos de transporte, porém, é merecido especial cuidado nesta operação, para que os tempos de entrega e também os tempos de coleta não sejam prejudicados, o que pode gerar uma insatisfação do cliente final.

Grande parte das lógicas de roteirização e programação de veículos se baseia no agrupamento em *cluster*, que define as posições mais estratégicas de entregas e coletas. Os *softwares* de roteirização devem ser adequados às necessidades do cliente por meio de personalizações, e continuamente, as parametrizações requerem manutenção constante, em função de uma dinâmica de mudanças das variáveis dos sistemas, tais como sentido das vias, condições de tráfegos, intempéries, modelo de veículos, etc.

Para Ballou (2001), utilizar o conhecimento das pessoas, também conhecido como utilização do capital humano, em conjunto com a lógica do *software* de roteirização, resulta em um dimensionamento das rotas de entrega eficiente e otimizado, onde se evita o cruzamento de rotas para uma mesma área de distribuição. Na Figura 1 é apresentado um exemplo de roteirização otimizada e não otimizada, onde pode ser visualizado o efeito desse cruzamento na rota não otimizada.

Segundo Novaes (2001), a aplicação dos conceitos de roteirização requer determinar os principais modelos de distribuição, que são: Coletas (*Collection*), Transportes de longo curso (*Linehaul*), Entregas (*Delivery*) e Retorno (*Backhaul*).

Figura 1: Exemplo de Roteirização Otimizada e não Otimizada



Fonte: Ballou (2001)

Em uma roteirização adequada é imprescindível que sejam determinadas as estratégias logísticas compatíveis com o cenário de distribuição do mercado, visando garantir a otimização dos recursos. Dentre as principais estratégias, as mais adotadas pelas empresas de acordo com Novaes (2001) são:

1) Suprimento (Físico):

- Coleta tradicional - direta (*Collection*);
- Coleta consolidada (*Milk Run*).

2) Transferências:

- Carga fechada - *TruckLoad (TL)*; *CarLoad (CL)*;
- Carga consolidada - *Less Than TruckLoad (LTL)*; *Less Than CarLoad (LCL)*.

3) Distribuição Física:

- Entrega tradicional - direta (*Delivery*);
- Entrega consolidada (*Peddling*).

4) Operações Reversas:

- Devoluções por erros (quantidade/tipo) ou danos (transporte/manuseio);
- Retornos de paletes e *contêiners* (equipamentos em garantia; produtos fora de validade);
- Retornos para reciclagem ou por questões ambientais/ecológicas.

Para operações de Suprimento (Físico) são utilizadas geralmente duas estratégias para maximizar os recursos: a coleta tradicional também conhecida como coleta direta ou *Collection*, e a coleta consolidada (*Milk Run*), sendo a *Collection* uma operação onde cada ponto de coleta está relacionada a um veículo especificamente e a *Milk Run*, onde mais de um ponto de coleta está relacionada a um único veículo.

De forma semelhante, nas Transferências, as cargas podem ser operadas por cargas fechadas ou ainda, cargas consolidadas, onde a primeira para embarcador único e a segunda, para mais de um embarcador. A principal diferença entre as cargas do tipo *TruckLoad* (TL) e *CarLoad* (CL), das cargas *Less Than TruckLoad* (LTL) e *Less Than CarLoad* (LCL), é que as duas primeiras resultam em um melhor aproveitamento da capacidade de carga dos veículos em relação às duas últimas, em função dos processos de consolidação de carga que geram perda de espaço nas carrocerias dos veículos (utilitário ou caminhão).

Da mesma forma, nas operações de Distribuição Física tem-se duas formas convencionais para realizar o processo de distribuição a custos menores: a entrega tradicional também conhecida como entrega direta ou *Delivery*, onde cada cada ponto de entrega é atendido por um único veículo e a entrega consolidada (*Peddling*), onde há a otimização de um único veículo, para entrega em mais de um ponto na mesma rota.

Nas operações reversas, as estratégias envolvem operações relacionadas às devoluções por causas variadas, o retorno de paletes e o retorno de reciclados.

As estratégias de roteirização são executadas com algum tipo de restrição aos processos, como por exemplo, horário de funcionamento de clientes e embarcadores, como também, podem ser executadas sem nenhum tipo de restrição. Desta forma, de

acordo com Novaes (2007), um planejamento de roteirização, pode ser elaborado da seguinte maneira:

- Roteirização sem restrição: Métodos de construção de roteiro e de melhoria de roteiro.

- Método de construção de roteiro: Baseia-se na ligação gradativa de um ponto ao outro, sempre considerando este último como seu vizinho mais próximo;

- Método de melhoria de roteiro: Existem dois modelos neste método, o 2-opt e 3-opt, onde o primeiro, realiza também uma ligação gradativa, porém de 2 em 2 nós ou clientes, e o 3-opt, realiza de 3 em 3. Em ambos, a cada tentativa de ligação, seja de 2 em 2, ou, de 3 em 3, são avaliados os resultados.

- Roteirização com restrição: Método da varredura e o método de Clark e Wright.

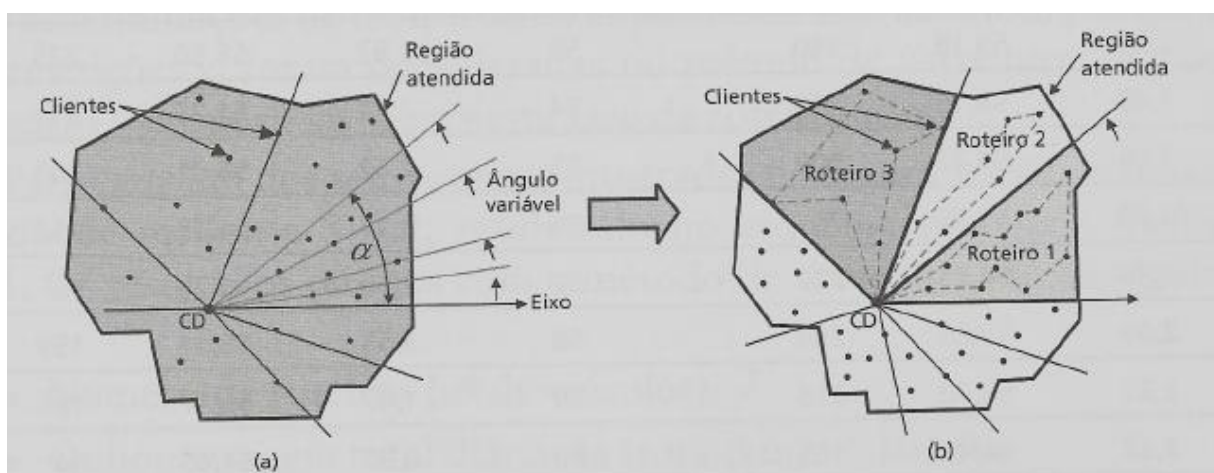
- Método da Varredura: Tem uma margem de erro de 10%. De acordo com Novaes (2007), o método é baseado na definição de um eixo passando pelo depósito, coincidente com o eixo das abscissas, que deverá girar em sentido horário ou anti-horário, até incluir um cliente. Em seguida, são verificadas as restrições de entrega ao cliente e caso seja possível, inclui-lo na rota. E, assim sucessivamente, conforme mostrado na Figura 2.

- Método de Clarke e Wright: Tem uma margem de erro de 2 %. É o método utilizado pelos programas atuais de roteirização. Segundo Novaes (2007), baseia-se no conceito de ganho (tempo ou custo), onde as diversas ligações possíveis entre clientes/nós são analisadas uma a uma e a combinação que apresenta o maior ganho, é a rota entre clientes considerada como ótima ou ideal, conforme mostrado na Figura 3.

2.1.2 Logística Urbana

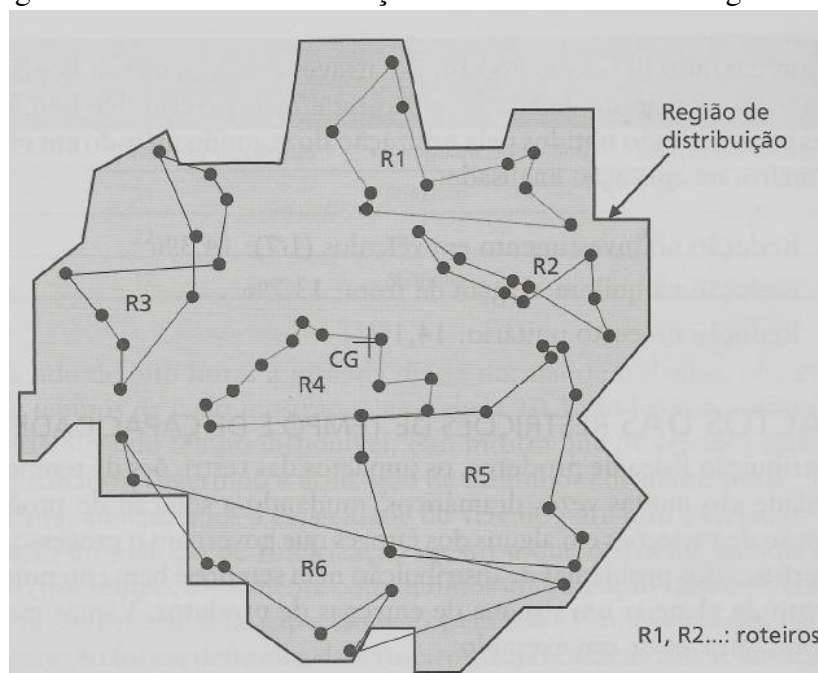
A Logística Urbana tem como objetivo a conciliação de fatores importantes para os processos operacionais de entrega nas grandes cidades, que são a competitividade, a eficiência e a satisfação de clientes, bem como a redução dos custos logísticos.

Figura 2: Método da Roteirização por Varredura



Fonte: Novaes (2007)

Figura 3: Método da Roteirização Método de Clarke Wright



Fonte: Novaes (2007)

Para Thompson (2003), a integração é a base do planejamento da Logística de Distribuição Urbana, onde os processos devem estar voltados para um sistema de aproximações com fluxos inovadores, buscando constantemente a redução dos custos de movimentação e transporte de cargas nas cidades.

Segundo Bowersox e Closs (2009), havendo uma demanda em um determinado momento e em um determinado local, a missão da logística é disponibilizar produtos e serviços no lugar exato da demanda e dentro do prazo em que é solicitada. Nas áreas metropolitanas, o tempo é fator preponderante. O atendimento à necessidade do cliente, que é receber seu produto ou serviço no local e prazo acordados, se configura em um grande esforço para superar os problemas da Logística Urbana.

A Logística Urbana, segundo Crainic *et al* (2004) tem os seguintes objetivos:

- Não prejudicar as atividades comerciais nos centros urbanos;
- Redução da poluição do ar e ruído - metas do Protocolo de *Kyoto*;
- Diminuição do congestionamento e aumento da mobilidade;
- Garantir melhor qualidade de vida à população.

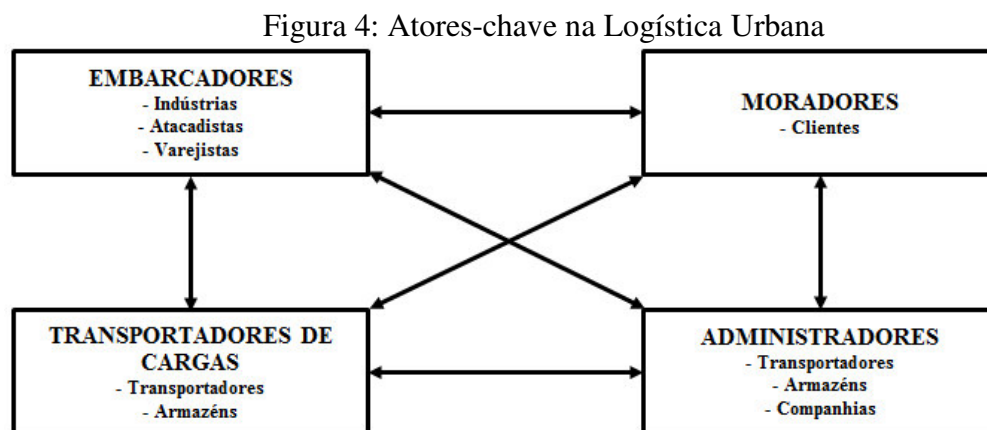
Na Logística Urbana podem ser adotadas ações que viabilizem e garantam a otimização do fluxo de veículos, custos menores e melhores níveis de serviço. Segundo Taniguchi *et al.* (2001), cinco pontos devem ser analisados :

1. Sistemas de Tecnologia da Informação: para tratamento em tempo real dos incidentes de tráfego em tempo real, solução dos problemas de entrega de forma mais ágil, rastreamento e contato permanente com operadores de transporte;
2. Sistemas Cooperativos de Transporte de Carga: para redução do número de veículos que serão utilizados nas operações de coleta e entrega;
3. Terminais Logísticos Públicos: para apoio nas operações de transbordo, manutenção de frota e solução pontual de ocorrências mais simples;
4. Controles do Fator de Carga: para controle do peso das cargas, evitando impactos ao meio ambiente e às vias urbanas;
5. Sistemas Subterrâneos de Transporte de Carga (ductovias): para adoção de alternativas direcionadas à redução da emissão de poluentes e contaminantes do ar, ganho de tempo e melhor desempenho das entregas.

A utilização de tecnologias modernas da informação, como programas e equipamentos de computação de última geração, é imprescindível para determinar a melhor proposta de modelo de logística urbana, de acordo com Taniguchi *et al.*

(2001). Os sistemas de computação devem apresentar condições para uma tomada de decisão eficiente, com relação às questões práticas de entrega.

Ainda, de acordo com Taniguchi *et al.* (2001), na Figura 4 são apresentados os principais elementos formadores da Logística Urbana:



Fonte: TANIGUCHI *et al.* (2001)

A sincronia entre os elementos exibidos na Figura 4 é a condição básica para o funcionamento da cadeia logística e para a satisfação dos clientes.

De acordo com Taniguchi *et al.* (2001), um método para o projeto adequado do Sistema da Logística Urbana, deverá medir e tratar os problemas relacionados a:

- ✓ Planejamento e controle da frota;
- ✓ Impactos ambientais;
- ✓ Congestionamento do tráfego urbano de veículos.

Os focos de avaliação deste método comentado por Taniguchi *et al.* (2001) deverão estar direcionados para :

- Aspectos Sociais: redução e/ou eliminação de congestionamentos do tráfego e otimização do fator de carga;
- Aspectos Econômicos: apontar melhorias sobre os custos logísticos;
- Aspectos Ambientais: controle da poluição (contaminantes / ruído);
- Aspectos energéticos: garantir bom desempenho no consumo de combustível.

2.2 Custos Logísticos

Os custos logísticos no Brasil equivalem a mais de 11% do PIB do País. Representam cerca de 10% do faturamento das empresas brasileiras, são impactados pela eficiência na gestão das empresas e pelas ações governamentais, afirma o Instituto ILOS (2014).

As grandes áreas da logística são a Logística de Suprimentos, a Logística de Produção e a Logística de Distribuição. Os custos aparecem nestas três áreas, sendo a última, Logística de Distribuição, a responsável por mais da metade dos custos totais logísticos.

Os desafios em relação a busca pelos custos mínimos, é uma constante nas rotinas operacionais das empresas. Segundo Ballou (2006), as condições de preço são qualificadoras, ou seja, nos sistemas de produção em massa, como linhas de produção de veículos, bebidas, alimentos, produtos de limpeza, eletroeletrônicos, há um nivelamento comercial, sem grandes oscilações de preço de mercado.

Neste contexto, a logística é um diferencial entre as empresas, pois o nível de serviço é percebido pelos clientes como fator de grande peso na tomada de decisão nos processos de compra. Para Ballou (1993), os custos logísticos aumentam proporcionalmente aos níveis de serviço.

O Instituto ILOS (2014) define os componentes dos custos logísticos no Brasil, de acordo com o apresentado na Tabela 2.

2.2.1 Custos de Transporte

Segundo Borversox e Closs (2009), há dois princípios fundamentais que norteiam as operações e o gerenciamento do transporte: a economia de escala e a economia de distância. A economia de escala define que, quanto maior a capacidade de transporte de um veículo e também maior a sua utilização, maior será a economia na operação. A economia de distância aponta para a análise dos aspectos de produtividade, de

recursos humanos e de materiais, ou seja, quanto maior a distância percorrida, melhor será a utilização de sua estrutura fixa.

Tabela 2: Composição dos Custos Logísticos

Modalidades de Transporte	Estoques
<ul style="list-style-type: none"> - Rodoviário - Ferroviário - Aquaviário - Dutoviário 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo Financeiro - Seguro, Obsolescência, Depreciação, Perdas e Danos.
Armazenagem	Administrativo
<ul style="list-style-type: none"> - Manuseio de carga nos armazéns - Acondicionamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo de Maior Relevância é o custo de pedido

Fonte: ILOS (2014)

A escolha adequada de um ou mais modos de transporte para execução das operações de entrega, é condição fundamental para a obtenção de custos logísticos otimizados. No tocante aos tipos de modos, tem-se:

- Ferroviário: Basicamente é um modal de longo curso e de baixa velocidade para matérias-primas (carvão, madeira, produtos químicos) e para produtos manufaturados de baixo custo (alimentos, papel e produtos florestais), e movimentar cargas completas. Há ferrovias que possuem uma infraestrutura diferenciada, oferecendo serviços de transporte de automóveis, produtos refrigerados, máquinas agrícola e outros, que requerem cuidados e equipamentos específicos;

- Rodoviário: Os principais contrastes com o ferroviário é o transporte em percursos de média distância, podendo ser fracionados e com cargas de menor porte. Como vantagens, o transporte rodoviário, possibilita as entregas porta a porta e oferece maior diversidade dos tipos de carga que são permitidas transportar;

- Aéreo: É uma modalidade que tem chamado a atenção de embarcadores devido a regularidade e pontualidade dos serviços prestados: qualidade alta e tempo de viagem

baixo, são as características marcantes do transporte aéreo. Apesar do alto custo, em países desenvolvidos economicamente e de maiores extensões, como é o caso dos EUA, se mantém no mercado de transporte mais de 10 empresas especializadas na movimentação aérea, em função do alto valor agregado e baixo peso;

- Aquaviário: São limitados os serviços de transporte aquaviário, em função da disponibilidade de vias aquáticas transitáveis e de investimentos em embarcações de grande porte e infraestrutura portuária. Como vantagem, é uma modalidade que transporta grandes quantidades, o que viabiliza as movimentações internacionais, porém, apresentam baixas velocidades e uma dependência importante em relação às condições do tempo para um transporte com qualidade e segurança;

- Dutoviário: É uma modalidade bastante limitada, pois se restringe à produtos que podem ser transportados confinados em dutos, como petróleo cru e seus derivados. Apesar de baixas velocidades de transporte, a disponibilidade é de 24 horas por dia, o que torna atrativa a velocidade efetiva. A evolução deste tipo de transporte, depende exclusivamente do desenvolvimento de produtos acabados e semi-acabados, adaptados ao processo de movimentação confinada em dutos.

Segundo o PNLT (2014), quando comparadas as participações das modalidades por transporte no Brasil e em alguns outros países, as diferenças ficam bastante evidentes, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Participação dos Modais de Transportes

PAÍS	MODAL			
	RODOVIÁRIO	FERROVIÁRIO	HIDROVIÁRIO	TOTAL
RÚSSIA	8%	81%	11%	100%
CANADÁ	43%	46%	11%	100%
AUSTRÁLIA	53%	43%	4%	100%
EUA	32%	43%	25%	100%
CHINA	50%	37%	13%	100%
BRASIL	58%	25%	17%	100%

Fonte: Adaptado de PNLT 2014

Destaca-se ainda, que as modalidades aeroviário e dutoviário, na Tabela 3, estão

inseridos na contabilização da modalidade hidroviário, inclusive para o caso do Brasil, que possui 0,4% na modalidade aéreo e 3,6% na modalidade dutoviário.

Embora as modalidades que apresentem os menores custos de transporte, sejam os mais pretendidos no momento de tomada de decisão, uma variável que deve ser levada em consideração na análise de custo logístico é o nível de serviço prestado, ou seja, o custo da perda de um cliente ou de mercado é imensurável para algumas situações. A escolha do menor custo logístico de transporte nem sempre é a melhor opção. É apresentado na Tabela 4 a comparação dos custos por modalidade, considerando inclusive os custos praticados em países desenvolvidos economicamente (como, os EUA), temos o seguinte cenário:

Tabela 4: Comparação dos Custos por Modalidade

MODAL	EUA (US\$/1000 t x Km)	BRASIL (US\$/1000 t x Km)	Brasil/EUA
Aéreo	320	450	1,41
Rodoviário	56	20	0,36
Ferrovário	14	16	1,14
Dutoviário	9	10	1,11
Aquaviário	5	9	1,80

Fonte: FLEURY(2008)

Os Custos Logísticos são compostos por custos fixos e variáveis. Os Custos Fixos de Transporte são aqueles dispêndios, componentes do custo total de transporte, que não dependem da produção do serviço, ou seja, mesmo com nível de produção de serviços de transporte igual a zero, estes itens estarão presentes. Geralmente, estão relacionados a uma base de tempo (anos, meses, horas, etc.). Exemplos: Depreciação, remuneração do capital, despesas com pessoal, despesas administrativas (material de escritório, luz, água, telefone, IPVA, Seguro).

Os Custos Variáveis de Transporte são aqueles dispêndios, componentes do custo total de transporte, que dependem diretamente da produção de serviços de transporte.

Geralmente, estão relacionados a uma base de distância (Km). Exemplos: Combustível, óleos e lubrificantes, pneus, câmaras, peças e acessórios.

2.2.2 Custos de Armazenagem e Estoque

Armazenar significa disponibilizar espaço físico, procedimentos e recursos necessários para que os materiais sejam corretamente acondicionados, evitando perdas e demora no fluxo logístico.

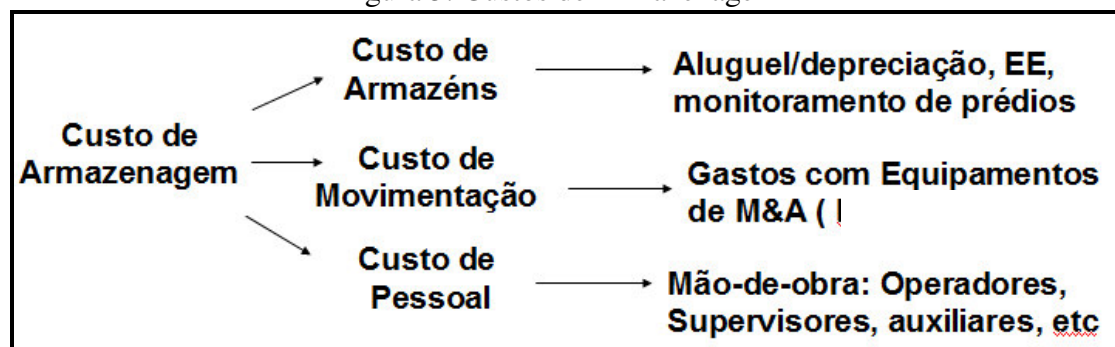
Principalmente nas últimas duas décadas, o mercado passou a exigir mais variabilidade, disponibilidade, rapidez e menor tolerância de erros na entrega, fazendo com que o gerenciamento das atividades de armazenamento assumisse papel fundamental nos resultados das empresas.

É importante diferenciar custos de estoque e custos de armazenagem, considerando as variáveis operacionais e comerciais dos processos logísticos.

Custos de Armazenagem incluem o aluguel, mão de obra, combustível e manutenção de equipamentos de movimentação e armazenagem (M&A), depreciação de prédios e equipamentos de M&A, energia elétrica (EE) de galpões/armazéns, taxas de monitoramento predial, páletes/estrados de madeira, etc.

Na Figura 5 é apresentado um resumo dos custos de armazenagem.

Figura 5: Custos de Armazenagem



Fonte: Adaptado de Calazans (2001)

As etapas para apuração dos custos de armazenagem são:

1. Identificar os Itens de Custo: Nessa etapa, são selecionados os itens de custos que serão considerados. Por exemplo, os operadores de empilhadeira, supervisores, depreciação das empilhadeiras, custo de oportunidade das empilhadeiras, aluguel do armazém, depreciação dos racks e custo de oportunidade dos racks.

2. Cálculo dos Itens de Custo: Alguns itens, como salários, benefícios, manutenção, aluguel e outros, são obtidos com facilidade por meio da contabilidade. Outros itens, como, por exemplo, a depreciação e o custo de oportunidade, precisam ser calculados de acordo com critérios adotados pela empresa, não se desviando de premissas básicas.

3. Agrupar os Itens de Custos: O objetivo de agrupar os custos é facilitar a sua alocação na etapa seguinte. Este agrupamento depende da natureza de cada custo, como, por exemplo, o custo de pessoal agrupará todos os itens relativos à folha de pagamento, o custo de armazém deve abranger todos itens relativos às instalações físicas dos prédios e galpões.

Este agrupamento pode ser realizado também em um segundo nível em função dos setores ou departamentos, surgindo daí o conceito de Matriz Orçamentária, por meio dos centros de custos versus as contas de despesas.

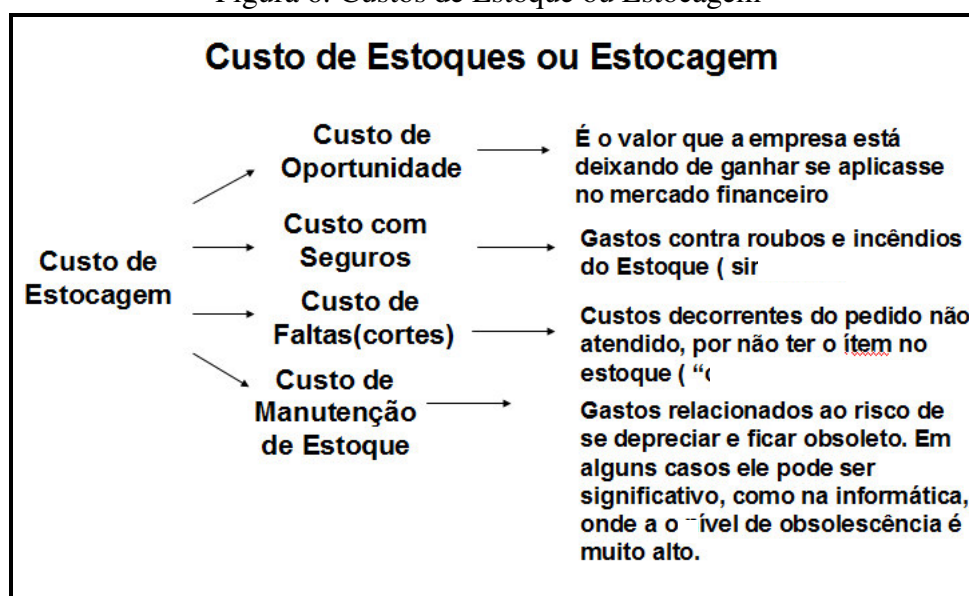
Enquanto o Custo de Armazenagem trata apenas dos gastos que a empresa tem em oferecer espaços para que os materiais sejam alocados e movimentados dentro de armazéns, os Custos de Estoques tratam especificamente daqueles associados aos materiais em si, sendo diretamente proporcionais aos níveis de estoque.

Os custos com armazenagem são impactados diretamente pelo número de armazéns instalados, pois para cada localidade é necessário a instalação de toda a estrutura de aluguel ou depreciação, mão de obra, energia elétrica, monitoramento, etc. Com isso, se torna prioritário a ocupação dos armazéns em sua capacidade máxima.

O Custo de Estoque é o somatório de quatro elementos básicos: O Custo de Oportunidade do Capital Parado, Custos com Seguros, Custos de Manutenção de Estoques e o Custo com Faltas (cortes).

Alguns segmentos, principalmente os comerciais atacadistas, não tratam o custo de estoque como custo logístico e sim como custo comercial, associado a uma divisão de Compras ou Suprimentos. Na Figura 6, é apresentado um resumo dos custos de estoque ou estocagem.

Figura 6: Custos de Estoque ou Estocagem



Fonte: Adaptado de Calazans (2001)

A importância da gestão de estoques para a logística e para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, tem se tornado cada vez mais evidente nos meios acadêmico e empresarial. A gestão de estoques em ambientes complexos, como as cadeias de suprimentos compostas por diversos estágios, não é um processo trivial, podendo acarretar impactos significativos nos níveis de serviço ao cliente e nos custos totais (FLEURY, 2008).

2.2.3 Custos de Pedido

Os custos com processamento de pedidos são os que menos impactam no Custo Logístico Total, porém, a sua inclusão é para determinar o custo do serviço prestado

aos clientes (vendas) e fornecedores (compras).

O Custo de Pedido é composto pelos seguintes custos: salários e encargos do pessoal de compras, salários e encargos de digitadores de pedidos, custo de oportunidade dos equipamentos utilizados no processo de aquisição (formulários, computadores, etc.), custo de depreciação destes equipamentos, custo do aluguel ou depreciação do espaço/imóvel, energia, telefone, internet, materiais utilizados (papel, canetas, etc.). A forma de cálculo do custo unitário de pedido é simples e direta: é a soma de todos os custos componentes, dividida pelo número de pedidos totais (pedidos de venda e pedidos de compras).

2.3 MOBILIDADE URBANA

Os desafios relacionados aos deslocamentos executados nas cidades atribuídos às pessoas, veículos, cargas e outros elementos do tráfego urbano, estão relacionados às diferentes necessidades que envolvem o cotidiano de uma população. A Mobilidade Urbana envolve um conjunto de alternativas e soluções para a realização destes deslocamentos pelas áreas metropolitanas.

Atualmente, presencia-se uma grande dificuldade dos órgãos públicos e especialistas em engenharia de tráfego de apresentarem alternativas de veículos automotores, convergentes para um mesmo objetivo. O aumento expressivo da frota nos meios urbanos, apontado pelos recordes atingidos pelas montadoras de automóveis e veículos de carga, é um sinal de que esta convergência para um tratamento efetivo do problema ainda está longe de acontecer.

É fato que algumas tentativas de equacionamento do problema vêm sendo tratadas com mais foco e preocupação pela sociedade, e também nos setores de gestão pública.

Com o objetivo de regularizar pontos polêmicos e dar início a uma discussão voltada para melhoria da qualidade de vida urbana, o governo federal criou o Estatuto das Cidades, através da aprovação da Lei nº 10.257/01, ESTATUTO DA

CIDADE (2001). Pelo Estatuto, por meio do Ministério das Cidades, as cidades com mais de 20 mil habitantes passaram a ser obrigadas a terem seus Planos Diretores. O objetivo principal deste plano foi conceder às administrações municipais um maior domínio em relação às ações do capital considerando o uso do solo.

De acordo ainda com a Lei Federal nº 10.257/01, ESTATUTO DA CIDADE (2001), municípios com mais de 500 mil habitantes deverão também elaborar um Plano de Transporte Urbano Integrado, visando principalmente a Mobilidade Urbana Sustentável, a fim de promover alternativas que não gerem impactos danosos ao meio ambiente.

Com a implantação do Ministério das Cidades em 2003, os assuntos referentes à Mobilidade Urbana passaram a ter mais peso em relação às políticas públicas, permitindo uma evolução das discussões acerca dos problemas de mobilidade urbana.

O Estatuto da Cidade é baseado em quatro princípios, que são: (1) sustentabilidade ambiental; (2) inclusão social; (3) gestão participativa; e (4) democratização do espaço público. Esses princípios têm como finalidade direcionar as ações do governo federal para uma eficiente integração das políticas de mobilidade urbana com as demais políticas de desenvolvimento urbano.

Um tema central dos estudos que abordam questões de mobilidade urbana é a substituição da circulação de veículos de pequeno porte, como automóveis e motos, por alternativas de transporte coletivo como ônibus, metrô, trens de superfície, bem como por bicicletas e deslocamentos a pé. A redução da circulação dos veículos de pequeno porte possibilita não somente a otimização da mobilidade urbana, como também a redução dos acidentes de trânsito, a democratização do espaço público e um meio ambiente mais sustentável.

Para que haja uma adesão da própria sociedade em relação às mudanças de hábitos de deslocamento nas cidades, a qualidade dos serviços ofertados pelo transporte coletivo deve ser uma prioridade da administração pública. Além da qualidade, as tarifas também devem ser subsidiadas pelo Estado, pois o transporte público coletivo de

qualidade é um direito constitucional da população.

Algumas cidades, embora sejam de porte pequeno, como Porto Real (RJ), Ivaiporã (PR) e Agudos (SP), já oferecem à população local transporte coletivo urbano (ônibus) gratuito, com subsídios de 100% da tarifa (VIEIRA, 2014).

Medidas desta natureza, se adotadas nos grandes centros urbanos, mesmo que em dias específicos da semana, certamente resultariam em ganhos expressivos de mobilidade urbana.

2.4 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

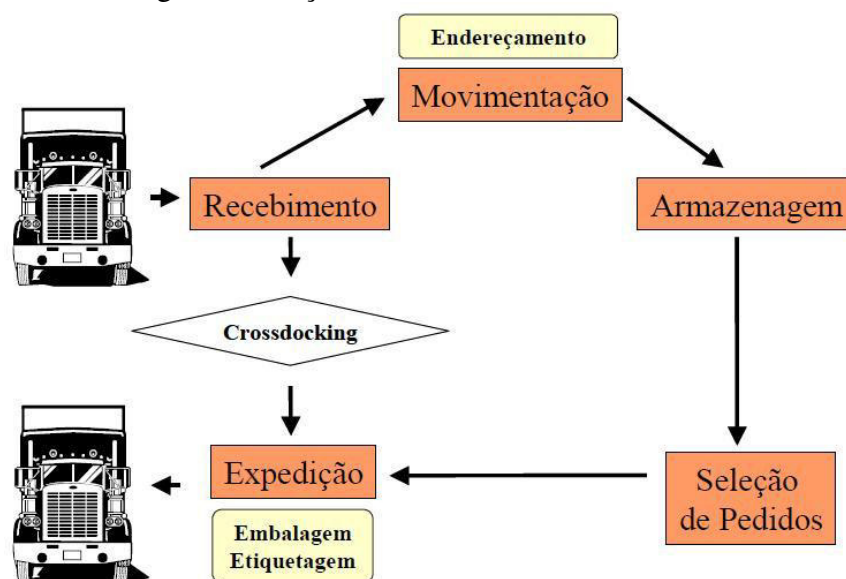
É um armazém que tem por objetivo realizar a gestão dos estoques de mercadorias na distribuição física, receber cargas consolidadas de diversos fornecedores e fracionar cargas com intuito de consolidar os produtos em quantidade e variedade corretas, para depois serem encaminhadas aos pontos de vendas, ou em alguns casos aos clientes finais.

Segundo Lacerda (2000), o objetivo principal dos CD é permitir uma resposta rápida às necessidades dos clientes de determinada área geográfica, normalmente distante dos centros produtores e, com isso, melhorar o nível de serviço prestado. Já para Calazans (2001), o objetivo principal do CD é manter estoque, a fim de suprir a cadeia logística. Estes objetivos se complementam, já que ambos focam o nível de serviço que a empresa quer proporcionar ao seu cliente final, sendo o mais importante atender ao cliente com o menor custo na hora e no local certo.

Na Figura 7 são apresentadas as funções básicas de um Centro de Distribuição, onde pode ser observado que as funções tem início no recebimento das mercadorias, podendo ser movimentadas para as áreas de armazenagem pelos processos de endereçamento ou diretamente para a expedição pelos processos de *crossdocking*, que se define como o fluxo acelerado de itens que “cruzam” as docas de recebimento e expedição, sem passar pelas áreas de armazenagem.

Também é função de um centro de distribuição, gerenciar os pedidos de clientes finais ou intermediários, assim como expedir as cargas para tais clientes. Como operações eventuais, um centro de distribuição pode, por exemplo, ter atribuições adicionais, como o fracionamento ou agrupamento das mercadorias em unidades menores ou maiores, bem como a etiquetagem de códigos de barra e etiquetas de identificação da própria mercadoria, como no caso de necessidade de tradução de idiomas.

Figura 7: Funções Básicas de um CD



Fonte: CALAZANS (2001)

2.5 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Com a chegada em larga escala dos microcomputadores ou computadores pessoais, nas décadas de 80 e 90, no cenário empresarial brasileiro, ocorreu uma mudança com relação às oportunidades de realizar animações, visualizar resultados, possibilitar simulações e outras alterações de impacto significativo nas rotinas de trabalho da maioria das empresas.

Com relação às atividades de simulação, no Brasil, ainda há pouca divulgação desta forma de estudo, sendo restritas mais especificamente às empresas que analisam grandes investimentos de capital. Há uma necessidade urgente para que a simulação

computacional se torne uma ferramenta mais utilizada, em função das possibilidades de avaliação de sistemas complexos e seu comportamento dinâmico.

De acordo com Kelton *et al.* (2004), a simulação era usada principalmente como uma ferramenta para definir a causa de acidentes e a quem responsabilizar. A simulação foi definida também por Freitas Filho (2001), como a modelagem de um processo ou sistema.

A metodologia de simulação computacional utiliza o conceito de modelagem de processos.

Esta é a principal razão para pesquisadores como Chwif e Medina (2007) terem como focos a obtenção de uma interligação entre as ferramentas de modelagem e processos de simulação.

Montevecchi *et al.* (2007) usaram o mapeamento de processo para descrever a lógica e definir os pontos de decisão, anterior ao modelo computacional a ser construído. Para Law (2006) a etapa de criação do modelo conceitual é o aspecto crucial de um estudo de simulação.

Harrel *et al.* (2000) aponta que a simulação é a imitação de um sistema real, modelado computacionalmente, para avaliação e melhorias no desempenho do referido sistema.

Montevecchi *et al.* (2007) considera que a simulação é a importação da realidade para um ambiente controlado, onde seu comportamento pode ser analisado sob várias condições, sem riscos físicos e/ou altos custos envolvidos.

Chwif (1999) trabalha com três fases em um projeto de simulação: a concepção, a implementação e a análise dos resultados do modelo. Segundo esse mesmo autor, na primeira fase, o analista deve apontar qual é a abrangência do modelo e o nível de detalhe, e posteriormente, alterar o modelo abstrato (na mente do analista) para o modelo conceitual através de uma técnica adequada de representação do modelo.

De acordo com Sargent (2004), a principal diferença entre o modelo conceitual e o

modelo computacional é que o primeiro se trata de uma representação matemática, lógica ou verbal do problema, e o segundo trata de um modelo conceitual implantado em um computador.

Nethe e Stahlmann (1999), afirmam que o desenvolvimento de modelos de processos anteriores ao desenvolvimento dos modelos de simulação, resulta em vantagens como auxílio na coleta de informações importantes, otimização de esforços e redução dos tempos utilizados para o desenvolvimento de um modelo de simulação.

2.5.1 Elementos da Simulação Computacional

Banks e Carson (2004) apontam como elementos básicos da simulação as Entidades, os Atributos, as Variáveis, os Recursos e as Filas. Por definição, as Entidades são os elementos que “circulam” no modelo, podendo ser afetadas entre si e podem ser criadas individualmente ou em lotes. Os Atributos são características próprias da Entidade, por exemplo, o horário de entrada no sistema. As Variáveis são informações que apontam para características do sistema, independente das Entidades circulando. São normalmente números reais, vetores ou matrizes. Os Recursos propiciam serviços às Entidades e são representados por pessoas, máquinas, espaço em área de estocagem. As Filas são os locais ocupados pelas Entidades enquanto aguardam por um Recurso ocupado, podendo ser processadas conforme as diferentes regras de prioridade.

Ainda, segundo Banks e Carson (2004), os modelos de simulação são construídos e executados mediante um histórico artificial. Baseados nas considerações feitas e observações realizadas e coletadas é possível projetar os indicadores do sistema real.

2.5.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)

Um Sistema de Informação Geográfica é um sistema de informação projetado com a finalidade de obter, armazenar, alterar, atualizar, avaliar, mapear os dados de espaço e apresentar informações plotadas geograficamente.

De acordo com o *Federal Interagency Coordinating Committee*, o SIG é um

agrupamento de sistemas composto por *software* e *hardware*, com procedimentos elaborados para suportar a obtenção, o gerenciamento, a alteração, a avaliação e o mapeamento dos dados espaciais referenciados com o objetivo de equacionar problemas complexos de gerenciamento e de planejamento.

A informação geográfica no SIG é formatada em níveis de informação (*layers*), em combinação com um conjunto de objetos associados e seus respectivos atributos. Os atributos dos objetos espaciais podem ser como, por exemplo, as vias, armazenadas em um banco de dados comum. Muitas ferramentas permitem avaliações a serem empreendidas nas redes de trabalho espaciais. O processo de geração de um SIG divide-se em três grandes fases: elaboração do banco de dados geográfico, modelagem do mundo real e a simulação.

O *software* de um SIG deve apresentar pelo menos cinco módulos: Coleta de Dados, Padronização, Entrada e Validação; Armazenagem e Recuperação dos Dados; Transformação ou Processamento de Dados; Análise e Geração de Informação, Saída e Apresentação de Resultados.

A existência de um SIG não garante a eficiência e a eficácia de sua aplicação. Se faz necessário uma integração desta ferramenta com as demais existentes em uma empresa.

Apenas o investimento em *hardware* e *software*, não são suficientes para atestarem o sucesso de uma atividade. Há necessidade também de muito treinamento das pessoas envolvidas, usuários e gestores para obtenção dos melhores resultados durante a utilização das ferramentas do SIG.

2.5.3 TransCAD

O TransCAD se configura em uma ferramenta computacional destinada ao planejamento, gerenciamento e análise de sistemas complexos de transporte. Apresenta uma base de dados SIG que proporciona uma combinação de competências, um adequado mapeamento digital para uma eficiente gestão de dados georreferenciados, e uma apresentação gráfica dos dados mapeados. Permite também, a

construção de redes cartográficas viárias, simuladas e criadas a partir da personalização de mapas, bem como vários tipos de análises espaciais (CALIPER, 2006).

Possui *software* de grande porte para modelagem, simulação e geração de cenários, através de uma plataforma GIS integrada, possibilitando o uso para problemas de boa parte das modalidades de transportes, mesmo que sejam de grande complexidade de planejamento e operacionalização.

Segundo CÂMARA *et al.* (1996), os avanços da área computacional, permitiram o surgimento de novos recursos computacionais para o setor de logística. Como prova disto, estão os *softwares* que utilizam SIG integrados a metodologias eficazes de otimização, além de alternativas gráficas como os próprios mapas.

O TransCAD tem-se destacado como uma das principais plataformas SIG aplicada ao setor de transportes. Alguns autores inclusive o classificam como um Sistema de Informações Geográficas para Transportes (SIG-T) (SILVA e WAERDEN, 1997).

Vale lembrar que o TransCAD também apresenta uma linguagem de programação conhecida como *Geographic Information System Development's Kit* (GISDK), não muito conhecida na literatura de Tecnologia da Informação.

O TransCAD possui uma ferramenta de roteirização denominada *Vehicle Routing*, que possibilita a realização de trajetos de entrega ou de coleta, executados de forma otimizada em relação ao tempo e distância.

Um dos principais problemas logístico relacionados ao transporte é o de roteirização de veículos, conhecidos nos meios acadêmicos como Problema de Roteirização de Veículos (PRV). Este assunto tem sido extremamente abordado por diversos autores, que buscam uma otimização e melhorias dos lucros de uma empresa, decorrentes de uma minimização de custos (NOVAES, 1989).

Um PRV consiste na situação em que veículos deixam um depósito e coletam mercadorias de um conjunto de clientes, ou ainda, deixam um depósito e entregam para um conjunto de clientes. Para viabilizar esta operação dentro dos critérios de

menores custos, as empresas agrupam os clientes segundo critérios de similaridade, como por exemplo, a distância. Essa técnica é conhecida na literatura como Agrupar-Primeiro e Rotear-Depois (GILLET E MILLER,1974).

Os avanços em relação aos processos foram significativos nos últimos vinte anos, no entanto, fatores como o crescimento urbano sem planejamento, o crescimento econômico e conseqüentemente, o aumento da frota, tem causado grandes impactos nos processos de distribuição de cargas em áreas urbanas (CUNHA, 2000).

O *TransCAD* tem como foco a simulação do comportamento agregado do tráfego e se torna adequado para uma avaliação de redes complexas de transporte. Neste contexto, possui recursos destinados aos links unidirecionais, à proibição de movimentos em interseções e inserção de atributos como velocidade e capacidade de tráfego, projetando uma reprodução bem próxima da realidade de mobilidade e circulação de veículos de uma cidade.

2.5.3.1 Localização de CD com o TransCAD

O *software* TransCAD apresenta uma ferramenta conhecida como *Facility Location*, que possibilita a simulação para uma localização ótima de um CD, a partir de algumas alternativas de localização, sugeridas pelo usuário, e dos pontos de entrega ou coleta, também chamados de pontos de parada.

Para utilização do *Facility Localiton*, o sistema trabalha com uma Matriz de Custo, gerada pelo TransCAD, tendo com base os parâmetros de distância dos CDs aos pontos de parada. Também são parametrizados no sistema, os dados referentes às demandas de entrega ou coleta, capacidade dos CDs, nº de veículos disponíveis para operação, custos de entrega, tempos de abertura e fechamento dos CDs, tempos de abertura e fechamento dos pontos de parada e produtividade dos veículos.

Para uma situação hipotética configurada por seis alternativas de localização de CDs e doze pontos de parada a serem realizadas entrega ou coleta, tem-se a Figura 8, onde as linhas correspondem às alternativas de localização dos CDs e as colunas os pontos de parada.

Figura 8: Matriz de Custo (*Facility Location*)

Matrix1 - Cost Matrix (LENGTH)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	10338.04	7840.43	7294.96	10386.05	9077.19	7549.91	9571.80	6572.50	8311.11	3430.91	6644.73	6721.10
9	8566.60	6447.25	6304.77	7162.88	7454.08	7039.74	7504.06	5440.27	6831.40	5839.37	6393.35	6013.79
11	10148.90	7651.29	7105.81	10196.90	8888.04	7360.77	9382.66	6383.36	8121.97	6818.09	6455.58	6531.96
14	6374.78	7858.73	8510.52	5246.79	6972.73	8846.49	6532.96	8858.17	7786.26	14982.22	9722.46	8746.08
15	8177.77	7570.36	8168.04	5258.31	7616.92	8928.49	7360.13	7868.52	7615.70	10128.06	9070.48	8317.80
16	4804.28	4582.72	4362.52	7520.24	5055.78	3435.01	5324.16	4826.34	4870.19	10772.98	3569.77	4417.41

Fonte: Autoria Própria

Ao ser executada a ferramenta *Facility Location*, o sistema TransCAD analisa as várias alternativas de trajeto entre os CDs e os pontos de parada, considerando a localização ótima de CD, aquela que apresenta as menores distâncias percorridas para cumprimento das operações entregas ou coletas.

Nos subitens 3.4.1 e 3.4.2, é aplicado a ferramenta *Facility Location* para localização ótima do CD, onde as rotinas e processos executados pelo TransCAD, estão parametrizadas de acordo o problema proposto por este trabalho.

2.5.3.2 Roteirização com o TransCAD

De acordo com Cunha (2000), a roteirização é uma técnica para apontar o melhor processo diante de uma ou mais rotas (sequências) a serem executadas por determinado(s) veículo(s) de uma rede, tendo como objetivo principal atender um conjunto de clientes geograficamente espalhados, e em localidades determinadas previamente.

Para Galvão (2003), haverá sempre um conflito em logística para apontar qual o sistema de distribuição de produtos é mais adequado, para através de um conjunto de veículos e armazéns, realizar uma determinada quantidade de entregas, a fim de atender uma determinada região, cumprindo as distâncias a serem percorridas e satisfazendo as restrições espaciais e temporais, com o objetivo de minimizar custos logísticos.

O TransCAD apresenta soluções para problemas de roteirização por meio de um conjunto de procedimentos definido por *Rounting/Logistics*. Uma das ferramentas

disponibilizadas neste conjunto de procedimentos se configura como *Vehicle Routing*.

Os passos necessários para realizar a otimização através da ferramenta *Vehicle Routing* são definidos como:

- *Mode* – é o modo de operação, define se ocorrerão entregas, coletas ou ambos; se os veículos deverão retornar ao depósito e qual a duração máxima da viagem.
- *Depot* e *Stop* - são os pontos de depósito e de paradas, onde deve-se configurar as demandas, o tempo de entrega/coleta e a posição geográfica.
- *Matrix* - matriz de roteirização por tempo / distância.
- *Vehicle* – especificação da frota de veículos a ser utilizada, onde são definidas as capacidades, os custos e o depósito de origem.

Carrara (2007) ressalta que esse procedimento de atendimento a clientes determina as rotas pela metodologia dos mínimos caminhos percorridos pelos veículos, ao serem realizadas as entregas ou até mesmo as coletas. As informações de tempo de deslocamento e distâncias percorridas são guardadas em uma Matriz de Roteirização com base na rede viária configurada para uma determinada área urbana.

Durante a simulação de um cenário de roteirização no TransCAD, inicialmente, carrega-se um mapa georreferenciado, para criação dos arquivos geográficos correspondentes, que deverão apresentar as localizações dos depósitos (*depots*) e das paradas (*stops*), ao passo que os outros parâmetros operacionais serão adicionados em sua base de dados (*dataview*).

A base de dados dos arquivos geográficos, necessariamente deverão conter as seguintes informações para realizar a roteirização:

- *ID* – identifica os clientes e depósitos criados automaticamente pelo TransCAD quando são definidos geograficamente;
- *Name* – nomes atribuídos aos depósitos e paradas
- *Open Time* – hora de abertura dos depósitos e paradas;
- *Close Time* – hora de fechamento dos depósitos e paradas;

- *Node ID* – ID do nó mais próximo na rede viária dos depósitos e paradas;
- *Delivery Demand* – demanda projetada para entrega;
- *Pickup Demand* – demanda projetada para coleta;
- *Fixed Time* – tempo fixo e pré-definido para execução das entregas e/ou coletas nos pontos de paradas;
- *Time per Unit* – tempo por unidade, relacionado à operação de entregas e/ou coletas nos pontos de paradas.

Desta forma, encerra-se o capítulo que aborda a Revisão Bibliográfica, que apresentou conteúdo teórico sobre Logística (Roteirização, Logística Urbana e Custos Logísticos), Mobilidade Urbana, Centro de Distribuição e Simulação Computacional.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão apresentadas as informações sobre a empresa em estudo, as etapas da pesquisa, o cenário atual da rede dentro do mercado farmacêutico em Uberlândia, MG, bem como o cenário futuro.

3.1 EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

A empresa escolhida nesta pesquisa se configura como a maior rede de farmácias do país. Segundo a ABRAFARMA (2015), disponível em <http://www.abrafarma.com.br/>, a rede em estudo está presente em 89% do território brasileiro com um total de 1.091 unidades em 17 Estados e mais de 23 mil funcionários. Apresenta uma receita bruta em 2014 de 7,7 bilhões de reais e um lucro antes da depreciação e amortização de juros/impostos, de 506, 2 milhões de reais.

Com projetos futuros de ser listada no Novo Mercado da Bovespa como sociedade de capital aberto, a rede pretende aumentar sua participação de mercado nos próximos anos. Nas grandes cidades brasileiras, como Uberlândia, MG, as diretrizes da empresa estão voltadas para crescer significativamente em todos os segmentos da sociedade. Esta previsão de crescimento pode levar a até 30% de participação dos mercados locais.

Sérgio Mena Barreto, presidente da Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drogarias (ABRAFARMA, 2015), em artigo publicado no jornal Folha de São Paulo, portal UOL, em 20 de Julho de 2014, comenta sobre o mercado farmacêutico:

“O setor farmacêutico é atualmente um dos mais pujantes do mundo. No Brasil, a situação não é diferente. Há uma evolução vigorosa desde 2008 e possibilidade real de o setor dobrar de tamanho até 2017. Uma estimativa da Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drogarias (Abrafarma) aponta que o Brasil caminha para ser, ainda em 2015, o quinto maior mercado mundial - hoje, é o sétimo (...) 75% dos consumidores percebem a farmácia como um local de conveniência e oferta de serviços de utilidade pública, até mesmo de correspondência bancária - realidade muito comum em pequenas cidades do interior (...) O mercado farmacêutico se expande a

passos largos e agora passa a conviver com fusões e aquisições, consequência da atividade econômica nacional e, mais do que isso, fruto de uma estratégia certa do segmento. Com demanda maior, grandes redes buscam formas de se capitalizar e ampliar sua visibilidade. As recentes fusões deixam claro que o setor está em amadurecimento e enxerga a sua grande importância para a economia brasileira. A evolução deverá estar sustentada em três pilares: viabilidade econômica, capacidade de operação e marcos legais claros. Mas, acima de tudo, precisamos avançar na eficiência da cadeia, unindo os representantes do setor de todo o Brasil.”

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Para o estudo de caso em questão, foram adotadas as seguintes etapas:

- **Primeira Etapa:** Inicialmente foram levantadas as informações referentes ao modelo de distribuição adotado pela empresa selecionada na cidade de Uberlândia, MG. Nesta etapa, identificou-se a sequência de operações desde o local de armazenagem dos produtos farmacêuticos até seus pontos de entrega, as quantidades transportadas ou volumes de carga, o número de farmácias na cidade a serem atendidas, os modelos de veículos utilizados, a frequência de entrega e as projeções de demanda previstas para um cenário futuro.
- **Segunda Etapa:** A partir das informações identificadas na primeira etapa, considerou-se a operação atual para apuração dos volumes entregues por farmácia e os custos de distribuição decorrentes desta operação.
- **Terceira Etapa:** Analisou-se um cenário futuro considerando-se os aumentos de demanda projetados pela empresa na cidade, também identificados na Etapa 1, com a proposta de um novo modelo de distribuição, a partir da instalação de um centro de distribuição. Nesta etapa, utilizou-se a ferramenta TransCAD , onde foram parametrizados os dados coletados e calculados de acordo com as informações repassadas pela empresa para a obtenção da localização ótima do(s) centro(s) de distribuição.
- **Quarta Etapa:** Nesta etapa utilizou-se a ferramenta de Roteirização (*Routing and Logistics*) do TransCAD, onde foram parametrizados dados como tipo de veículo, horários de recebimento das farmácias, número de veículos em operação, custo por quilômetro rodado por tipo de veículo, dentre outros, para se obter a roteirização dos

veículos a partir da localização ótima do(s) centro(s) de distribuição (selecionado(s) na terceira etapa) até as filiais alocadas em Uberlândia, e a apuração dos custos logísticos de distribuição, decorrentes do novo modelo proposto.

Para fins de consideração dos cálculos efetuados, os custos de transferência entre o depósito central de produtos farmacêuticos, Contagem, MG, até a cidade em que se pretende implantar o CD, Uberlândia, MG, e os custos de armazenagem originados de um centro de distribuição local, foram somados aos custos de distribuição.

- **Quinta Etapa:** Nesta última etapa foram analisados e discutidos os resultados obtidos na terceira e quarta etapas, que foram confrontados com os resultados da segunda etapa, ou seja, a comparação entre os custos logísticos totais atuais praticados pela empresa com os custos logísticos totais resultando de um novo modelo de distribuição proposto nesta pesquisa.

3.3 CENÁRIO ATUAL

Atualmente, a empresa atua com 12 farmácias instaladas em áreas comerciais estratégicas da cidade de Uberlândia, MG, conforme mostrado na Figura 9. Verifica-se que os pontos legendados na cor vermelha correspondem às 12 filiais da empresa selecionadas para o estudo de caso desta pesquisa.

No cenário atual, a empresa do estudo de caso apresenta uma operação de distribuição a partir de um Centro de Distribuição localizado na cidade de Contagem, MG. Com 3 (três) viagens por semana, as mercadorias (medicamentos e não medicamentos) são transferidas e distribuídas diretamente às farmácias localizadas na cidade de Uberlândia, MG. A frota utilizada para a operação são caminhões de médio porte, com capacidade entre 8 e 12 toneladas, classificados na faixa de caminhões *truck*, dotados de um terceiro eixo.

A configuração de entrega direta em veículos de médio porte, ao invés de veículos mais apropriados para entrega urbana, como veículos urbanos de carga (VUC) classificados nas categorias de Van ou 3/4, ocorre em função da não existência de um centro de

distribuição ou ponto de transbordo instalado na cidade de Uberlândia, MG. A média atual de entrega por farmácia, na cidade de Uberlândia, MG, referente à rede em estudo, é de 7,5 toneladas por mês e 90 toneladas para toda a rede, isto é, para as 12 farmácias. Considerando o mês com 4,2 semanas, tem-se 1,8 toneladas por semana, com frequência de 3 entregas durante uma semana, totalizando, 600 kg de mercadorias por entrega por semana, por farmácia.

No entanto, no modelo atual, a empresa utiliza o compartilhamento de cargas da cidade de Uberlândia, MG, com outras cidades da região como Araxá, MG, e Araguari, MG, justificando a necessidade de complemento de carga para viabilidade da operação. A demanda para essas três cidades é de aproximadamente 200 toneladas por mês, perfazendo um total, durante o mesmo período, de mais de 28.000 km, conforme apresentado na Tabela 5.

Figura 9: Localização das Farmácias



Fonte: Autoria própria

O custo para o modelo de veículo utilizado (truck) é de R\$ 5/Km (SINDIVAPA, 2015), resultando em um custo logístico total ou custo de distribuição total de mais de R\$ 140.000,00 mensais, o que corresponde a mais de R\$ 1,7 milhões anuais, conforme Tabela 6.

Tabela 5: Demanda Mensal Atual

Demanda Mensal (kg)	Km Rodado*
200.000	28.571
* 25% de Km urbano	

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6: Custo de Distribuição Atual

Tipo de Veículo	Capacidade (M3)	Capacidade (Kg)	Número viagens por semana	Número viagens por mês	Custo de Entrega (R\$/Km)	Km rodado Mês	Custo de Distribuição mensal (R\$)	Custo de Distribuição Anual (R\$)
truck	50	14.000	3	14	5	28.571	142.857	1.714.286

Fonte: Autoria Própria

3.4 CENÁRIO FUTURO

Com as propostas de crescimento de mercado vislumbradas para o setor, conforme explicitado por Sérgio Mena Barreto (presidente-executivo da ABRAFARMA), em cidades como Uberlândia, MG, a evolução da participação de mercado proposta pela rede será de 8,3% atuais para 30% em 2017, neste cenário futuro serão alterados os volumes transportados, o que resultará em um maior número de viagens para as mesmas capacidades dos veículos utilizadas atualmente, que é de 8 a 12 toneladas.

Neste trabalho, foi considerado que a participação da cidade de Uberlândia, MG, no PIB do Brasil, em 2017, permanecerá inalterada, ou seja, com os mesmos 0,8% (Tabela 7).

Com relação aos dados apresentados na Tabela 8, o valor de R\$ 52.000.000.000,00 para o Faturamento ABRAFARMA em 2017, foi destacado no subitem 1.2 – Justificativa do

Trabalho, pelo presidente-executivo da entidade como uma projeção do mercado. Ressalta-se ainda no subitem 1.2, que o faturamento das farmácias não afiliadas à entidade ABRAFARMA, correspondem a 40% do Faturamento Total das Farmácias no Brasil, ou seja, o Faturamento ABRAFARMA (Tabela 8) é somente 60% de todo potencial de mercado de farmácias no Brasil, daí o valor de R\$ 86.666.666.667,00 para o Faturamento Total de Farmácias no Brasil em 2017 (Tabela 8).

Para cálculo do Faturamento do Mercado de Farmácias em 2017, na cidade de Uberlândia, MG (dado apresentado na Tabela 9), de R\$ 416.000.000,00, foram utilizados o Faturamento ABRAFARMA (informação exibida na Tabela 8), R\$ 52.000.000,00 (não foram considerados os valores de faturamento das entidades não afiliadas) e também a porcentagem de 0,8%, correspondente a Participação de Uberlândia, MG, no PIB Brasil (Tabela 7). No cálculo do Faturamento da Rede em Uberlândia, MG, em 2017 (Tabela 9), de R\$ 124.800.000,00, foi aplicado o percentual (%) de participação da Rede em Uberlândia, MG (Tabela 9), de 30%, sobre o valor de R\$ 416.000.000,00.

Para cálculo dos valores de 2013, correspondentes ao Faturamento Total de Farmácias no Brasil (Tabela 8), Faturamento ABRAFARMA (Tabela 8), Faturamento do Mercado de Farmácias em Uberlândia, MG, (Tabela 9) e Faturamento da Rede em Uberlândia, MG, (Tabela 9), foi realizado a mesma forma de cálculo. As oscilações da economia, como índices de inflação e taxas de juros, foram desconsideradas para os cálculos realizados.

Tabela 7: % PIB Uberlândia em relação PIB Brasil

	Participação de Uberlândia no PIB Brasil
2013	0,8%
2017	0,8%

Fonte: Autoria Própria

Tabela 8: Faturamento Mercado de Farmácias no Brasil

Ano	Faturamento total (R\$) Farmácias no Brasil	Faturamento (R\$) ABRAFARMA
2013	73.166.666.666,67	43.900.000.000,00
2017	86.666.666.666,67	52.000.000.000,00

Fonte: Autoria Própria

Diante desta projeção e do que o cenário futuro está sinalizando, justifica-se um estudo de uma nova estrutura operacional, para avaliar as possibilidades de instalação de um Centro de Distribuição local, em cidades cujo crescimento ocorrerá em virtude de novos projetos da empresa.

Tabela 9: Faturamento Mercado de Farmácias em Uberlândia

Ano	% participação da Rede em Uberlândia	Mercado Farmácias Uberlândia (R\$)	Faturamento da Rede em Uberlândia (R\$)
2013	8,3%	351.200.000,00	29.149.600,00
2017	30,0%	416.000.000,00	124.800.000,00

Fonte: Autoria Própria

No cenário futuro, onde se pretende crescer em até três vezes em relação a participação atual de mercado do segmento farmacêutico de Uberlândia, MG, deve-se projetar uma operação para otimização do custo logístico e também do nível de serviço prestado, como uma reposição de estoque mais eficiente. Considera-se, nesta estrutura, além dos custos de distribuição, uma operação de transferência de mercadorias de um depósito central, localizado na cidade de Contagem, MG, até a cidade de Uberlândia, MG, local de um novo centro de distribuição da empresa. Também será considerado um custo de armazenagem, como consequência da agregação de uma operação de estocagem na configuração proposta.

Este estudo tem como um dos objetivos apontar a melhor localização de um Centro de Distribuição, considerando os menores custos de entrega e os custos totais das operações logísticas (transferência, armazenagem e entrega), resultados do novo modelo de distribuição adotado.

Na Figura 10 está sendo proposta uma localização inicial, das posições referentes aos CD's (pontos legendados na cor azul) e a localização das filiais, que para este trabalho, iremos considerar como Farmácias (pontos legendados na cor vermelha). As simulações computacionais no TransCAD, para localização ideal do CD, foram realizadas a partir desta configuração.

Figura 10: Localização Inicial dos CD's



Fonte: Autoria própria

3.4.1 Parametrização de dados no TransCAD

Inicialmente, além dos *dataview* de rede e de pontos, criados no TransCAD, foram elaborados também o *dataview* de depósitos ou CDs e o *dataview* de farmácias ou filiais. Para o *dataview* de CD, deu-se o nome de *Depot* e para o *dataview* de farmácias, *Stop*.

Para o *dataview Depot*, os campos que foram criados e parametrizados do sistema TransCAD, foram Capacidade Mássica, Capacidade Volumétrica, Área, Horário de abertura (*Open Time*), Horário de fechamento (*Closed Time*) e os Nomes (*Name*) que

foram registrados de forma coincidente com os *IDs* de cada CD (Figura 11).

Para o *dataview Stop*, foram criados e parametrizados os campos Demanda de Entrega (*Delivery Demand*), Tempo Unitário (*Unit Time*), Tempo Fixado (*Fixed Time*), Horário de abertura (*Open Time*), Horário de fechamento (*Closed Time*) e os Nomes de cada Farmácia (*Name*), conforme Figura 12. Vale ressaltar que o campo *Unit Time* é o tempo que se gasta para realizar as operações de embarque ou desembarque dos produtos, por unidade de peso. Já o campo *Fixed Time* é o tempo que se gasta para operações consideradas como improdutivas, como por exemplo, procurar vaga de estacionamento, estacionar o veículo, entregar e receber documentação, aguardar chamada em fila de espera, dentre outras.

Figura 11: Parâmetros do *dataview Depot* - Proposta Centros de Distribuição

Latitude	[Capacidade [Kg]]	[Capacidade [m3]]	[Área (m2)]	[Node ID]	Name	[Open time]	[Closed Time]
-18945105	300000.00	2000	3750.00	42336 8		8.00	18.00
-18890006	300000.00	2000	3750.00	126807 9		8.00	18.00
-18961535	300000.00	2000	3750.00	132445 11		8.00	18.00
-18895235	300000.00	2000	3750.00	363950 14		8.00	18.00
-18863261	300000.00	2000	3750.00	319452 15		8.00	18.00
-18940936	300000.00	2000	3750.00	147811 16		8.00	18.00

Fonte: Autoria Própria

Figura 12: Parâmetros do *dataview Stop* - Farmácias

ID	Longitude	Latitude	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]
1	-48252017	-18917344	32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727
2	-48275578	-18918525	39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657
3	-48279533	-18921241	16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049
4	-48260819	-18896101	31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747
5	-48263067	-18915518	11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125
6	-48274471	-18927809	29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274
7	-48259322	-18911689	14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436
8	-48283317	-18918993	22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089
9	-48270467	-18916133	16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038
10	-48334653	-18928006	20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582
11	-48282345	-18931834	15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389
12	-48281012	-18924178	10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730

Fonte: Autoria Própria

As unidades dos campos *Open Time* e *Closed Time* são horas, de *Delivery Demand* é Kg, *Unit Time* é minutos / Kg e *Fixed Time* é minutos.

3.4.2 Simulações para localização ótima do Centro de Distribuição

Foram consideradas 7 simulações para a localização ótima do CD na cidade de Uberlândia, MG, frente a um cenário de demanda futura, conforme às seguintes

projeções :

- Em 2017, a rede de farmácias projeta um faturamento de R\$ 124.800.000,00 na cidade de Uberlândia, MG, resultando em um faturamento médio mensal de R\$ 10.400.000,00.
- O valor agregado médio para o segmento farmacêutico, adotado pelo autor deste trabalho, foi de R\$ 40,00 / Kg.
- Para um faturamento médio mensal de R\$ 10.400.000,00, valor agregado de R\$ 40,00 / Kg e 22 dias úteis, a demanda diária média em Kg por farmácia, é de 11.818 kg/dia.
- As demandas de distribuição das farmácias (unidades) estão apresentadas na Tabela 10, considerando a participação de cada uma delas na demanda total da rede.

Para esta simulação, o TransCAD utiliza uma ferramenta chamada *Facility Location*, que mediante as distâncias percorridas para realização das entregas de toda a demanda parametrizada no sistema, elege a(s) localização(ões) ótima(s) para o CD, de forma a proporcionar o menor custo operacional de distribuição entre CD e paradas.

Tabela 10: Demandas de Distribuição por Farmácia

Unidade	Faturamento Mensal (R\$)	Participação das Unidades na Rede (%)	Demanda Peso Mensal (Kg) *
1	1.300.000,00	13%	32.500
2	1.560.000,00	15%	39.000
3	676.000,00	7%	16.900
4	1.248.000,00	12%	31.200
5	468.000,00	5%	11.700
6	1.196.000,00	12%	29.900
7	572.000,00	6%	14.300
8	884.000,00	9%	22.100
9	644.800,00	6%	16.120
10	832.000,00	8%	20.800
11	603.200,00	6%	15.080
12	416.000,00	4%	10.400
Total	10.400.000,00	100%	260.000

* Valor agregado (R\$/kg) = 40,00

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 11, são apresentados os endereços propostos de localização de cada um dos 6 CD's:

Tabela 11: Endereços Propostos para os CDs

CD	LOCALIZAÇÃO	REGIÃO
8	MG 497, PRÓXIMO AO BAIRRO JARDIM EUROPA	SULDOESTE
9	ANEL VIÁRIO AIRTON SENA, ENTRE OS BAIRROS TAIAMAN E SÃO JOSÉ	NOROESTE
11	ENTRE OS BAIRROS SHOPPING PARK E JARDIM BARCELONA	SUL
14	ENTRE OS BAIRROS MANSÕES AEROPORTO E JARDIM IPANEMA	LESTE
15	ENTRE OS BAIRROS CRUZEIRO DO SUL E DISTRITO INDUSTRIAL	NORTE
16	ENTRE OS BAIRROS GRANADA E LAGOINHA	SULDESTE

Fonte: Autoria Própria

No próximo capítulo (Resultados), também serão detalhados os custos de distribuição obtidos para cada uma das simulações, juntamente com a agregação dos custos de transferência entre o depósito central da empresa, localizado na cidade de Contagem, MG, até Uberlândia, MG, e também do custo de armazenagem originado pela instalação do CD escolhido.

Finalizado o capítulo Estudo de Caso, foram apresentadas as informações sobre a empresa em estudo, as etapas da pesquisa, o cenário atual e o cenário futuro da rede de farmácias em análise, na cidade de Uberlândia, MG.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

No capítulo Resultados serão destacados as simulações para localização ótima do(s) CD(s), a definição do CD selecionado pelo TransCAD, a simulação das rotas de distribuição a partir do CD selecionado, o comparativo dos custos totais da operação e a viabilidade de instalação do CD selecionado na cidade de Uberlândia, MG.

Foram realizadas ao todo 7 simulações utilizando a ferramenta Facility Location na busca pela(s) localização(ões) ótima(s) do(s) CD(s). Os critérios utilizados para o agrupamento dos CDs durante as simulações 2, 3, 4, 5, 6 e 7, foram aleatórios, atentando-se para o fato de que todos deveriam ser comparados entre si.

Na simulação 1 considerou-se todas as 6 alternativas de localização dos CD's, propostas inicialmente, como pode ser visualizado na Figura 11. Ou seja, não se restringiu a participação de nenhum dos CDs. Na simulação 2 considerou-se como operantes somente os CDs 9, 11 e 14, restringindo a participação dos CDs 8, 15 e 16. Na simulação 3 considerou-se como operantes somente os CDs 8, 9 e 14, restringindo a participação dos CDs 11, 15 e 16. Na simulação 4 considerou-se como operantes os CDs 11, 14 e 15, restringindo a participação dos CDs 8, 9 e 16. Na simulação 5 considerou-se como operantes os CDs 8, 9 e 11, restringindo a participação dos CDs 14, 15 e 16. Na simulação 6 considerou-se como operantes os CDs 9, 14 e 15, restringindo a participação dos CDs 8, 11 e 16. E, por fim, na simulação 7 considerou-se como operantes os CDs 8 e 14, restringindo a participação dos CDs 9, 11, 15 e 16.

Antes da apresentação dos resultados, é importante ressaltar que fixou-se uma condição de restrição para os bairros Santa Mônica e Segismundo Pereira devido ao alto índice de roubos e furtos nesta região da cidade. Estas informações de sinistralidade foram apuradas junto à Polícia Militar de Minas Gerais, no Batalhão sediado na cidade Uberlândia, MG. Nas regiões Leste e Sudeste da cidade de Uberlândia, MG, região dos bairros Santa Mônica e Segismundo Pereira, se localiza o CD 16 (Tabela 12), entre os

bairros Granada e Lagoinha, resultando daí uma necessidade de restrição ao CD 16, devido aos altos índices de sinistralidade por roubos e furtos.

Tabela 12: Sinistralidade por Roubos e Furtos

CD	Região	Sinistralidade por Roubos e Furtos
8	SULDOESTE	MÉDIA
9	NOROESTE	BAIXA
11	SUL	MÉDIA
14	LESTE	MÉDIA
15	NORTE	BAIXA
16	SUDESTE	ALTA

Referente ao ano de 2014

Fonte: Aatoria Própria

4.1 CD Selecionado pelo TransCAD

Simulação 1: O CD escolhido pelo sistema TransCAD para esta simulação como localização ótima foi o CD 16.

Quando analisadas todas as 6 alternativas em conjunto, ou seja, todas as possibilidades de localização do CD concorrendo entre si, foi escolhido o CD 16, porém, este CD, localizado entre os bairros Lagoinha e Granada, está localizado justamente dentro da região Sudeste, que apresenta a condição de restrição por situar-se próximo aos bairros Santa Mônica e Segismundo Pereira, que são os bairros com os maiores índices de sinistralidade por roubos e furtos de Uberlândia, MG.

As Figuras 13 e 14 apresentam o *dataview* e o resumo operacional da simulação 1, respectivamente, onde é possível verificar a escolha da localização ótima do CD pelo CD 16.

Simulação 2: Para esta simulação foi desconsiderado o CD 16 escolhido como a primeira opção de localização ótima, de forma a obter nova resposta do sistema TransCAD. O CD selecionado como localização ótima pelo sistema para esta simulação

foi o CD 9, localizado na região Noroeste da cidade.

A localização deste CD está fora da condição de restrição de sinistralidade por roubos e furtos imposta ao estudo, também oferece boas condições de acesso à malha rodoviária, através do Anel Viário Airton Sena, Distrito Industrial e Anel Viário Norte da cidade de Uberlândia, MG, e além de estar localizado em uma região em que a ocupação industrial e residencial ainda não se encontra saturada.

As Figuras 15 e 16 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 2.

Figura 13: *Dataview* da Simulação 1

ID	e	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	[ility ID]	[Min Cost]
174		32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	16	4804.28
285		39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	16	4582.72
331		16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	16	4362.52
491		31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	16	7520.24
578		11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	16	5055.78
619		29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	16	3435.01
729		14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	16	5324.16
873		22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	16	4826.34
973		16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	16	4870.19
1036		20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	16	10772.98
1154		15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	16	3569.77
1228		10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	16	4417.41

Fonte: Autoria própria

Figura 14: Resumo Operacional da Simulação 1

```

New Facilities      : 1
Objective          : Minimize average cost of service
Cost Matrix File   : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility view      : Depot
Candidate Set      : All features (6 features)
Existing Facility Set : None
Client view        : Stop
Client Set         : All features (12 features)

***** OUTPUT *****

Assignment Table    : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Sim
Chosen Location Set : New Facilities :5 (# chosen locations = 1)
Chosen Location     : 16
Average Cost        : 5295.116
Total Cost          : 63541.395
# Clients Served     : 12
# Clients Not Served : 0
Chosen locations are in set New Facilities :5. Execution Time was 00:00:00.069.

```

Fonte: Autoria própria

Figura 15: *Dataview* da Simulação 2

Dataview41 - Stop+LOCATION										
ID	e	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	}}	[Facility ID]	[Min Cost]
174		32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	71	9	--
285		39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	72	9	6447.25
331		16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	93	9	6304.77
491		31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	74	9	7162.88
578		11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	55	9	7454.08
619		29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	46	9	7039.74
729		14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	67	9	7504.06
873		22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	98	9	5440.27
973		16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	89	9	6831.40
1036		20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	20	9	5839.37
1154		15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	91	9	6393.35
1228		10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	02	9	6013.79

Fonte: Autoria própria

Figura 16: Resumo Operacional da Simulação 2

New Facilities	: 1
Objective	: Minimize average cost of service
Cost Matrix File	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility View	: Depot
Candidate Set	: Selection (3 features)
Existing Facility Set	: None
Client view	: Stop
Client set	: All features (12 features)
***** OUTPUT *****	
Assignment Table	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Sim
Chosen Location Set	: New Facilities :6 (# chosen locations = 1)
Chosen Location	: 9
Average Cost	: 6749.796
Total Cost	: 80997.554
# Clients Served	: 12
# Clients Not Served	: 0
Chosen locations are in set New Facilities :6. Execution Time was 00:00:00.065.	

Fonte: Autoria própria

Simulação 3 : O CD 9 foi novamente escolhido pelo sistema para esta simulação.

Além dos comentários já destacados na simulação 2, registra-se ainda que os CDs 8 e 14, apesar de estarem próximos às malhas rodoviárias da cidade, estão mais distantes das farmácias da rede e também inseridos em regiões mais residenciais, se comparados com o CD 9. Lembrando que para a simulação 3, considerou-se como operantes somente os CDs 8, 9 e 14, restringindo a participação dos CDs 11, 15 e 16.

As Figuras 17 e 18 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 3.

Figura 17: *Dataview* da Simulação 3

Dataview45 - Stop+LOCATION												
ID	de	de	Demand	[Unit Time]	ed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	[Facility ID]	[Min Cost]
1	17	44	32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	9	8566.60
2	78	25	39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	9	6447.25
3	33	41	16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	9	6304.77
4	19	01	31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	9	7162.88
5	67	18	11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	9	7454.08
6	71	09	29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	9	7039.74
7	22	89	14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	9	7504.06
8	17	93	22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	9	5440.27
9	67	33	16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	9	6831.40
10	53	06	20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	9	5839.37
11	45	34	15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	9	6393.35
12	12	78	10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	9	6013.79

Fonte: Autoria própria

Figura 18: Resumo Operacional da Simulação 3

```

# New Facilities      : 1
Objective            : Minimize average cost of service
Cost Matrix File     : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility view        : Depot
Candidate Set         : Selection (3 features)
Existing Facility set : None

Client view          : Stop
Client Set            : All features (12 features)

***** OUTPUT *****

Assignment Table      : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\sim
Chosen Location Set   : New Facilities :9 (# chosen locations = 1)
Chosen Location       : 9
Average Cost          : 6749.796
Total Cost            : 80997.554
# Clients Served       : 12
# Clients Not Served   : 0
Chosen locations are in set New Facilities :9. Execution Time was 00:00:00.063.

```

Fonte: Autoria própria

Simulação 4 : O CD escolhido pelo sistema TransCAD para esta simulação como localização ótima, foi o CD 11, localizado na região sul da cidade.

O CD 11 tem bom acesso a malha rodoviária da cidade, através do Anel Viário Sul. Os CDs 15 e 14, além de mais distantes das farmácias da rede, se encontram em regiões bastante ocupadas por indústrias e residências, como é o caso do CD 15, localizado no Distrito Industrial.

Para esta simulação foi criado um conjunto de seleção, onde considerou-se como operantes os CDs 11, 14 e 15, e não operantes os CDs 8, 9 e 16.

As Figuras 19 e 20 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 4.

Figura 19: *Dataview* da Simulação 4

Dataview48 - Stop+LOCATION													
	ID	de	de	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	ility ID]	[Min Cost]
	1	17	44	32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	11	10148.90
	2	78	25	39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	11	7651.29
	3	33	41	16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	11	7105.81
	4	19	01	31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	11	10196.90
	5	67	18	11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	11	8888.04
	6	71	09	29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	11	7360.77
	7	22	89	14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	11	9382.66
	8	17	93	22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	11	6383.36
	9	67	33	16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	11	8121.97
	10	53	06	20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	11	6818.09
	11	45	34	15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	11	6455.58
	12	12	78	10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	11	6531.96

Fonte: Autoria própria

Figura 20: Resumo Operacional da Simulação 4

```
# New Facilities      : 1
Objective           : Minimize average cost of service
Cost Matrix File    : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility view       : Depot
Candidate Set       : Selection (3 features)
Existing Facility Set : None

Client view         : Stop
Client Set          : All features (12 features)

***** OUTPUT *****

Assignment Table    : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\sim
Chosen Location Set : New Facilities :10 (# chosen locations = 1)
Chosen Location     : 11
Average Cost        : 7920.444
Total Cost          : 95045.323
# Clients Served    : 12
# Clients Not Served : 0
Chosen locations are in set New Facilities :10. Execution Time was 00:00:00.081
```

Fonte: Autoria própria

Simulação 5 : O CD selecionado pelo sistema TransCAD para esta simulação, como a localização ótima, foi o CD 9 novamente.

Esta simulação se caracteriza como a mais importante, pois, ao se restringir o CD 16 pela condição de se localizar em região de alta sinistralidade por roubos e furtos, os CDs 9 e 11 são as alternativas mais viáveis em termos de proximidade junto à rede de farmácias, proximidade junto à malha rodoviária da cidade e também em termos de regiões menos ocupadas por residências e até mesmo indústrias. O desempate para esta

simulação, são de fato as menores distâncias percorridas para a operação de distribuição a partir do CD 9, quando comparadas com a operação de distribuição a partir do CD 11. O CD 8, apesar de estar bem localizado em termos de proximidade à malha rodoviária, se encontra mais distante da rede de farmácias que os CDs 9 e 11.

E ainda, na simulação 5 considerou-se como operantes os CDs 8, 9 e 11, e não operantes os CDs 14,15 e 16.

As Figuras 21 e 22 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 5.

Figura 21: *Dataview* da Simulação 5

Dataview51 - Stop+LOCATION												
ID	ude	ude	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	[Facility ID]	[Min Cost]
1	017	344	32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	9	8566.60
2	578	525	39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	9	6447.25
3	533	241	16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	9	6304.77
4	819	101	31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	9	7162.88
5	067	518	11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	9	7454.08
6	471	809	29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	9	7039.74
7	322	689	14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	9	7504.06
8	317	993	22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	9	5440.27
9	467	133	16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	9	6831.40
10	653	006	20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	9	5839.37
11	345	834	15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	9	6393.35
12	012	178	10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	9	6013.79

Fonte: Autoria própria

Figura 22: Resumo Operacional da Simulação 5

```
# New Facilities      : 1
Objective           : Minimize average cost of service
Cost Matrix File    : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility View       : Depot
Candidate Set       : Selection (3 features)
Existing Facility Set : None

Client view         : Stop
Client Set          : All features (12 features)

***** OUTPUT *****

Assignment Table    : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\sim
Chosen Location Set : New Facilities :11 (# chosen locations = 1)
Chosen Location     : 9
Average Cost        : 6749.796
Total Cost          : 80997.554
# Clients Served    : 12
# Clients Not Served : 0
Chosen locations are in set New Facilities :11. Execution Time was 00:00:00.119
```

Fonte: Autoria própria

Simulação 6 : O CD apontado pelo sistema TransCAD para esta simulação como localização ótima foi novamente o CD 9.

Esta simulação foi realizada para se comparar as operações pelos CDs 14 e 15, frente ao CD 9, considerando as rotas alternativas de distribuição por bairros residenciais como Bairro Brasil, Nossa Senhora das Graças, Marta Helena, Rossevelt, Custódio Pereira e Umuarama.

Para esta simulação considerou-se como operantes os CDs 9, 14 e 15, restringindo a participação dos CDs 8, 11 e 16. As Figuras 23 e 24 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 6.

Figura 23: *Dataview* da Simulação 6

ID	[e]	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	[Facility ID]	[Min Cost]
174		32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	9	8566.60
285		39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	9	6447.25
331		16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	9	6304.77
491		31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	9	7162.88
578		11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	9	7454.08
619		29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	9	7039.74
729		14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	9	7504.06
873		22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	9	5440.27
973		16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	9	6831.40
1036		20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	9	5839.37
1154		15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	9	6393.35
1228		10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	9	6013.79

Fonte: Autoria própria

Figura 24: Resumo Opeacional da simulação 6

# New Facilities	: 1
Objective	: Minimize average cost of service
Cost Matrix File	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility view	: Depot
Candidate Set	: Selection (3 features)
Existing Facility Set	: None
Client view	: Stop
Client Set	: All features (12 features)
***** OUTPUT *****	
Assignment Table	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Sim
Chosen Location Set	: New Facilities :12 (# chosen locations = 1)
Chosen Location	: 9
Average Cost	: 6749.796
Total Cost	: 80997.554
# Clients Served	: 12
# Clients Not Served	: 0
Chosen locations are in set New Facilities :12. Execution Time was 00:00:00.099	

Fonte: Autoria própria

Simulação 7 : O CD escolhido pelo sistema TransCAD, como localização ótima para esta simulação, foi o CD 8.

Esta simulação visa atender uma situação de análise para dois CDs localizados em pontos mais extremos da cidade. O CD 8, além de percorrer menores distâncias até às farmácias da rede, também se encontra em região de melhores acesso a malha rodoviária da cidade.

Na simulação 7 considerou-se como operantes os CDs 8 e 14, e não operantes os CDs 9, 11, 15 e 16. As Figuras 25 e 26 apresentam os resultados gerados pelo TransCAD, considerando as configurações realizadas para a Simulação 7.

Figura 25: *Dataview* da simulação 7

Dataview57 - Stop+LOCATION										
ID de de	[Delivery Demand]	[Unit Time]	[Fixed Time]	[Open Time]	[Closed Time]	Name	[Node ID]	[Client ID]	[Facility ID]	[Min Cost]
1 17 44	32500.00	0.08	8.00	8.00	17.00	FP	260727	1	8	10338.04
2 78 25	39000.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF I	193657	2	8	7840.43
3 33 41	16900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AF II	192049	3	8	7294.96
4 19 01	31200.00	0.08	8.00	8.00	17.00	RP	283747	4	8	10386.05
5 67 18	11700.00	0.08	8.00	8.00	17.00	AC	255125	5	8	9077.19
6 71 09	29900.00	0.08	8.00	8.00	17.00	CS	188274	6	8	7549.91
7 22 89	14300.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GV	258436	7	8	9571.80
8 17 93	22100.00	0.08	8.00	8.00	17.00	JN	192089	8	8	6572.50
9 67 33	16120.00	0.08	8.00	8.00	17.00	LZ	198038	9	8	8311.11
10 53 06	20800.00	0.08	8.00	8.00	17.00	SG	68582	10	8	3430.91
11 45 34	15080.00	0.08	8.00	8.00	17.00	GO	181389	11	8	6644.73
12 12 78	10400.00	0.08	8.00	8.00	17.00	QN	183730	12	8	6721.10

Fonte: Autoria própria

Figura 26: Resumo Operacional da simulação 7

# New Facilities	: 1
Objective	: Minimize average cost of service
Cost Matrix File	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Red
Facility view	: Depot
Candidate Set	: Selection (3 features)
Existing Facility Set	: None
Client view	: Stop
Client Set	: All features (12 features)
***** OUTPUT *****	
Assignment Table	: C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado EngCivil 2013_1\Dissertação\Sim
Chosen Location Set	: New Facilities :8 (# chosen locations = 1)
Chosen Location	: 8
Average Cost	: 7811.561
Total Cost	: 93738.732
# Clients Served	: 12
# Clients Not Served	: 0
Chosen locations are in set New Facilities :8. Execution Time was 00:00:00.096.	

Fonte: Autoria própria

Na Figura 27 é apresentado um resumo dos processos de simulação e o CD que obteve o maior número de indicações.

Figura 27: Resumo das Simulações

SIMULAÇÃO	CD ESCOLHIDO	OBSERVAÇÃO
1	16	Com Restrição
2	9	Sem Restrição
3	9	Sem Restrição
4	11	Sem Restrição
5	9	Sem Restrição
6	9	Sem Restrição
7	8	Sem Restrição

Fonte: Autoria própria

A localização ótima para esta operação de distribuição na cidade de Uberlândia, MG, considerando todas as parametrizações realizadas nesta pesquisa, com o objetivo de atender às demandas futuras, é a localização do CD 9, que obteve 4 indicações dentre as 7 simulações. A prevalência do CD 9 sobre os demais, excluindo o CD 16, que apresenta a restrição devido as condições de alta sinistralidade por roubos e furtos, se deve ao fato do CD 9 apresentar o menor custo total da operação, R\$ 80.997,55, como pode ser visualizado na Figuras 16, 18, 22 e 24, em função das menores distâncias percorridas durante as simulações realizadas. O CD 9 deverá ser instalado próximo aos bairros Taiamam e São José, com as dimensões e características elencadas na Figuras 28 e 29 .

Os dados das Figuras 28 e 29 foram adotados pelo autor, em função das práticas de mercado do segmento de comércio distribuidor atacadista da cidade de Uberlândia, MG, e da experiência do autor neste segmento.

Figura 28: Características do Depósito

Características do Depósito (60 x 40 m)				
Área Operacional (m2)	Área Administrativa (m2)	Área Total (m2)	Capacidade Armazenagem (m3)	Capacidade Armazenagem (t)
2340	60	2400	1200	200

Fonte: Autoria Própria

Figura 29: Dados Operacionais do Depósito

Dados operacionais do depósito						
Nº de Ruas	Capacidade em Paletes	Nº de Níveis de Porta-Paletes	Nº de Docas	Área Movimentação de Veículos	Largura das ruas	porta palete e docas
5	1200	3	5	40 m x 20 m	2,4 m	5 m

Fonte: Autoria Própria

Observações:

- 1) Considerar Fator de Cubagem de 167 kg/m³ e pé direito de 8 metros.
- 2) Demanda mensal futura é de 260.000 kg, que dividida por 22 dias úteis, tem-se 11.818 Kg por dia, para uma capacidade de 200.000 kg e demanda diária de 11.818 Kg/dia, tem-se uma cobertura de estoque de 16,98 dias, aproximadamente 17 dias.

4.2 Rotas de distribuição simuladas pelo TransCAD

A demanda total diária de entrega (DDE) para as 12 farmácias analisadas neste trabalho é de 11.818 kg, conforme demonstrado no subitem 3.4.2. Assim, ao se pensar na frota de veículos, deve-se disponibilizar veículos suficientes para que o sistema TransCAD tenha liberdade de escolha do tipo e do número de veículos por rota.

Vale frisar que essa configuração em relação ao número de veículos disponibilizados é em função de uma limitação apresentada pelo sistema TransCAD, onde o programa não “entende” que um mesmo veículo pode realizar a operação de entrega mais de uma vez ao dia, ou seja, o programa aloca um veículo para cada rota/viagem executada. Sendo assim, na Figura 30, está exibida a frota de veículos do tipo VAN e do tipo caminhão ¾, que foi estipulada com base na demanda diária de 11.818 Kg e também na limitação do sistema TransCAD, em simular mais de uma operação de entrega ou coleta, para o mesmo veículo, considerando o tempo disponível de 8 horas diárias de trabalho que cada motorista pode trabalhar segundo a CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas).

Para início das simulações de roteirização no item 4.2.1, disponibilizou-se uma frota de 2 veículos tipo caminhão ¾ e 4 veículos do tipo VAN, num total de 6 veículos, com uma capacidade total de entrega diária de 15.300 Kg, demanda esta superior à demanda necessária para atendimento das 12 farmácias, que é de 11.818 Kg diários, em função das limitações do TransCAD, comentadas anteriormente.

Figura 30: Definição da Frota Disponível para Roteirização

VEICULO	TIPO	CAPACIDADE	QUANTIDADE	CAPAC TOTAL
Cam 3/4	1	3000	2	6000
VAN	2	2325	4	9300
TOTAL DISPONÍVEL				15300

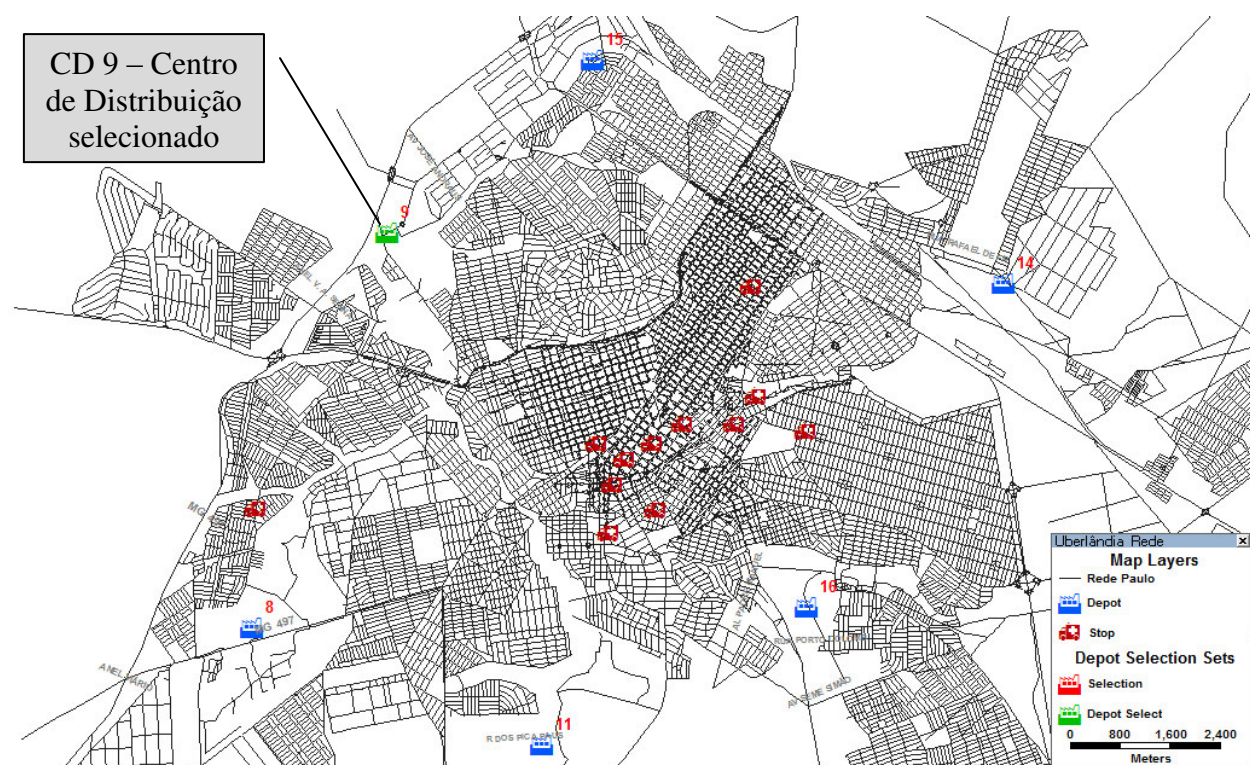
Fonte : Autoria própria

4.2.1 Simulação das rotas de distribuição a partir do CD selecionado - *Depot 9*

A Figura 31 mostra a configuração final da localização do CD definido pelas simulações realizadas no item 4.1, utilizando a ferramenta *Facilty Location*, o CD 9 e seus pontos de entrega (destacados na cor vermelha) na cidade de Uberlândia, MG.

As análises e discussões dos resultados apresentados pela roteirização a partir do CD 9 foram realizadas conforme as informações registradas nos Apêndice A (Relatório de Roteirização gerado pelo sistema TransCAD) e no Apêndice B (Resumo Geral dos Dados de Entrada e Saída da simulação de entrega às 12 farmácias da rede).

Figura 31: Localização do CD 9



Fonte: Autoria Própria

Simulação Realizada para entrega às 12 farmácias da rede a partir do CD 9:

Para a simulação de entrega do CD 9 para as 12 farmácias da rede, a frota disponibilizada à ferramenta *Vehicle Routing* foram 2 (dois) veículos tipo caminhão 3/4 e 4 (quatro) veículos tipo Van.

O resumo geral da operação de entrega (Apêndice B), registrou uma taxa de ocupação média dos veículos de 77,2% para uma distância percorrida 92.644,2 m, aproximadamente 93 Km. Esta operação demandou 6 rotas de entrega, onde foram utilizados 2 veículos tipo caminhão 3/4 e 4 veículos tipo VAN. Capacidade Total de Entrega dos Veículos de 15.300 kg, Demanda Total de Entrega de 11.818 Kg, e as 12 farmácias da rede, totalmente atendidas. O tempo total de operação foi de 18 horas e 57 minutos, aproximadamente 19 horas, utilizando toda a frota disponível. O tempo total de serviço para atendimento dos 12 clientes foi de 17 horas e 21 minutos, 92% do tempo total da operação.

Conforme Apêndice A, o maior tempo de atendimento foi ocasionado pelo atendimento de 2 clientes ou farmácias, pertencentes à rota 5, com 3 horas e 41 minutos, também a rota com a maior demanda de entrega, aproximadamente 2,5 toneladas (2.364 Kg).

Para que se possa efetivamente contabilizar o número de veículos necessário para realizar as entregas às 12 farmácias da rede a partir do Depot 9 é indispensável considerar a limitação do sistema TransCAD, de não operar com um único veículo durante as 8 horas diárias permitidas de trabalho e, assim, otimizar a quantidade de veículos sugerida pelo sistema. Para tanto, deve-se analisar no Apêndice A, o campo *Route*, ou seja, as rotas e também seus respectivos tempos totais de entrega, *Total Time*.

Pode-se visualizar no Apêndice A que a primeira rota (*Route 1*) apresenta um *Total Time* de 3 horas e 14 minutos, a *Route 2*, de 3 horas e 32 minutos, totalizando assim, 6 horas e 46 minutos. Desta forma, *Route 1* e *Route 2* podem ser executadas por um único veículo tipo 2 (VAN) conforme selecionado pelo sistema TransCAD para realizar essas rotas.

Ainda no Apêndice A, para a *Route 3* e *Route 4*, se somados os Tempos Totais de Entrega (*Total Time*), 2 horas e 21 minutos e 3 horas e 26 minutos, respectivamente, tem-se um total de 5 horas e 47 minutos, onde se deve utilizar um segundo veículo tipo 2 (VAN). Para as *Route 5* e *Route 6*, Apêndice A, com Tempos Totais de Entrega (*Total Time*) de 3 horas e 41 minutos e 2 horas e 43 minutos, respectivamente, são necessárias 6 horas e 24 minutos, que devem ser executadas por um terceiro veículo do tipo 1 (caminhão $\frac{3}{4}$).

Com isso, pode-se apontar como solução para atendimento desta configuração de demanda, para as 12 farmácias em análise, considerando inclusive as limitações de otimização de frota do sistema TransCAD, uma operação de entrega a partir do CD ou *Depot 9*, localizado no Anel Viário Airton Sena, entre os bairros Taiaman e São José, utilizando uma frota de 2 (dois) veículos tipo 2 (VAN) e apenas 1 (um) veículo tipo 1 (caminhão $\frac{3}{4}$).

4.3 Comparativo dos Custos Totais da Operação

4.3.1 Cálculo do Custo Total da operação sem instalação de um CD na cidade de Uberlândia, MG, para um cenário futuro

A seguir estão listadas algumas considerações importantes feitas para o cálculo do Custo Total da operação sem a instalação de um CD na cidade de Uberlândia, MG, vislumbrando um cenário futuro.

- a) No item 3.3, na Tabela 6, foi apresentado os custos de distribuição para o modelo de operação realizado atualmente para uma demanda de R\$ 1.714.286,00 anuais.
- b) A demanda futura de faturamento está apresentada no item 3.4, na Tabela 9, no valor de R\$ 124.800.000,00.
- c) A demanda atual mensal das 12 farmácias da rede, é de 90 toneladas, representando 45% das 200 toneladas mensais atualmente distribuídas para as cidades de Uberlândia, MG, Araxá, MG e Araguari, MG.

d) Para um cenário de demanda futura, este subitem 4.3.1, ainda foi calculado considerando a operação de distribuição realizada através do modelo de compartilhamento e transferência de cargas, entre Contagem, MG, e as 3 cidades de Uberlândia, MG, Araguari, MG, e Araxá, MG (modelo praticado atualmente pela empresa) .

e) O crescimento do setor previsto pela empresa, para a cidade de Uberlândia, MG, será o mesmo para as cidades de Araxá, MG e Araguari, MG.

Desta forma, os custos totais da operação para o modelo atual de distribuição, foi calculado a partir de uma demanda futura de 577.778 Kg e de uma distância percorrida de 58.036 Km (Tabela 13). Para melhor compreensão destes dados, seguem algumas explicações:

- A cidade de Uberlândia, MG, apontou uma evolução de demanda de 90.000 Kg atuais mensais para 260.000 Kg mensais no cenário futuro, crescimento de 288,88 %. Foi considerado o mesmo crescimento de 288,88% para as cidades de Araguari, MG e Araxá, MG, que apresenta uma demanda atual de 110.000 kg e futura de 317.778 Kg ($2,8888 \times 110.000$ Kg). A demanda futura mensal para as 3 cidades Uberlândia, MG, Araguari, MG, e Araxá, MG, foi de 260.000 Kg referentes à demandas futura da cidade de Uberlândia, MG, somadas às 317.778 Kg referentes à demanda futura das cidades de Araguari, MG, e Araxá, MG, 577.778 Kg.

- A distância percorrida mensal de 58.036 Km, corresponde ao trajeto com início na cidade de Contagem, MG, passando por Araxá, MG, Uberlândia, MG, Araguari, MG e retorno à Contagem, MG , num total de 1.125 Km (GOOGLE MAPS, 2015), multiplicado pelo número de viagens no mês que é de 41 viagens, e multiplicado ainda por um adicional de 25% correspondente à distância percorrida dentro das cidades (Km urbano), conforme Tabelas 13 e 14. Vale lembrar, que o número de viagens no mês, 41, foi obtido através da divisão da demanda futura de 577.778 Kg pela capacidade do veículo utilizado, caminhão Truck, cuja capacidade é de 14.000 Kg para esta situação.

- O custo de distribuição mensal de R\$ 290.179,57, foi calculado pela multiplicação do Custo por km do veículo Truck, R\$ 5,00 pela distância percorrida, Km Rodado no mês, de 58.036 Km (Tabela 14).

O custo total de distribuição para uma demanda futura de 577.778 Kg, aproximadamente 580 toneladas, para o modelo atual de compartilhamento de cargas entre as cidades de Uberlândia (MG), Araxá (MG) e Araguari (MG), a partir de Contagem (MG), será de R\$ 3.482.142,86 anuais ou R\$ 290.178,57,86 mensais (Tabela 14).

Tabela 13: Demanda Futura Mensal

Demanda Mensal (kg)	Km Rodado*
577.778	58.036
* 25% de Km urbano	

Fonte: Autoria Própria

Tabela 14: Custos de Distribuição para demanda futura – carga compartilhada

Tipo de Veículo	Capacidade Útil (m ³)	Capacidade Útil (Kg)	Nº viagens mês	Custo por Km (R\$/Km)	Km rodado Mês	Custo de Distrib. mensal (R\$)	Custo de Distrib. Anual (R\$)
Truck	50	14.000	41	5,00	58.036	290.178,57	3.482.142,86

Fonte: Autoria Própria

4.3.2 Cálculo do Custo Total da operação com a instalação de um CD na cidade de Uberlândia (MG), para um cenário futuro

Com a escolha da localização ideal (CD 9) na cidade de Uberlândia, MG, faz-se necessário o cálculo dos custos de transferência entre Contagem, MG e Uberlândia, MG, que iremos definir como C1, o custo de distribuição calculado pelo TransCAD com base na escolha do CD 9, o custo C2 e os custos de armazenagem para se operar com o CD 9 na cidade de Uberlândia, MG, que definiremos como C3, para em seguida, apontar o custo total da operação.

4.3.2.1 Cálculo dos Custos de Transferência entre Contagem, MG / Uberlândia, MG e Contagem, MG / Araxá, MG e Araguari, MG

Para operação de transferência entre Contagem, MG e Uberlândia, MG, a distância considerada foi de 532 km, pelas BR 262 (GOOGLE MAPS, 2015), multiplicado por 2, por se tratar do trecho completo, ida e volta. As entregas de Araguari, MG e Araxá, MG, permaneceram no modelo compartilhado, diferentemente do modelo de Uberlândia, MG, onde será realizado através do modelo proposto pelo Centro de Distribuição a ser instalado na cidade (CD 9). O veículo utilizado para transferência das cargas de Uberlândia, MG, foi um conjunto cavalo / carreta, com capacidade de 25.000 Kg e um Custo por Km de R\$ 7,00.

Para operação de transferência Contagem, MG / Araxá, MG e Araguari, MG, a distância considerada foi de 562 km, pelas BR 262 (GOOGLE MAPS, 2015), multiplicado por 2, por se tratar do trecho completo, ida e volta.

O veículo utilizado para operação de transferência e entrega das cargas de Araxá, MG e Araguari, MG, foi um caminhão tipo Truck Extra (semi-reboque), com capacidade de 17.000 Kg e um Custo por Km de R\$ 5,50.

Contudo, tem-se os seguintes cálculos:

- Para transferência das cargas de Uberlândia, MG, utilizou uma demanda futura mensal de 260.000 Kg, a ser transferida em um veículo tipo carreta com capacidade de 25.000 kg, o que resultou em 10,4 viagens por mês, que multiplicado por 532 Km, e ainda, multiplicado por 2, trecho ida e volta, gerou um valor de 11.066 Km rodado, de acordo com as Tabelas 15 e 16.

- Para um Custo / Km de R\$ 7,00 e um Km rodado no mês de 11.066, tem-se o Custo de Transferência, somente do trecho Contagem, MG a Uberlândia, MG, de R\$ 929.510,40 anuais ou R\$ 77.459,20 por mês (Tabela 16).

- Para transferência e entrega das cargas de Araguari e Araxá, MG, considerou-se a demanda mensal de 317.778 Kg, a ser transferida em um veículo tipo Truck Extra, com capacidade de 17.000 kg, o que resultou em 19 viagens por mês, que multiplicado por

562 Km, e ainda, multiplicado por 2, considerando trecho de ida e volta, multiplicado por 15% de adicional de Km urbano, gerou um valor de 24.162 Km rodado, de acordo com as Tabelas 17 e 18.

- Para um Custo / Km de R\$ 5,50 e um Km rodado no mês de 24.162, tem-se o Custo de Transferência, do trecho Contagem, MG a Araxá, MG e Araguari, MG, de R\$ 1.594.713,57 anuais ou R\$ 132.892,80 por mês (Tabela 18).

- Utilizando as Tabelas 16 e 18, temos o Custo mensal de Transferência, incluindo as cargas de Uberlândia, MG, e também as cargas que deverão ser entregues às cidades de Araxá, MG, e Araguari, MG. Sendo assim a Equação 1 apresenta o Custo Mensal de Transferência.

$$\text{Custo Mensal de Transferência} = C1 = R\$ 77.459,20 + R\$ 132.892,80 \quad (1)$$

$$\text{Custo Mensal de Transferência} = C1 = R\$ 210.352,00$$

Tabela 15: Demanda Futura Mensal – Cargas Uberlândia, MG

Demanda Mensal (Kg)	Km Rodado
260.000	11.066

Fonte: Autoria Própria

Tabela 16: Custos de Distribuição para demanda futura- Transferência Cargas Uberlândia, MG

Tipo de Veículo	Capacidade Útil (m3)	Capacidade Útil (Kg)	Nº viagens mês	Custo por Km (R\$/Km)	Km rodado Mês	Custo de Distrib. mensal (R\$)	Custo de Distrib. Anual (R\$)
carreta	80	25.000	10,4	7,00	11.066	77.459,20	929.510,40

Fonte: Autoria Própria

Tabela 17: Demanda Futura Mensal – Cargas Araxá, MG e Araguari, MG

Demanda Mensal (Kg)	Km Rodado*
317.778	24.162
* 15% de Km urbano	

Fonte: Autoria Própria

Araxá, MG e Araguari, MG, por se tratarem de cidades de menor extensão que Uberlândia, requerem menores distâncias a se percorrer para realização das entregas urbanas, daí a utilização de 15% para Km urbano e não de 25% como utilizado anteriormente.

Tabela 18: Custos de Distribuição para demanda futura – Transferência de Cargas Araxá, MG e Araguari, MG

Tipo de Veículo	Capacidade Útil (M3)	Capacidade Útil (Kg)	Nº viagens mês	Custo de Entrega (R\$/Km)	Km rodado Mês	Custo de Distrib. mensal (R\$)	Custo de Distrib. Anual (R\$)
Truck Extra	60	17.000	19	5,50	24.162	132.892,80	1.594.713,57

Fonte: Autoria Própria

4.3.2.2 Cálculo do Custo de Distribuição na cidade de Uberlândia, MG

Este custo (C2) é calculado com base no Item 4.2.1 (Simulação das rotas de distribuição a partir do CD selecionado - *Depot* 9), de acordo com a frota definida de 2 veículos tipo caminhão VAN e 1 veículo tipo 3/4, a partir do CD selecionado pelo sistema TransCAD, *Depot* 9, para 6 rotas de entrega, conforme Tabela 19 :

Tabela 19: Resumo Operacional de Entrega a partir do CD 9

Rota	Veículo	Custo (R\$/Km)	* Distância percorrida (Km)	** Custo (R\$)
1	VAN	1,5	18,05	27,07
2			17,24	25,86
3	VAN	1,5	15,64	23,46
4			14,89	22,34
5	cam 3/4	3,0	14,20	42,59
6			12,63	37,88
* Km diário - Anexo I		TOTAL	92,64	179,20
**Custo Diário				

Fonte: Autoria Própria

O Custo Diário foi obtido multiplicando-se a Distância percorrida pelo Custo (R\$/Km) e p/ 22 dias úteis de entrega (mesmo período utilizado para calcular a demanda diária de entrega), foi calculado o C2 mensal de 179,20 x 22, ou seja, um custo de distribuição ou

entrega de R\$ 3.942,41. Logo, $C2 = R\$ 3.942,41$.

Ressalta-se ainda que o custo (R\$/Km) da Tabela 19, considera os valores praticados pelo mercado de transporte, já que para uma operação como a apresentada neste trabalho, a alternativa mais viável é a terceirização da frota de entrega, em função de uma estabilização de demanda e da necessidade de se passar por uma curva de aprendizado, ocasionada pela transição entre os modelos de operação de entrega direta e distribuição através de um CD local.

4.3.2.3 Cálculo do Custo de Armazenagem para o CD 9, a ser instalado na cidade de Uberlândia, MG

Considerou-se o custo de armazenagem por m², utilizado pela maioria das empresas que trabalham no segmento de operadores logísticos. Para tal, utilizaremos como base o índice sugerido pelo SINDIVAPA - Sindicato das Empresas de Transporte de Cargas no Vale do Paraíba e Litoral Norte, para cálculo do C3, considerando inclusive uma margem de segurança, a fim de minimizar as diferenças de custos, frente ao modelo atual de distribuição, apresentado no item 4.1.1 e também pelas variações que podem ocorrer de região para região do país. Sendo assim, o custo por metro quadro sugerido pelo SINDIVAPA é de R\$ 20,00/ m².

É importante destacar que este indicador de custo por m², inclui todas as despesas existentes na operação de um armazém (mão de obra; manutenção e depreciação de equipamentos de movimentação e armazenagem, como empilhadeiras; aluguel; luz; água; seguro; vigilância; e material de escritório). Como a área total do depósito CD 9 será de 2.400 m², teremos um custo de armazenagem igual ao apresentado na Equação 2.

$$C3 = 2.400 \text{ m}^2 \times R\$ 20,00/ \text{ m}^2 = R\$ 48.000,00 \text{ mensais} \quad (2)$$

Desta forma, a Equação 3 apresenta o Custo Total da operação mensal com a instalação do CD 9 na cidade de Uberlândia, MG, para um cenário futuro, que iremos definir como CTFuturo.

$$CT_{\text{Futuro}} = C1 + C2 + C3 = R\$ 210.352,00 + R\$ 3.942,41 + R\$ 48.000,00 \quad (3)$$

$$CT_{\text{Futuro}} = R\$ 262.294,41$$

4.3.3 Viabilidade da instalação do CD 9 na cidade de Uberlândia, MG

Ao se analisar os itens 4.3.1 e 4.3.2, são comparados os custos operacionais totais, para a distribuição de medicamentos às 12 farmácias existentes na cidade de Uberlândia, MG.

O custo total sem utilização de um CD local é de R\$ 290.178,57 mensais, apontado na tabela 13. No entanto, o custo operacional total mensal com utilização de um CD local, localizado entre os bairros Taiamam e São José, selecionado como CD 9, é de R\$ 262.294,41.

Com isso, a solução de instalação de um CD local para a cidade de Uberlândia, MG, para atendimento de uma demanda futura desta rede com 12 farmácias é VIÁVEL, pois, proporcionará uma redução de 9,6%, aproximadamente 10 % em relação os custos atuais, no valor de R\$ 27.884,16 mensais, R\$ 334.609,92 anuais. Outro ganho em relação à proposta de instalação do CD 9, são os ganhos relativos a melhoria do nível de serviço às farmácias da cidade de Uberlândia, MG.

Com isso, finalizado o capítulo Resultados, foi apresentado as simulações para localização ótima do(s) CD(s), a definição do CD selecionado pelo TransCAD, a simulação das rotas de distribuição a partir do CD selecionado, o comparativo dos custos totais da operação e a viabilidade de instalação do CD selecionado na cidade de Uberlândia, MG.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

Ao término deste trabalho concluiu-se que a utilização de uma ferramenta adequada de otimização de desempenho, como foi a aplicação da lógica computacional do *software* TransCAD, permite a definição da melhor localização de um Centro de Distribuição, e conseqüentemente, a redução dos custos operacionais logísticos.

Após serem apontadas a localização das filiais da empresa em estudo, na cidade de Uberlândia, MG, e registradas as demandas de entrega futura destas filiais, foi possível realizar a roteirização de cargas e afirmar que a localização ideal do Centro de Distribuição, com base nos parâmetros de menores distâncias e tempos percorridos, além dos menores riscos de roubos de carga, é entre os bairros Taiamam e São José, inseridos na zona Noroeste da cidade de Uberlândia, MG, apontado pelo sistema TransCAD como *Depot 9*.

Foi verificado que a utilização de uma frota de entrega composta por 2 veículos do tipo VAN e 1 veículo do tipo 3/4 , juntamente com a operação de armazenagem realizada a partir do CD selecionado como ideal (*Depot 9*), possibilitará uma redução de aproximadamente 10% dos custos logísticos da empresa na cidade de Uberlândia, MG, o que representa valores na ordem de R\$ 27.884,16 mensais ou R\$ 334.609,92 anuais.

Também deve ser reforçado, o ganho em relação ao nível de serviço e atendimento à rede de farmácias estudada, situada na cidade de Uberlândia, MG. Com a instalação do CD 9 a empresa passa a operar com mais qualidade em relação às rupturas de estoque, oscilações de demanda e satisfação do consumidor final. A estrutura de armazenagem proposta através do CD 9 proporciona uma cobertura de aproximadamente 17 dias de estoque para atender qualquer eventualidade de não fornecimento ou excedente de demanda.

Outro ponto a ser destacado é que caso não houvesse a restrição do aspecto de segurança quanto às ocorrências de roubo e furto de carga, o CD ideal estaria localizado na região Sudeste da cidade (*Depot* 16), entre os bairros Granada e Lagoinha, justamente em uma área apontada como região de risco em relação a estas ocorrências. O impacto de uma localização inadequada quanto ao aspecto de segurança pública, poderia gerar inicialmente uma redução do custo operacional de entrega, porém, com potencial de impactos negativos em relação às perdas por sinistralidade (roubos e furtos de carga), tanto nas operações de entrega e armazenagem, somados aos riscos de imagem e queda do nível de serviço.

Vale ressaltar que um levantamento feito pela Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC&Logística, 2015) mostra que em todo o país os roubos de carga aumentaram 16% no ano de 2014 em relação a 2013 e devem chegar aos R\$ 2,2 bilhões anuais. Segundo a NTC&Logística, os produtos mais visados pelos criminosos são eletroeletrônicos, cigarros, alimentícios, farmacêuticos, químicos e autopeças. Das ocorrências, 75% foram em áreas urbanas e 25% em rodovias. Estes fatos reforçam ainda mais a preocupação com a localização segura de um CD nos centros urbanos, sendo principalmente de um segmento bastante visado como o segmento farmacêutico.

Como sugestão para temas futuros, este estudo pode ser aplicado também para uma distribuição regional, e não somente para uma determinada cidade, como foi analisado neste trabalho. O fato de haver outras cidades no entorno de Uberlândia, MG, com demandas também crescentes, como é o caso das cidades de Araguari, MG, Araxá, MG, Patrocínio, MG, Patos de Minas, MG, justifica a necessidade de se ampliar este estudo para uma área com características regionais homogêneas.

Como decorrência desta sugestão, algumas mudanças operacionais de suprimento também poderão ser levadas em consideração, como o fornecimento direto da indústria para um CD regional, idealmente localizado a partir de uma lógica computacional utilizada por um sistema como o TransCAD. Os objetivos principais desta sugestão é de viabilizar as operações de entrega e armazenagem para projetos logísticos com maior abrangência de área atendida, um ganho com relação aos níveis

de serviço existentes, uma redução dos custos logísticos e uma melhor utilização dos ativos de uma empresa, como frota, imóveis, equipamentos de movimentação, equipamentos de armazenagem, dentre outros.

Finalmente, deve ser frisado, que a grande maioria das empresas, independente do segmento que atuam, não utilizam ferramentas adequadas para localização ideal de um Centro de Distribuição, onde a maior parte das tomadas de decisão acaba sendo baseadas nos incentivos fiscais proporcionados pelas prefeituras locais, na proximidade com algumas empresas concorrentes e nas experiências decorrentes de alguns funcionários, o que pode gerar grandes prejuízos para o negócio e até mesmo o insucesso de um determinado investimento.

Apêndices

10_Apêndice A - RELATÓRIO DE ROTEIRIZAÇÃO - Itinerary Report - DEPOT SELECT 9.txt

Route # : 1
Veh. Type: 2

Tot Time: 3:14
Tot Dist: 18046.9

Capacity : 2325.0
Depart Load: 1891.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:53am		
1	LZ	8:00am- 9:07am	6976.8	733.0
2	GO	9:09am-10:12am	2449.0	685.0
3	QN	10:13am-10:59am	1029.8	473.0
END	9	11:07am	7591.2	
Total			18046.9	1891.0

Route # : 2
Veh. Type: 2

Tot Time: 3:32
Tot Dist: 17242.7

Capacity : 2325.0
Depart Load: 2127.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:51am		
1	SG	8:00am- 9:24am	8006.8	945.0
2	AC	9:25am-10:16am	1842.1	532.0
3	GV	10:17am-11:17am	1056.5	650.0
END	9	11:24am	6337.2	
Total			17242.7	2127.0

Route # : 3
Veh. Type: 2

Tot Time: 2:21
Tot Dist: 15638.5

Capacity : 2325.0
Depart Load: 1477.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:52am		
1	FP	8:00am-10:06am	7696.5	1477.0
END	9	10:14am	7941.9	
Total			15638.5	1477.0

Route # : 4
Veh. Type: 2

Tot Time: 3:26
Tot Dist: 14893.2

Capacity : 2325.0
Depart Load: 2186.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:54am		
1	AF II	8:00am- 9:09am	6156.3	768.0
2	RP	9:12am-11:13am	1703.9	1418.0

10_Apêndice A - RELATÓRIO DE ROTEIRIZAÇÃO - Itinerary Report - DEPOT SELECT 9.txt

END 9	11:20am	7032.9	
Total		14893.2	2186.0

Route # : 5	Tot Time: 3:41	Capacity : 3000.0
Veh. Type: 1	Tot Dist: 14197.3	Depart Load: 2364.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:53am		
1	JN	8:00am- 9:28am	6632.6	1005.0
2	CS	9:30am-11:27am	1151.4	1359.0
END 9		11:34am	6413.1	
Total			14197.3	2364.0

Route # : 6	Tot Time: 2:43	Capacity : 3000.0
Veh. Type: 1	Tot Dist: 12625.5	Depart Load: 1773.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery
9		7:53am		
1	AF I	8:00am-10:30am	6312.7	1773.0
END 9		10:36am	6312.7	
Total			12625.5	1773.0

11_Apêndice B - RESUMO_ DE ROTEIRIZAÇÃO - In Put and Out Put - DEPOT SELECT 9.txt

***** INPUT *****

Operation : Delivery
 Minimizing : Time
 Matrix File : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado
 EngCivil 2013_1\Dissertação\Rede Nova\testeredel.mtx

Depot View : Depot
 Depot Selection : Selection (1)
 Depot ID Field : ID
 Depot Open Time : [Open Time]
 Depot Close Time : [Closed Time]
 Depot Name Field : Name

Stop View : Stop
 Stop Selection : All features (12)
 Total Demand : 11818.0
 Stop ID Field : ID
 Stop Demand Field : [Delivery Demand]
 Stop Open Time : [Open Time]
 Stop Close Time : [Closed Time]
 Fixed Service Time : [Fixed Time]
 Time Per Unit : [Unit Time]
 Stop Name Field : Name

Vehicle Table : Tabela de Veículos_Julho15
 Total Veh. Capacity : 15300.0

Route Duration Limit : None

***** OUTPUT *****

Tour Table : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado
 EngCivil 2013_1\Dissertação\Rede Nova\Relatório Roteirização Depot Selection
 9_d.bin

Itinerary Report : C:\Users\Paulo\Documents\BKP_2\Mestrado
 EngCivil 2013_1\Dissertação\Rede Nova\Simulações Roteirização Frota Util\ANEXO I
 - RELATÓRIO DE ROTEIRIZAÇÃO - Itinerary Report - DEPOT SELECT 9.txt

Total Time : 18:57 (1136.9 min.)
 Total Travel Time : 1:35 (95.5 min.)
 Total Wait : 0:00 (0.0 min.)
 Total Service Time : 17:21 (1041.4 min.)
 Longest Route Time : 3:41 (220.7 min.)
 Total Distance : 92644.2
 Number of Routes : 6

Total Stops Visited : 12
 Total Demand Serviced: 11818.0

Vehicle Utility : 77.2
 Total Running Time 00:00:00.269.

REFERÊNCIAS

ABRAFARMA: Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drograrias, Disponível em: <http://www.abrafarma.com.br>. Acesso em julho de 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>. Acesso em Julho 2014.

BALLOU, R.H. *Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. Porto Alegre, 2006.

BANKS, J; CARSON, J. S. (2004). *Discret Event System Simulation*, Prentice-Hall.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J. *Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2009.

CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. *Gestão logística do transporte de cargas*. São Paulo. Ed. Atlas. 2012.

CALIPER. *Routing and Logistics with TransCAD*. Caliper Corporation, USA: Newton, 2006.

CALAZANS, Fabíola – **Centro de Distribuição**. Análise Setorial Gazeta Mercantil: Agosto, 2001

CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. SPRING: *Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling*. Computers and Graphics, v. 15, n.6, p. 13-22, 1996.

CARRARA, C. M. *Uma aplicação do SIG para a localização e a alocação de terminais logísticos em áreas urbanas congestionadas*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. São Paulo, Editora Prentice Hall, 2003.

CHWIF, L., MEDINA, A. C. *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações*. 2º ed, São Paulo, Editora Bravarte, 2007.

CHWIF, Leonardo. *Redução de modelos de simulação de eventos discretos na sua concepção: uma abordagem causal*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Mecânica, 1999.

CRAINIC, T. G.; RICCIARDI, N.; STORCHI, G. (2004) *Advanced freight transportation systems for congested urban areas*. Disponível em: www.sciencedirect.com. Transportation Research Part C 12 (2004) 119 – 137. Acesso em Agosto de 2014.

CUNHA, C. B. da (2000) *Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de veículos a Problemas Reais*. Disponível em: www.ptr.usp.br/docentes/cbcunha/files/roteirizacao_aspectos_praticos_CBC.pdf. Acesso em Setembro de 2014.

ESTATUTO DA CIDADE (2001) *Presidência da República, Casa Civil, Lei nº 10.257* Disponível em <http://www.planalto.gov.br> . Acesso em 10 de Agosto de 2015.

FREITAS FILHO, P. J. *Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em ARENA*, 1 ed, São Paulo, Visual Books, 2001.

FLEURY, P. F; LAVALLE da SILVA, C. R. *Avaliação da Organização Logística em Empresas da Cadeia de Suprimento de Alimentos - indústria e comércio* In: FLEURY, F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. *Logística Empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000. 372 p.

FLEURY, F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. *Logística Empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2008.

GALVÃO, L. C. (2003) *Dimensionamento de Sistemas de Distribuição através do Diagrama Multiplicativo de Voronoi com Pesos*. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis, S.C., Brasil.

GILLET, B.E.; MILLER, L.R.: *A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem*. Operations Research, Vol. 22, p. 341-349, 1974.

GOOGLE MAPS : Consulta geral a homepage oficial, disponível em: <http://maps.google.com.br/maps>. Acesso em 05 de maio de 2015.

HARREL, C.R.; GHOSH, B.K.; BOWDEN, R. *Simulation using Promodel*. McGraw-Hill, 2000.

ILOS. *Especialistas em Logística e Supply Chain*. Consulta geral a homepage oficial. Disponível em: < http://www.ilos.com.br/ilos_2014. Acesso em 12 de Setembro de 2014.

KELTON, W. D., SADOWSKI, R. P., SADOWSKI, D. A., 2004, *Simulation with*

ARENA. 3 Ed, New York, McGraw-Hill Companies Inc.

LACERDA, Leonardo (2000). **Implantação de Tecnologia de Automação de Depósitos: Um Estudo de Caso**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. COPPEAD/UFRJ.

LAW, A.M. *How to build valid and credible simulation models*. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Monterey, CA, USA, 2006.

LOGÍSTICA DESCOMPLICADA. *Tipos de Caminhões (Tamanhos e Capacidades)*. Consulta geral a homepage oficial. Disponível em: <http://www.logisticadescomplicada.com/tipos-de-caminhoes-tamanhos-e-capacidades/>. Acesso em 25 de Setembro de 2014.

MONTEVECHI, J.A.B.; PINHO, A.F. de; LEAL, F.; MARINS, F.A.S. *Application of design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry*. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA, 2007.

NETHE, A.; STAHLMANN, H.D. *Survey of a general theory of process modeling*. In Proceedings of the International Conference on Process Modelling, Cottbus, Germany, 1999.

NOVAES, A.G. *Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 372 p.

NOVAES, A.G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

NOVAES, A.G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: Estratégia, operação e avaliação*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NTC&Logística: Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística. Disponível em <http://www.cnt.org.br>. Acesso em 27 de Julho de 2015.

PNLT : Plano Nacional de Logística e Transporte. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/pnlt.html>. Acesso em 15 de Julho 2014.

SARGENT, R.G. *Validation and verification of simulation models*. In: Proceedings of the 2004 Winter Simulations Conference, Washington, DC, USA.

SILVA, A. N. R.; WAERDEN, P. V.D. *First steps with a geographic information system for transportation*. Eindhoven University of Technology, Netherlands, Fevereiro, 1997.

SINDIVAPA: Sindicato das Empresas de Transporte de Cargas no Vale do Paraíba e Litoral Norte. Consulta geral a homepage oficial, disponível em: <http://www.sindivapa.com.br/> ; Acesso em 05 de Junho às 15 13 hs

TANIGUCHI, E. THOMPSON, R.G. YAMADA, T. *City Logistics Network Modelling and Intelligent Transport Systems*. Pergamon, Oxford. Elsevier, 2001.

THOMPSON, R. G. (2003) *Auslink Green Paper Submission, Freight and Logistics Group*, Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Melbourne. February 2003. Disponível em: http://www.dotars.gov.au/transinfra/.auslink/pdf/tertiary_ed_and_research/Russell_G_Thopson.pdf, 2012. Acesso em Agosto de 2015

VIEIRA, Gabriela, *Transporte gratuito é realidade em cidades brasileiras*. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,transporte-gratuito-e-realidade-em-cidades-brasileiras,1042366>. Acesso em 09 de Outubro de 2014.