



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE HUMANIDADES
UNIDADE ACADÊMICA DE ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

NAYARA AIRES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DE UMA
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE/PB À LUZ DA METODOLOGIA DE CLARKE E
WRIGHT**

CAMPINA GRANDE - PB, MAIO DE 2013

NAYARA AIRES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DE UMA
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE/PB À LUZ DA METODOLOGIA DE CLARKE E
WRIGHT**

Relatório de estágio apresentado ao curso de Bacharelado em Administração, da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientadora: Adriana Salete Dantas de Farias

Campina Grande - PB, Maio de 2013

COMISSÃO DE ESTÁGIO

Membros:

Nayara Aires dos Santos

Aluna

Adriana Salete Dantas de Farias

Professora Orientadora

Ana Cecília Vasconcelos

Coordenadora de Estágio Supervisionado

Campina Grande - PB, Maio de 2013

NAYARA AIRES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DE UMA
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE/PB À LUZ DA METODOLOGIA DE CLARKE E
WRIGHT**

Relatório de estágio apresentado ao curso de
Bacharelado em Administração, da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento
parcial às exigências para a obtenção do título de
Bacharel em Administração.

Data de Aprovação: ____/____/____

Adriana Salete Dantas de Farias (UFCG), Msc.

Professora Orientadora

Lúcia Santana de Freitas (UFCG), Dr.

Professor Examinador

Helltonn Winicius Patricio Maciel, Msc.

(UFCG)

Professor Examinador

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, que me abençoa e ilumina todos os dias, não me deixando fraquejar nem desistir do caminho que ele mesmo escolheu para eu seguir.

Aos meus pais, meus verdadeiros tesouros na terra, que me incentivaram desde bem pequena a correr atrás dos meus objetivos, e me ensinaram que a educação e o conhecimento era o bem mais precioso que eles poderiam me proporcionar, abrindo mão muitas vezes dos seus sonhos, para que eu pudesse investir nos meus. A eles eu devo tudo o que eu sou, o que eu tenho, e o que eu ainda vou conquistar.

Ao meu irmão, que partilhando das preocupações de monografar, me incentivou, me auxiliou, e me ajudou inúmeras vezes. Ele que sempre cuidou de mim, desde pequena, que partilhou comigo a maior parte do meu período de estudante.

Ao meu namorado, que esteve sempre do meu lado, amparando as minhas preocupações e angústias e me fazendo acreditar que era possível, que eu era capaz, e que eu era um orgulho para ele. E sempre que possível, me fazendo rir e esquecer a pressão que é o período de monografia.

Aos meus avós, que de lá de cima olham por mim, e me auxiliam no meu caminho. Eles que sempre estarão no meu coração e na minha memória, a que recorro nas horas em que bate a saudade.

Aos meus verdadeiros amigos, que me apoiaram e entenderam a minha ausência nos últimos meses, aqueles que mesmo que eu não esteja perto, eu sei que estão torcendo por mim, me dando força e acreditando na minha capacidade. Eles que são companheiros para todos os momentos, e mesmo que sejam poucos, são tudo o que eu precisava.

A Adriana, a minha orientadora querida, que sempre foi por mim vislumbrada como um exemplo a ser seguido, por sua competência, sua amizade e sua simpatia, sempre com paciência e com palavras de incentivo compartilhou comigo as dificuldades e as vitórias deste trabalho.

Aos demais professores do curso, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos comigo, e por me auxiliarem na caminhada que percorri, e que agora eu finalizo.

“[...] Não é da minha natureza cair sem lutar, mesmo
quando as coisas pareçam insuperáveis.”

Suzanne Collins

SANTOS, Nayara Aires dos. **Análise das atividades de distribuição física de uma empresa distribuidora de alimentos da cidade de Campina Grande/PB à luz da metodologia de Clarke e Wright.** Campina Grande: UFCG, 2013. 78 p. Monografia (Graduação em Administração).

RESUMO

O gerenciamento das atividades logísticas pode ser o grande fator de sucesso para as pequenas empresas, garantindo obtenção de vantagens sobre a concorrência. Dentre as atividades logísticas se destacam as atividades de distribuição física, notadamente, a atividade de transporte. O gerenciamento de transporte envolve o planejamento e o controle de entregas, da empresa para seus clientes, e é considerada uma das áreas-chave da logística por representar uma parcela significativa dos custos. O problema de transporte surge porque em geral há uma variedade de destinos e de custos relativos ao suprimento desses. Assim, existe a necessidade de determinar quanto deve ser enviado de uma fonte para cada destino atendido, minimizando as variáveis distância/custos. Para resolver tal problema existem os métodos roteirização de transporte, que visam reduzir o custo de transporte e /ou tempo de atendimento, oferecendo economias para a empresa e melhores níveis de serviços aos clientes. Esta pesquisa objetiva identificar oportunidades de melhoria no planejamento de rotas de entrega em uma empresa distribuidora de alimentos de Campina Grande/PB, aqui identificada como Campina Distribuição (nome fictício). Essa análise foi feita à luz da metodologia de Clarke e Wright (1964). Como proposta de aplicação, os pontos comerciais atendidos pela empresa na cidade de Campina Grande devem ser agrupados em zonas/áreas geográficas. A aplicação do método foi realizado em 5 zonas, correspondendo a 15 bairros. O critério de escolha foi a proximidade dos bairros entre si. Utilizando o software Excel foram obtidos os roteiros possíveis e, a partir desses roteiros, identificados as melhores rotas para cobertura de cada zona/área buscando os melhores ganhos em termos de distância percorrida. Mesmo sem uma aplicação empírica, é possível perceber oportunidades de melhorias que a observação desse critério de planejamento de rotas de entrega para a referida empresa pode proporcionar aos seus serviços logísticos e auxiliar na elevação de sua competitividade em termos de custos e de melhoria dos serviços aos clientes, em função da minimização/eliminação dos principais problemas identificados.

Palavras-chave: atividades de distribuição, Problema de Transporte; Método de Clarke e Wright

SANTOS, Nayara Aires dos. **Analysis of physical distribution activities of a food distribution company in the city of Campina Grande / PB in light of the methodology of Clarke and Wright.** Campina Grande: UFCG, 2013. 78 s. Monograph (Graduate Management).

ABSTRACT

The management of logistics activities can be the major factor of success for small businesses, ensuring obtaining competitive advantages. Among the logistics activities are highlighted as physical distribution activities, notably transport activity. The transportation management involves planning and control of deliveries, the company to its customers, and is considered one of the key areas of logistics to represent a significant portion of the costs. The transportation problem arises because there is usually a variety of destinations and costs related to the supply of these. Thus, there is a need to determine how much should be sent from a source to each destination served by minimizing the variables distance/costs. To solve this problem there are routing methods of transport, designed to reduce the cost of transport and/or length of service, providing savings for the company and improved service levels to customers. This research aims to identify opportunities for improvement in planning delivery routes in a food distribution company Campina Grande/PB, here identified as Campina Distribution (fictitious name). This analysis was made in the light of the method of Clarke and Wright (1964). As proposed application, the commercial points served by the company in the city of Campina Grande should be grouped into geographies areas. The application method was performed in 5 zones, corresponding to 15 neighborhoods. The selection criterion was the proximity of the neighborhoods together. Using Excel tool possible scripts were obtained and from these scripts, identified the best routes to cover each zone / area looking for the best gains in terms of distance traveled. Even without an empirical application, it is possible to realize improvement opportunities that the observation that test planning delivery routes for this company can provide its logistics services and assist in raising their competitiveness in terms of costs and improve services to customers, due to the minimization/elimination of the main problems identified.

Keywords: distribution activities, Transportation Problem, Method of Clarke and Wright

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Exemplos de bons e maus sequenciamentos de rotas	27
FIGURA 2 – Representação de um roteiro de distribuição $G(n, a)$	33
FIGURA 3 – Suposição em que um veículo atende um único nó	38
FIGURA 4 – União de duas rotas em um único roteiro	39
FIGURA 5 – Zonas de aplicação do método	53

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Os problemas básicos de roteirização pura	28
QUADRO 2 – Os problemas básicos de programação de veículos	30
QUADRO 3 – Os problemas básicos de programação de tripulação	30
QUADRO 4 – Os problemas de roteirização e programação	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Pontos de entrega classificados por bairro	52
TABELA 2 – Divisão de zonas e distâncias entre o CD	54
TABELA 3 – Cálculo de ganhos – Zona 1	56
TABELA 4 – Cálculo de ganhos – Zona 2	47
TABELA 5 – Cálculo de ganhos – Zona 3	58
TABELA 6 – Cálculo de ganhos – Zona 4	59
TABELA 7 – Cálculo de ganhos – Zona 5	60

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Introdução	13
CAPÍTULO 2 – Fundamentação Teórica	17
2.1 Logística Empresarial	17
2.2 Transporte	21
2.2.1 Decisões estratégicas do transporte	21
2.2.2 Decisões táticas do transporte	24
2.2.3 Decisões operacionais do transporte	25
2.2.3.1 O problema de transporte	25
2.2.3.2 Categorização dos problemas de transporte	28
2.3 Métodos de solução para o problema de transporte	32
2.3.1 Métodos heurísticos	36
2.4 Método de Clarke e Wright (CW, 1964)	37
2.4.1 Algoritmo de Clarke e Wright.....	38
CAPÍTULO 3 – Aspectos Metodológicos	43
3.1 Qualificação da pesquisa.....	43
3.2 Aspectos operacionais da pesquisa	44
CAPÍTULO 4 – Resultados	46
4.1 Caracterização da empresa Campina Distribuição	46
4.2 Critérios de planejamento de rotas vigentes na empresa	47
4.3 Dificuldades no planejamento e execução das atividades de transporte da empresa	48
4.4 Aplicação do método CW (1964)	51
CAPÍTULO 5 – Considerações Finais	63
Referências	66
Apêndice	70

1 INTRODUÇÃO

Em mercados cada vez mais competitivos, com maior desenvolvimento tecnológico, maior oferta de produtos e com o objetivo de oferecer o melhor serviço ao cliente com o menor custo possível, utilizando-se dos recursos disponíveis na empresa, a importância da logística passa a ser vislumbrada por boa parte dos empresários.

A logística busca planejar, organizar e controlar as atividades de movimentação, armazenagem e estoque de mercadorias, desde a aquisição da matéria-prima, até a entrega do produto ao consumidor final, além disso, logística empresarial estuda como a administração pode proporcionar melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes através de planejamento, organização e controle efetivo das atividades de movimentação e armazenagem (BALLOU, 2006).

O gerenciamento das atividades logísticas pode ser o grande fator de sucesso para as pequenas empresas, que precisam cada dia mais gerir seus lucros e diminuir seus custos, de forma a obter vantagens sobre a concorrência. Dentre as atividades logísticas se destacam as atividades de distribuição física, notadamente, a atividade de transporte. O gerenciamento de transporte envolve o planejamento e o controle de entregas, da empresa para seus clientes, e é considerada uma das áreas-chave da logística por representar uma parcela significativa dos custos.

A atividade de transporte é o movimento de um produto de um local para o outro enquanto ele prossegue do início de uma cadeia de suprimentos até o cliente, segundo Chopra e Meindl (2011). Além disso, esta atividade é considerada uma das mais importantes por absorver a maior parte dos custos logísticos, ficando atrás apenas da atividade de aquisição de insumos.

Se mal gerenciada, a atividade de transporte pode trazer sérios danos à imagem da empresa, por ser uma das atividades da logística que está em contato direto com os clientes, e por isso que sua importância deve ser levada em consideração. Alguns desses problemas podem ser: o descumprimento do prazo de entrega, a danificação dos produtos na rota, a violação na embalagem, o extravio ou perda do produto durante a rota, entre outros.

De acordo com Moreira (2007), o problema de decisão de transporte – ou roteirização de veículos – ocorre porque existem rotas e custos de transporte diferentes entre cada fonte e cada destino. Assim, é necessário determinar quanto deve ser enviado de cada fonte, para cada destino, de modo a satisfazer as demandas e minimizar o custo de transporte.

A fim de resolver esse hiato, existem os métodos de roteirização de transporte, que segundo Gama (2011) além de reduzirem o custo de transporte, levam também a uma

economia bastante significativa tanto para as empresas distribuidoras como para o consumidor final.

Sob a ótica da logística, a roteirização objetiva gerar um diferencial estratégico e competitivo na operacionalização das entregas, alinhando-se aos objetivos organizacionais. A roteirização de veículos, segundo Wu (2007), é o atendimento de nós de demanda, localizados em pontos diferentes no espaço, sendo que, para cada ligação entre um par de nós, há distâncias e custos associados. A fim de atender os nós, utiliza-se uma frota de veículos disponíveis que partem e retornam a um depósito central.

Os métodos heurísticos para a solução dos problemas de roteirização de veículos – PRV – podem ser denominados como qualquer princípio ou conceito que contribui para reduzir o tempo médio de pesquisa de uma solução, também chamados de regras que guiam a solução do problema (NARUO, 2003).

Em 1964 Clarke e Wright apresentaram em seu estudo “*Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*” o primeiro método para o PRV. O objetivo deste método é minimizar a distância total percorrida pelos veículos, conseguindo a maior economia em termos de distância e conseqüentemente custo, ao atender dois pontos em um mesmo roteiro, minimizando assim o custo total e montando roteiros quase ótimos (BALLOU, 2006).

O método de economias de Clarke e Wright (1964) é a heurística mais amplamente conhecida e utilizada para resolver o problema de roteirização de veículos, e conforme Ballou (2006), isso se dá pelo fato de o método ser dotado de flexibilidade suficiente para resolver uma ampla coleção de restrições práticas, sendo relativamente rápido em termos computacionais, e podendo ser utilizado em problemas com um número moderado de paradas, gerando soluções que são quase ótimas.

O número de empresas pertencentes ao mercado atacadista e distribuidor vem crescendo a cada ano, assim, como a sua participação na economia do país. De acordo com a última PAC – Pesquisa Anual do comércio (IBGE, 2010) as empresas revendedoras de produtos alimentícios, bebidas e fumo apresentaram participação significativa na receita líquida de revenda (R\$ 126,5 bilhões ou 16,8%) do comércio atacadista. No estado da Paraíba o comércio atacadista obteve receita bruta de revenda e de comissões sobre venda igual a R\$ 7.735.554.000,00; salários, retiradas e outras remunerações iguais a R\$ 200.037.000,00; e com 16.540 pessoas trabalhando nesta ocupação. Muitas dessas empresas mantêm frota própria e necessitam se preocupar com suas atividades de transporte, como é o caso da Campina Distribuição, nome fictício utilizado para representar a empresa foco dessa pesquisa.

Ainda de acordo com o IBGE, esta atividade é constituída principalmente por empresas distribuidoras para estabelecimentos, como restaurantes, hotéis e redes de supermercados, como é o caso da empresa foco do nosso estudo. Foi estimado em 2010, pela PAC, em 27 847 o número de empresas atacadistas de alimentos, bebidas e fumo (16,5%), que ocuparam 23,7% do total de pessoal ocupado (374 972) e receberam R\$ 5,2 bilhões de salários, retiradas e outras remunerações (17,8%).

À medida que a competitividade cresce no mercado, a necessidade das empresas de se manter firmes e com o preço adequado, garantindo a rentabilidade do negócio, se torna imprescindível, principalmente nos casos das empresas familiares, em que não existe profissionalização por parte dos gestores.

Devido a isto, muito se perde nas pequenas empresas pela falta de aplicação de conceitos simples de administração. No caso da empresa do nosso estudo, no qual utilizaremos o nome fictício de Campina Distribuição, a não profissionalização dos gestores logísticos – que por ser do ramo de distribuição de alimentos e realizar suas próprias entregas, a empresa tem com uma das principais áreas a logística, ligado principalmente ao transporte – pode ocasionar perdas financeiras, depreciação mais rápida dos veículos, impossibilidade de operacionalizar um maior número de entregas, e até mesmo, perda de clientes.

No entanto, cabe aos gestores de empresas com frota própria busca especialização, e pela implementação de técnicas administrativas adequadas as suas necessidades, trazendo assim a possibilidade de crescimento e consolidação do mercado.

A partir dessa necessidade, surge a ideia de verificar e analisar como uma empresa de distribuição de alimentos, que tem uma variedade de produtos e de pontos de destino, organiza suas rotas, e verificar oportunidades de melhorias para essa atividade, mesmo com ausência de especialização, para que a empresa consiga ocupar seu espaço no mercado e até mesmo crescer. Então, a motivação desse estudo é responder ao seguinte questionamento: Como é realizado o planejamento das rotas da empresa Campina Distribuição, e quais melhorias poderiam ser obtidas com a aplicação do método de roteirização de Clarke e Wriqth (1964)? Para esclarecer tal questionamento foram definidos os seguintes objetivos:

Objetivo Geral:

Identificar oportunidades de melhoria no planejamento de rotas de entrega na empresa Campina Distribuição à luz da metodologia de Clarke e Wright (1964).

Objetivos Específicos:

- a) Identificar as formas e critérios utilizados no planejamento de rotas vigentes na empresa;
- b) Verificar as principais dificuldades encontradas no planejamento de rotas e na execução das atividades de transporte na empresa;
- c) Aplicar a metodologia de Clarke e Wright para auxiliar o planejamento de rotas de entrega da empresa.

A importância acadêmica desse trabalho se justifica pela pouca produção científica na área de aplicação de métodos de transporte em pequenas empresas nas produções científicas da área de administração.

O olhar de um administrador na aplicação de um método de transporte como esse apresenta uma nova perspectiva, pois ultrapassa a linha de dados puramente quantitativos, e a análise qualitativa desses dados pode elencar quais as economias geradas, não apenas no setor, mas na organização como um todo.

Ademais, para a empresa em estudo, a análise da sua atividade de transporte e da metodologia de planejamento de rotas vigentes pode ser considerada um passo para a profissionalização das atividades logísticas, que é uma das principais áreas da empresa – devido ao setor que ela atua.

O primeiro capítulo introduz o trabalho, fazendo uma contextualização geral do estudo, da definição do problema, justificativa e os objetivos do mesmo. No segundo capítulo é feita uma revisão teórica, fundamentando os principais conceitos relacionados aos objetivos do trabalho. O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para execução do trabalho, além dos aspectos operacionais da pesquisa. No quarto capítulo são expostos os resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho, além das análises e implicações. Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, além de recomendações para futuros trabalho na área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são contemplados os principais conceitos relativos à logística empresarial, o transporte, o problema de transporte ou de roteirização de veículos, bem como os métodos heurísticos, com enfoque principal no método de Clarke e Wright (CW), que está diretamente ligado ao tema deste trabalho.

2.1 Logística Empresarial

Inicialmente a logística era tida como uma área de apoio às demais áreas da organização, e se encontrava muitas vezes, subordinada a área de marketing ou a área de produção, pela inexistência de preocupação dos gestores em levar aos clientes a plena satisfação e um nível adequado de serviço.

O ponto de partida para a logística se deu com a Segunda Guerra Mundial, com o planejamento dos transportes, da distribuição e do suprimento das tropas das forças armadas americanas, que obtiveram muito sucesso com o planejamento de tais atividades (POZO, 2010).

De acordo com Gouveia (2010), entre 1950 a 1960, algumas empresas verificaram a necessidade de se ter uma função gerencial específica para o controle do fluxo de materiais e transportes, de forma a viabilizar o gerenciamento do custo logístico total. Entre os anos 1950 e 1970, alguns profissionais da área de administração, como o renomado escritor e consultor Peter Druker, já reconheciam a importância da logística, e a falta de atenção que as empresas davam, ao que ele denominou de uma das áreas mais promissoras na América (Ballou, 1993).

Os anos de 1970 foram marcados pelo início da utilização da logística, com alguns princípios básicos já estabelecidos. Porém, foi a partir dos anos 90 que se registrou um maior interesse na área da logística, sendo considerada hoje, uma das áreas chave na estratégia competitiva das empresas.

No ano de 1962 a *Council of Logistics Management* (CLM), visando incentivar o ensino e a disseminação do conhecimento na área, criaram a seguinte definição: “*Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender as exigências dos clientes*” (BALLOU, 2006).

A logística empresarial, conforme Ballou (1993), estuda como a administração pode proporcionar melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes através de planejamento, organização e controle efetivo das atividades de movimentação e armazenagem.

Para Pozo (2010), a logística quando vista como fonte vantagem competitiva, é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, a movimentação e a armazenagem de materiais, de modo a maximizar as lucratividades presente e futura, mediante atendimento dos pedidos a baixo custo e plena satisfação dos clientes.

A cadeia de suprimentos é um conjunto de atividades funcionais que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal, pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados aos quais se agrega valor ao consumidor. A cadeia se encerra com o descarte final de um produto (BALLOU, 2006).

Para que seja capaz de gerar vantagem competitiva, a logística deve buscar a quebra do paradigma *custo x qualidade*, em que acreditava-se que melhores níveis de serviço ao cliente implicam necessariamente a altos custos, sendo assim necessário, que a empresa possa equilibrar estas duas variáveis.

Como missão da área, Ballou (1993) destaca como sendo “colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível”. Para cumprir com sua missão e agregar valor competitivo a organização, a logística se divide em atividades, podendo ser denominadas como atividades primárias e atividades de apoio.

Atividades primárias – também conhecidas como atividades básicas – são aquelas que estão diretamente ligadas ao cumprimento dos objetivos organizacionais da área de logística. Segundo Pozo (2010), as atividades primárias são assim denominadas por contribuírem com a maior parcela do custo total logístico, ou por serem essenciais para a coordenação e o cumprimento das atividades logísticas:

- Transportes: Atividade ligada ao manuseio dos produtos acabados ou semi-acabados do lugar que são produzidos para o consumidor intermediário ou final. É considerado uma das atividades mais importantes por representar uma grande parcela dos custos logísticos;
- Manutenção de estoques: É a atividade responsável por oferecer a empresa um nível de estoque que supra as demandas dos clientes, ao mesmo tempo em que procura manter os menores níveis possíveis;
- Processamento de pedidos: A atividade de processamento de pedidos dá partida à movimentação dos produtos para que ele seja selecionado e entregue ao cliente final. Está ligado ao contato feito pelo cliente e o tempo de resposta em que o mesmo aguarda até a chegada dos produtos solicitados.

Já as atividades de apoio são as atividades que auxiliam no desenvolvimento do trabalho da logística e dão suporte as atividades primárias. Essas atividades não são “vistas” diretamente pelos clientes, porém são elas que são suporte as atividades primárias. São elas:

- **Armazenagem:** Envolve a administração dos espaços necessários na empresa para que os materiais sejam estocados, e envolve decisões de onde localizar, se é interno a empresa ou não, o layout para que seja o mais eficiente possível, e os equipamentos necessários a manutenção do estoque;
- **Manuseio de materiais:** É a atividade responsável pela movimentação dos produtos acabados ou matérias-primas de um setor da empresa para o outro, de forma que o processo produtivo seja finalizado;
- **Embalagem:** Envolve o condicionamento dos produtos de modo a não danificá-los, garantindo facilidade no manuseio e armazenamento eficiente;
- **Suprimentos:** É a atividade que trata da entrada dos produtos ou matérias-primas de modo a disponibilizá-los no sistema logístico. Envolve a seleção e avaliação dos fornecedores, programação das compras, definição das quantidades, entre outras decisões;
- **Planejamento:** Refere-se à delimitação das quantidades que serão produzidas pela empresa, quando deve ser iniciado o processo e onde deverão ser realizadas. O planejamento é o evento que permite o cumprimento dos prazos de entrega;
- **Sistema de informação:** É a tecnologia disponível na empresa para auxiliar na administração das atividades. O sistema ligado a logística deve conter informações essenciais para a operacionalização das atividades, como informações dos clientes, controle do volume de vendas, níveis de estoque.

As atividades logísticas têm considerável influência sobre a eficiência e eficácia tanto da produção quanto da comercialização, assim sendo, de nada adiantará que a empresa volte seu olhar apenas para as áreas de marketing e operações – que são consideradas por muitas empresas, como as áreas chaves –, se as atividades de processamento de pedidos, armazenagem, estoque, transporte, embalagem, entre outras, não estiverem adequadas (BALLOU, 2006).

O gerenciamento das atividades logísticas pode ser o grande fator de sucesso para as pequenas empresas, que precisam cada dia mais gerir seus lucros e diminuir seus custos.

Assim, o gerenciamento eficiente da atividade de transporte pode ser um primeiro passo para isso, por ser uma das áreas mais importantes da logística.

As diversas funções logísticas são responsáveis pelo nível de serviço recebido pelos seus clientes, e o transporte é considerado um dos mais importantes por estar ligado ao bem tangível que o cliente recebe, ou seja, a entrega - onde são considerados os aspectos de embalagem e qualidade do produto transportado, além de assumir os riscos do transporte de danos e roubos, e mesmo assim chegar às mãos do cliente no tempo estimado. O valor agregado à logística é manifestado inicialmente em relação ao tempo e o lugar, pelo simples fato de que o produto ou serviço só é percebido pelo cliente se o mesmo estiver a sua disposição no tempo e lugar que o mesmo solicitar, sendo assim o transporte a área que torna esse valor agregado possível.

A Confederação Nacional do Transporte – CNT (2012), afirma que o custo do transporte é parte fundamental na composição do preço dos bens, assim, na medida em que os custos de transporte se reduzem, os preços dos bens tendem a diminuir e, com isso, o comércio pode aumentar e a produção da indústria se elevar. Para auxiliar nesse processo de redução de custos, a empresa pode optar pela utilização dos diversos sistemas de tecnologia da informação.

A Tecnologia da Informação (TI) é um componente do Sistema de Informação. Os sistemas de informação atuam como elos que ligam as atividades logísticas em um processo integrado. Neste sentido, o uso da TI confere uma vantagem competitiva para as empresas que desejam diferenciar no mercado em que atuam (FERREIRA E RIBEIRO, 2003).

A informação sempre foi vital para a realização eficiente das atividades empresariais, e não seria diferente nas operações logísticas. De acordo com Ferreira e Ribeiro (2003), A transferência e o gerenciamento eletrônico das informações permitem às empresas reduzir seus custos mediante melhor coordenação.

A TI contribui para tornar a logística mais eficiente na geração de valor para as empresas, permitindo que as organizações colaborem de forma segura com os integrantes da cadeia de suprimentos, em qualquer lugar e a qualquer instante (BANDEIRA e MAÇADA, 2008).

Uma das áreas que conta com o uso de tecnologia de informação para auxiliar suas atividades é o transporte. A seguir, explanaremos os conceitos, funções e as decisões relacionadas ao setor.

2.2 Transporte

Geralmente, a administração do transporte envolve decidir quanto ao método de transporte, aos roteiros e a utilização da capacidade dos veículos – onde a melhor utilização da frota é vista como a necessidade de um menor número de veículos e em menores custos operacionais.

Ballou (2006) apresenta o transporte como uma área fundamental de decisões da logística, pois, excluindo a aquisição de produtos, é a atividade que absorve a maior percentagem dos custos logísticos totais, cerca de um ou dois terços dos custos totais.

A atividade de transporte, de acordo Chopra e Meindl (2011), é o movimento de um produto de um local para o outro enquanto ele prossegue do início de uma cadeia de suprimentos até o cliente. Ainda segundo o mesmo autor, o transporte é um fator importante pelo fato de os produtos raramente serem produzidos e consumidos no mesmo local.

Bowersox e Closs (2011) apontam algumas das questões típicas para se analisar a atividade de transporte: Como as entregas devem ser agrupadas para formar as rotas? Qual a melhor sequência de entrega aos clientes? Que rotas devem ser destinadas a que tipos de veículos? Qual o melhor tipo de veículo para atender a diferentes tipos de clientes? Como as restrições de entrega serão impostas pelos clientes? Para responder algumas destas questões apresentadas, existem discorremos a seguir sobre as principais decisões relacionadas ao setor.

2.2.1 Decisões estratégicas do transporte

As decisões estratégicas do transporte estão relacionadas principalmente a escolha do modal ou dos modais que a empresa irá utilizar, e a decisão de frota própria ou terceirização. Para determinar a escolha do modal, a empresa deve levar em consideração as características do seu produto, as especificações impostas na hora de transporta-los, a necessidade da empresa, e o custo associado à atividade.

Os sistemas básicos, de acordo com Pozo (2010), são cinco: sistema por ferrovias, por rodovias, por hidrovias, por dutos e por aeronaves. Cada um desses sistemas apresentam características relativas que auxiliam o gestor na hora de escolher qual o modal correto a utilizar, como destacado abaixo:

- **Dutoviário:** É usado para movimentar produtos líquidos e gasosos por longas distâncias. Sua movimentação é bastante lenta, mas a lentidão é compensada pelas 24 horas por dia de trabalho sem descanso. Fatores meteorológicos não são significativos. Envolvem elevado custo de capital – na instalação – e baixo custo operacional.
- **Aeroviário:** Apesar de ser transporte caro, sua vantagem se dá por sua velocidade, principalmente em longas distâncias, sem calcular o tempo de coleta e entrega, e

também o manuseio no solo. Sua vantagem em termos de perdas e danos é bastante segura, e apresentam o melhor nível de serviço ao cliente.

- Hidroviário: A disponibilidade e confiabilidade são fortemente influenciadas pelas condições meteorológicas. O sistema é lento e sazonal, porém o preço é baixo. É utilizado em sua maioria por produtos baratos e não perecíveis, como carvão, minérios, etc.
- Ferroviário: É um sistema de transporte lento, de matérias-primas ou manufaturadas, porém de baixo valor para longas distâncias. Apesar do seu baixo preço, é pouco utilizado.
- Rodoviário: Serviço de rotas curtas de produtos acabados ou semi-acabados, oferece entregas razoavelmente mais rápidas e confiáveis de cargas parceladas. Assim, é o sistema mais competitivo no mercado de pequenas cargas.

A melhoria no sistema de transportes, segundo Ballou (1993) contribui para: aumentar a competição no mercado; garantir a economia de escala na produção; e reduzir o preço das mercadorias. Além disso, as decisões de transporte objetivam melhorar o uso dos equipamentos e pessoas dentro da organização, e satisfazer as necessidades de serviço aos clientes.

Além disso, a atividade de transporte quando mal gerenciada pode trazer sérios danos a imagem da empresa, por ser uma das atividades da logística que está em contato direto com os clientes. Alguns desses problemas podem ser: o descumprimento do prazo de entrega, a danificação dos produtos na rota, a violação na embalagem, o extravio ou perda do produto durante a rota, entre outros.

Ballou (2006) apresenta as seis variáveis constatadas por McGinnis como fundamentais na escolha do serviço de transporte: 1) tarifas dos fretes; 2) confiabilidade; 3) tempo em trânsito; 4) perdas, danos, processamentos das respectivas reclamações – e rastreabilidade; 5) considerações de mercado; 6) considerações relativas aos transportadores.

Porém além destas variáveis, o serviço de transporte deve levar em consideração o tempo de resposta ao cliente, a flexibilidade que o mercado exige, o custo associado, e até mesmo as condições de trabalho dos encarregados.

De acordo com o Plano CNT de Transporte e Logística 2011, da Confederação Nacional do Transporte, a utilização dos modais de transporte pode ser assim distribuída: o modal aéreo participa da matriz de transporte de carga com 0,4% do total; o transporte

hidroviário ou aquaviário participa de cerca de 14,0% na matriz de transporte de cargas; o sistema ferroviário atualmente participa com cerca de 21,0% do transporte total; o transporte rodoviário detém a maior participação na matriz do transporte de cargas no Brasil, de aproximadamente 61,1%. Este plano não identifica o uso do sistema dutoviário, que é de 3,5%, de acordo com Pozo (2010).

Para decidir qual tipo de modal utilizar, deve-se levar em consideração o tempo de entrega, a conservação do produto e o tempo de espera do cliente. Além disso, não se deve focar apenas o custo do transporte, pois nem sempre o menor custo resulta numa diminuição no custo total de uma cadeia de suprimentos.

Para obter ganhos no custo total, as empresas podem optar pela distribuição via multimodais – também chamado de intermodais. Pozo (2010) classifica como os diversos modos utilizados na distribuição multimodal os contêineres, carretas móveis, semi-trailers, além das combinações das vias – estradas, ferrovias, hidrovias e espaço aéreo.

Ainda segundo o mesmo autor, as metas para a utilização de intermodais são: redução no custo total; redução no tempo de trânsito em longos percursos; redução do impacto ambiental; redução do congestionamento nas rodovias; e melhora do nível de serviço. Para atingir tais metas, deve ser levado em consideração: a disponibilidade de vias; as características do produto; os volumes que serão movimentados; a frequência das entregas; a distância a ser percorrida; a segurança do sistema; e o custo total.

Os principais problemas no setor intermodal envolvem a troca de informações para facilitar as transferências de carregamento entre os diferentes modos, pois essas transferências normalmente envolvem atrasos consideráveis (CHOPRA e MEINDL, 2011). Dessa forma, quando se opta pela utilização da combinação entre modais, a empresa deve ser eficiente ao gerenciar a realização das entregas e a troca entre os modais.

Além de decidir sobre os modais utilizados para a distribuição dos produtos, outro fator que deve ser analisado é se a frota será própria ou de terceiros. Ballou (1993) afirma que caso se decida utilizar serviços terceirizados, é necessário fazer um balanço entre os custos e o desempenho dos mesmos. Todavia, Ballou (2006) apresenta como principal razão para que a empresa escolha ter uma frota própria, a necessidade de proporcionar serviço ao cliente com um nível alto de qualidade, que muitas vezes não é conseguido com a utilização de serviços terceirizados.

Segundo Dalacorte, colunista do sitio ogereente.com a terceirização das atividades logísticas de transporte apresentam algumas vantagens, como:

- Gera a desburocratização, simplificando as atividades logísticas;

- Alivia a estrutura organizacional;
- Melhora a qualidade dos serviços, como tempo de entrega, redução de avarias, segurança da carga;
- Gera a economia de recursos: Humanos, materiais, econômicos e financeiros.

Apenas um único estudo foi divulgado no Brasil sobre a satisfação das empresas com a terceirização, divulgado em 2004 pelo centro de estudos logísticos (CEL), do COPPEAD/UFRJ. De acordo com o estudo, os serviços mais terceirizados pelas empresas (embarcadores) brasileiras são: Transporte de distribuição 89%; Transporte de transferência 81%; Desembarço aduaneiro 80%; Transporte de suprimentos 77%; Armazenagem 20% (DALACORTE, 2008).

Nos casos em que as empresas apresentam sua frota própria, cabe ao gestor então, tomar decisões relacionadas às rotas de entrega, o tempo de resposta ao cliente, os meios necessários e a quantidade de pessoas envolvidas. Além disso, o gestor deve decidir sobre qual o tipo de rede de transporte será utilizada.

2.2.2 Decisões táticas do transporte

Decisões táticas são decisões de nível intermediário, e é frequentemente uma preocupação dos supervisores e gerentes do setor de transporte. Quanto às decisões táticas do transporte cabe ao gestor definir estratégias relacionadas à sazonalidade do mix de serviço, sendo assim voltada para empresas especialistas na atividade de transporte, necessitando planejar e organizar as demandas de modo a ser capaz de atender os picos de demandas, e de não obter prejuízos quando as demandas são menores que a capacidade de atendimento da empresa.

Ao planejar, é fundamental que o gestor contemple em seus planos, uma boa previsão da demanda, que certamente incluirá o acompanhamento dos efeitos da sazonalidade para o aproveitamento de oportunidades e os planos para lidar com possíveis ameaças, garantindo assim um gerenciamento eficiente da capacidade da empresa.

As decisões táticas são muitas vezes agrupadas as decisões operacionais, ou seja, ligadas a roteirização de veículos e planejamento de embarques, que veremos a seguir no tópico de decisões operacionais.

2.2.3 Decisões operacionais do transporte

Nas decisões operacionais, cabe ao administrador vislumbrar os problemas relacionados ao transporte e os meios de resolução para eles. Sob a ótica da logística, a roteirização objetiva gerar um diferencial estratégico e competitivo na operacionalização das entregas, alinhando-se aos objetivos organizacionais, de modo a resolver os problemas de transporte.

O problema de transporte surge a partir da necessidade de distribuição de bens e serviços de várias fontes de suprimento para várias localizações de demanda (MOREIRA, 2007). A seguir serão indicados os conceitos e os principais problemas de transporte, assim como os métodos de roteirização de transporte.

2.2. 3.1 O problema de transporte

O Problema de Roteirização de Veículo (PRV), ou Vehicle Routing Problem (VRP), é também conhecido na literatura como Problema de Transporte. Pode ser descrito como o problema do planejamento ótimo de entregas ou rotas de coleta de um ou vários depósitos, para uma série de cidades ou clientes, geograficamente dispersos, sujeitos a restrições adicionais (LAPORTE, 1992). De acordo com Laporte, o conceito de PRV foi introduzido pela primeira vez por Dantzig e Ramser em 1959, e desde então tem sido amplamente estudado.

Em relação à roteirização de veículos Cunha (2000, p. 2) afirma:

O termo roteirização de veículos, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa, é a forma que vem sendo utilizada como equivalente ao inglês routing (ou routeing) para designar o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento (Cunha, 2000).

O termo roteirização e programação é utilizado quando o estudo envolve não só o espaço geográfico, como também a análise de restrições de pessoas, tempo, e equipamentos. De acordo com Moreira (2007), o problema de decisão de transporte ocorre porque existem rotas e custos de transporte diferentes entre cada fonte e cada destino. Assim, é necessário determinar quanto deve ser enviado de cada fonte, para cada destino, de modo a satisfazer as demandas e minimizar o custo de transporte.

O objetivo da roteirização de transporte, segundo Wu (2007), é determinar o conjunto de rotas de menor custo que atenda as necessidades dos nós, respeitando restrições

operacionais, tais como capacidade de veículos, duração das rotas, janelas de tempo, duração da jornada de trabalho, etc.

Conforme Naruo (2003), a redução do custo dos transportes e a melhoria do serviço ao cliente, através da busca dos melhores trajetos que um veículo deve fazer em uma rede viária, minimizando o tempo e/ou a distância, é um problema frequente de decisão, que se expressa de variadas formas, tendo como principais a roteirização e a programação de veículo.

Um problema real de roteirização pode ser definido por três fatores fundamentais: decisões, objetivos e restrições. As decisões relacionam-se à alocação do grupo de clientes, que deveram ser visitados, a um conjunto de veículos e respectivos motoristas responsáveis pela entrega, envolvendo também a programação e o sequenciamento das visitas. Como objetivos principais, o processo de roteirização visa propiciar um serviço de alto nível aos clientes, mas ao mesmo tempo mantendo os custos operacionais e de capital tão baixos quanto possível. No entanto, deve obedecer a certas restrições. Em primeiro lugar, deve completar as rotas com os recursos disponíveis, mas cumprindo totalmente os compromissos assumidos com os clientes. Em segundo lugar, deve respeitar os limites de tempo impostos pela jornada de trabalho dos motoristas e ajudantes. Finalmente, devem ser respeitadas as restrições de trânsito, no que se refere a velocidades máximas, horários de carga e descarga, tamanho máximo dos veículos nas vias públicas, entre outros (GAMA, 2011).

Para se atingir uma boa roteirização e programação de veículos, Ballou (2006) relaciona à aplicação de oito princípios, listados abaixo:

a) Carregar caminhões com volumes destinados a paradas que estejam mais próximas entre si. Os roteiros dos caminhões deveriam ser organizados em torno de agrupamento de paradas próximas uma das outras a fim de minimizar o tempo total em trânsito nesse roteiro.

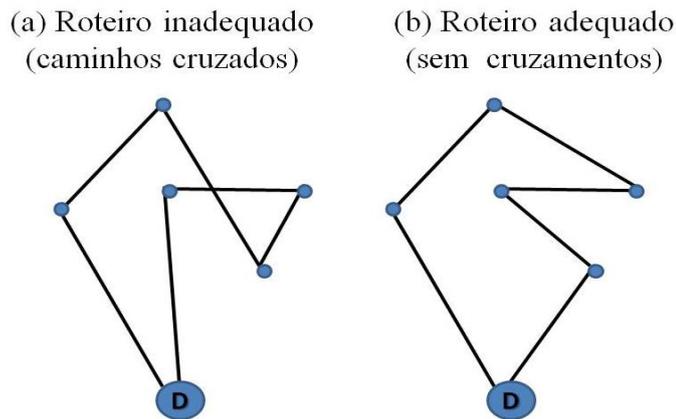
b) Paradas em dias diferentes devem ser combinados para produzir agrupamentos concretados. Havendo a necessidade de servir as paradas em dias diferentes da semana, elas devem ser segmentadas em problemas de roteirização e programação diferentes para cada dia da semana. Isso ajuda a minimizar o número de caminhões necessários para servir todas as paradas e também minimizar o tempo de viagem e a distância que percorrerão durante a semana.

c) Comece os roteiros a partir da parada mais distante do depósito. Uma vez identificada a parada mais distante, é preciso selecionar as paradas em torno desse parada-chave que completam a capacidade do caminhão a ser utilizado. Depois disto, seleciona-se outro veículo e identifica-se a parada mais distante do depósito que ainda não tenha caminhão para servi-la,

procedendo-se da mesma forma até que todas as cargas tenham os respectivos veículos e paradas roteirizados.

d) O sequenciamento das paradas em um roteiro de caminhões deve ter forma de lágrima. As paradas deveriam ser sequenciadas de maneira a não ocorrer nenhuma superposição entre elas.

FIGURA 1 - Exemplos de bons e maus sequenciamentos de rotas



Fonte: Ballou (2006)

e) Os roteiros mais eficientes são aqueles que fazem uso dos maiores veículos disponíveis. No roteiro ideal, a utilização de um veículo com capacidade suficiente para abastecer todas as paradas de um roteiro minimizaria sempre a distância ou tempo total percorrido para servir a todas as paradas.

f) A coleta deve ser combinada nas rotas de entrega em vez de reservada para o final dos roteiros. As coletas deveriam ser feitas ao longo do andamento das entregas a fim de minimizar o número de superposições de roteiros que tende a ocorrer quando tais paradas são servidas depois da realização de todas as entregas.

g) Uma parada removível de um agrupamento de rota é uma boa candidata a um meio alternativo de entrega. Paradas isoladas dos agrupamentos de pontos de entrega, especialmente aquelas de baixo volume, são servidas ao custo de mais tempo do motorista e despesas do veículo. A utilização de veículos menores para cuidar dessas paradas pode revelar-se mais econômica, dependendo da distância e dos volumes envolvidos. A utilização de transporte terceirizado seria uma boa alternativa nesses casos.

h) As restrições das janelas de tempo de paradas muito pequenas podem forçar uma sequência de paradas longe do padrão ideal. Uma vez que as restrições das janelas de

tempo nem sempre são absolutas, qualquer parada não adequada deve ter seus limites de janela de tempo renegociados e, sempre que possível ampliados.

De acordo com Naruo (2003), BODIN *et al.* (1983) apresentaram o primeiro trabalho abrangente sobre a modelagem de problemas de roteirização e programação de veículos e tripulações, onde os problemas de transporte são divididos em três categorias: Problemas de roteirização “pura” de veículos; Problemas de programação de veículos e tripulações; e Problemas combinados de roteirização e programação de veículos, que será discutido a seguir.

2.2.3.2 Categorização dos problemas de transporte

A categorização elaborada por BODIN *et al.* (1983) é utilizada por diversos autores, como Naruo (2003) e Neto e Lima (2005), e sua diferenciação acontece de acordo com os objetivos que estão associadas a determinado problema de transporte. Ou seja, o primeiro deles, os problemas de roteirização pura apenas apontam para a necessidade do atendimento dos nós na entrega, de forma a minimizar o custo. A segunda categoria, Problemas de programação de veículos e tripulações, está relacionada ao atendimento dos nós com algumas restrições adicionais, como o horário de execução das atividades. Já a terceira categoria, Problemas combinados de roteirização e programação, é o mais complexo entre as três categorias, pois envolvem muitas restrições.

- **Problemas de roteirização “pura” de veículos ou PRV:** Neto e Lima (2005) considera o problema de roteirização pura de veículos, como um problema espacial, onde as condicionantes temporais não são consideradas na geração dos roteiros para coleta ou entrega, e apenas em alguns casos, a restrição de percurso máximo da rota pode ser considerada. Além disto, existe um conjunto de nós ou arcos que devem ser atendidos por uma frota de veículos, onde o objetivo é definir uma sequência de locais (a rota) que cada veículo deve seguir a fim de se atingir a minimização do custo de transporte. Segundo Cunha (2000), a maioria dos problemas pertencentes ao PRV, exceção do problema do carteiro chinês, deriva do problema clássico do caixeiro viajante, que possui vasta aplicação na programação de serviços, como os utilizados pelas companhias de luz e telefone na hora de definir as visitas a serem realizadas em um dia;

QUADRO 1 – Os problemas básicos de roteirização pura

<i>Problema</i>	<i>Descrição</i>
Caixeiro Viajante	Consiste em determinar uma rota de mínimo custo que passe por todos os nós de uma rede exatamente uma vez. É um problema de cobertura de nós. A utilização de métodos exatos para solucionar tal problema não é computacionalmente eficiente, o que leva a utilização de métodos heurísticos na resolução. Novais (1989) afirma que a formulação original do problema de caixeiro viajante se deu da seguinte forma: existem N pontos (nós) numa rede; o caixeiro deve partir de um dado ponto (sua base) e visitar os N pontos da rede pelo menos uma vez, retornando ao fim, para o ponto de partida.
Carteiro Chinês	Este caso requer a determinação de uma rota e custo mínimo que passe por todos os arcos de uma rede, pelo menos uma vez. Configura-se como um problema de cobertura de arcos. A ideia inicial é que, o veículo (ou indivíduo) passe uma única vez em cada arco, porém por ser praticamente impossível de acontecer, Novais (1989) afirma que, deve-se escolher um roteiro de forma racional, que garanta que o percurso total seja o menor possível.
Múltiplos caixeiros viajantes	É uma generalização do problema do caixeiro viajante na qual é necessário se considerar mais de um caixeiro viajante (ou veículos). Não há novas restrições e os veículos originam e terminam suas rotas em um depósito comum. Não apresenta restrições quanto à quantidade de nós que devem ser visitados.
Roteirização em nós: único depósito, vários veículos	É uma generalização do problema do caixeiro viajante onde a frota de veículos parte de um depósito central e serve a todos os nós, objetivando minimizar a distância total percorrida.
Roteirização em nós: vários depósitos, vários veículos	É uma generalização do problema anterior, com vários depósitos, ao invés de um. Porém, neste caso, cada veículo é alocado a um único depósito, iniciando e terminando sua viagem em um mesmo depósito.
Carteiro chinês capacitado	É uma generalização do problema do Carteiro Chinês, sendo implementada a restrição de capacidade dos veículos.

Fonte: Naruo (2003)

A maior parte dos problemas acima citados é uma generalização do problema do caixeiro viajante, que foi um dos primeiros métodos desenvolvidos e parte do pré-suposto de que o caixeiro tem uma viagem a fazer de forma a realizar suas entregas, e busca a melhor rota para que todos os nós sejam atendidos.

- **Problemas de programação (PRVT):** De acordo com Neto e Lima (2005), os problemas de programação podem ser considerados como problemas de roteirização com restrições adicionais relacionadas aos horários de execução das diversas atividades. Estes problemas apresentam os aspectos espaciais previamente definidos

(como roteiros ou sequências de viagens), faltando apenas determinar a alocação de veículos e tripulações a este conjunto de viagens programadas; e pode ser dividido em dois casos: programação de veículos e programação de tripulações.

QUADRO 2 – Os problemas básicos de programação de veículos

<i>Problema</i>	<i>Descrição</i>
Um único depósito	Consiste em particionar os nós (tarefas) de uma rede acíclica em um conjunto de rotas, de modo que determinada função custo seja minimizada. Cada rota corresponde à programação de um veículo. Uma função objetivo que minimiza o número de rotas, efetivamente minimiza os custos de capital desde que o número de veículos necessários seja igual ao de rotas.
Restrições de tamanho de rota	Tais problemas consistem na consideração das restrições de tempo e distância máxima de viagem, que na prática, representam a necessidade de reabastecimento e manutenção de veículos.
Múltiplos tipos de veículos	Consideram as diferentes características dos veículos para realizarem as tarefas. Normalmente a característica considerada é a capacidade do veículo.
Múltiplos depósitos	Consiste nos problemas com veículos que realizam tarefas a partir de diferentes depósitos. Os veículos devem sair e chegar ao mesmo depósito, e para o tamanho da frota de cada depósito deve ser especificado um mínimo e o máximo.

Fonte: Naruo (2003)

Os problemas de programação de veículos apresentam como característica a adição de restrições nos problemas, de forma que cada um deles apresenta uma preocupação na hora de atender os nós, como o tamanho do veículo que irá realizar a entrega, a entrega a partir de mais de um centro de distribuição, ou o tempo de viagem a ser realizada.

QUADRO 3 – Os problemas básicos de programação de tripulação

<i>Problema</i>	<i>Descrição</i>
Programação de pessoal para um local fixo	Neste problema divide o dia de trabalho em T períodos e especifica-se uma demanda para cada trabalhador e para cada período de tempo. Procura-se encontrar um conjunto de programas com trabalhadores para cobrir todas as tarefas. É assumido que pode haver intercâmbio entre os trabalhadores, e que cada trabalhador pode ser deslocado no final de um período de trabalho e que outro pode ser alocado ao serviço em cada começo de um período.
Programação de veículos e tripulação em transporte	Consiste em determinar a alocação ótima de veículos a um conjunto de viagens programadas de linhas, e determinar também as jornadas de trabalho

público	das tripulações, considerando que as trocas de serviço e de turno só podem ser realizadas em pontos específicos de trajeto das linhas.
Programação de tripulação no transporte aéreo	É semelhante à programação de tripulações em veículos, uma vez que as tabelas de horários de partida e chegada das rotas aéreas nos diversos pontos são definidas a priori e, portanto, conhecidas e determinadas.
Programação de pessoal em turnos de revezamento	Consiste na programação diária variando de um dia para o outro, havendo um rodízio de turno de pessoal, em função de restrições trabalhistas, e equilíbrio do esforço de trabalho, etc.

Fonte: Naruo (2003)

A programação de tripulação é comparada a programação de veículos, porém apresenta restrições a mais, ligadas ao trabalho dos funcionários, como horas de trabalho no dia, intervalo para as refeições, como apresentado no quadro acima.

- **Problemas combinados de roteirização e programação de veículos (PRPV):** englobam restrições de janelas de tempo (horário de atendimento) e de precedência entre tarefas, onde a coleta deve preceder a entrega e ambas devem estar alocadas ao mesmo veículo (NARUO, 2003).

QUADRO 4 – Os problemas de roteirização e programação

<i>Problema</i>	<i>Descrição</i>
Ônibus escolares	Consiste no problema de um grupo de escolas, cada qual com seu conjunto de paradas de ônibus que tem vinculado, para cada ponto, um dado número de estudantes e uma janela de tempo correspondente aos horários para pegar os alunos nas paradas e leva-los até a escola. O principal objetivo é minimizar os custos de transporte para o município.
Caminhões: Cavalo mecânico – carreta com carga completa	O termo carga completa significa que a carga é engatada ao cavalo mecânico e é transportado direto da origem ao destino. A carga na carreta tem um único destino. A capacidade do cavalo mecânico corresponde a apenas uma carreta. Este problema envolve restrições de precedência.
Caminhões: Cavalo mecânico – carreta com carga parcial	Semelhante ao anterior, mas a carga não precisa ser completa. Assim, a carga da carreta pode ser separada entre diferentes origens e destinos.
Serviços de coleta de resíduos domiciliares e de varrição de ruas	Semelhante ao problema do carteiro chinês, porém com restrições de capacidade dos veículos, de duração máxima da jornada e de janelas de tempo associadas aos horários de proibição de estacionamento, de forma a possibilitar a execução do serviço de varrição. Em geral, o objetivo consiste na minimização da frota ou um objetivo correlato, por exemplo, de minimização do tempo morto total, para uma frota conhecida.
Dial-a-ride: transporte especial de pessoas	O sistema de transporte é obtido pedindo por telefone. Cada usuário tem local de origem e destino diferentes e, eventualmente faixas horárias de saída e chegada. A precedência entre as tarefas é uma restrição decisiva para a viabilidade da solução.
Aeronaves	Consiste em programas simultaneamente rotas aéreas (início – escalas – fim), com alocação de aeronaves e definição de tabelas de horários, levando em consideração dados de demanda entre os pares de cidades, frequência do serviço desejado, voos diretos versus voos com escalas, etc. Esse problema envolve tanto o transporte de pessoas, como cargas e encomendas.

Fonte: Naruo (2003)

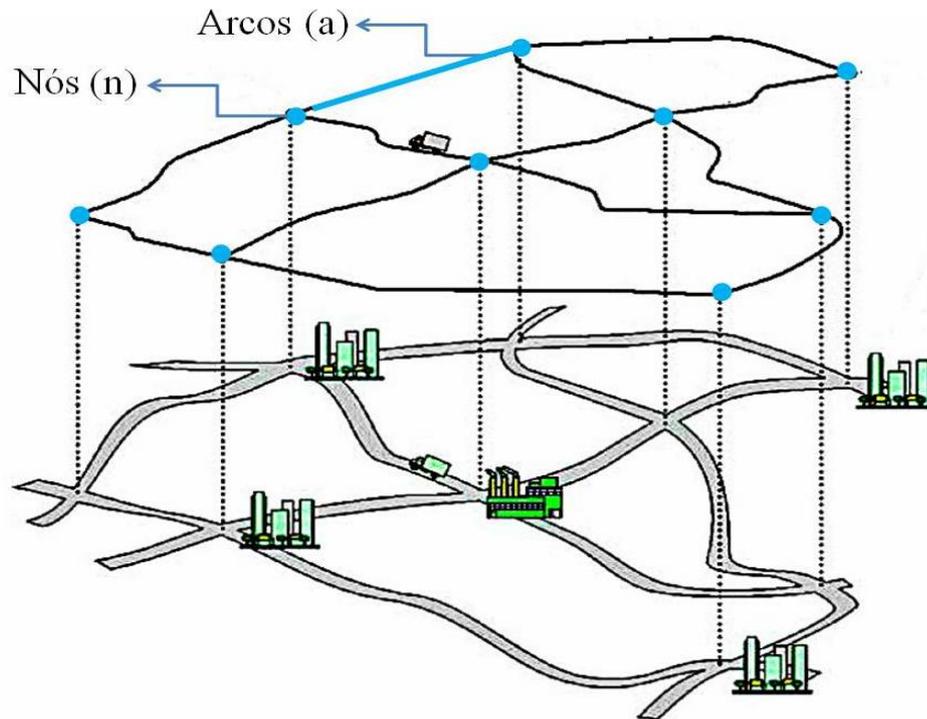
Como já falado anteriormente, os problemas de roteirização e programação indicados acima são os problemas mais complexos, e envolvem em um único problema diversas restrições a serem atendidas.

2.3 Métodos de solução para o problema de transporte ou roteirização de veículos

Novais (1989) afirma que uma rede de transporte, em termos matemáticos, nada mais é que um grafo – conjunto de pontos ou vértices – $G(n, a)$ constituído por um conjunto finito

n de nós e um conjunto finito a de arcos que interligam os pares de nós. Sendo assim factível a resolução por meio de modelos numéricos.

FIGURA 2 – Representação de um roteiro de distribuição $G(n, a)$



Fonte: Naruo (2003, p. 60)

Sendo assim, não é apenas a área da logística a formular métodos aplicáveis a resolução do problema de transporte, a pesquisa operacional também apresenta métodos ligados a resolução deste problema. Conforme a ABEPRO (2008) a logística estuda as técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo o transporte, a movimentação, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos, visando à redução de custos, a garantia da disponibilidade do produto, assim como o atendimento dos níveis de serviço aos clientes. Já a pesquisa operacional (PO) compreende a resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, através de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente.

A resolução do problema de transporte pode se dar a partir de diversas abordagens. Bowersox e Closs (2011) destacam quatro:

- Heurísticas – adotam regras empíricas de agrupamento, ou técnicas baseadas em “economias”, adicionando ou eliminando paradas. É geralmente utilizada pela

logística, e dá ao gestor flexibilidade na decisão, e a possibilidade de alinhamento com a intuição;

- Exatas – também conhecidas como otimizantes, usam programação matemática (linear) para identificar os melhores roteiros. Seus estudos tomaram proporção na área da pesquisa operacional com o desenvolvimento dos diversos softwares encontrados no mercado utilizados na resolução de diversas variáveis e/ou restrições;
- Interativas – utilizam uma combinação de simulação, cálculo de custos, ou capacidade gráfica para apoiar o processo decisório. Esta abordagem consiste em marcar as rotas em um mapa e calcular o desempenho, o tempo e o custo das possíveis rotas;
- Combinadas: consiste na combinação das três abordagens anteriores.

E dentre essas quatro abordagens acima expressas são elencadas sete categorias ou métodos de solução dos problemas de roteirização e programação de transportes, conforme destaca Naruo (2003). Sendo os quatro primeiros métodos classificados como heurísticos (a, b, c, d); o 5º e o 7º classificados como exatos (e, g), e o 6º é considerado interativo (f).

- a) Agrupa primeiro – roteiriza depois: Procedimento este que agrupam a demanda dos nós e/ou arcos primeiro e então desenvolvem rotas econômicas sobre cada agrupamento como segundo passo;
- b) Roteiriza primeiro – agrupa depois: Primeiro uma grande rota ou ciclo, geralmente infactível, é criada, na qual incluem-se todas as entidades de demanda nos nós e/ou arcos. Depois, a grande rota é particionada em rotas menores, mas factíveis;
- c) Economias ou inserções: Procedimento que constroem uma solução de tal maneira que a cada passo do procedimento uma configuração corrente, que é possivelmente infactível, é comparada com uma configuração alternativa que pode também ser infactível. A configuração alternativa é aquela que produz a maior economia em termos de alguma função critério, tal como o custo total, ou que insira de forma menos custosa, entidades de demanda ainda não inseridas na(s) rota(s) em construção. O processo é finalmente concluído como uma configuração factível.
- d) Melhoria/ troca: Procedimento heurístico que, em cada etapa, uma solução factível é alterada, resultando e outra solução factível com o custo total reduzido. Este procedimento continua até que não sejam mais possíveis reduções adicionais no custo.
- e) Programação matemática: Esta abordagem requer algoritmos que sejam diretamente baseadas em formulação matemática do problema em questão. Esta classe de

abordagem engloba as estratégias e solução do problema de controle de veículos e suas variações, na maioria programação inteira.

- f) Otimização interativa: Este procedimento tem propósito geral na qual um alto grau de interação humana é incorporada no processo de solução do problema. A ideia está na experiência do tomador de decisões que tem a capacidade de fixar os parâmetros e injetar correções subjetivas no modelo baseadas no conhecimento e intuição.
- g) Métodos exatos: Procedimentos para problemas de roteirização de veículos que incluem técnicas especializadas de *branch and bound*, programação inteira mista e programação linear inteira.

As estratégias de solução heurísticas, muitas vezes se apoiam em uma abordagem intuitiva, na qual a estrutura do problema possa ser considerada e explorada de forma inteligente, obtendo assim uma solução adequada. Já os métodos exatos, apesar de apresentarem soluções ótimas matematicamente, o modelo pode estar longe de representar a situação real. As heurísticas permitem uma melhor representação dos problemas reais, com menor tempo de processamento e memória computacional necessária, mas com soluções aproximadas.

Segundo Cunha (2000), a utilização dos métodos de roteirização de veículos pelas empresas está em crescimento, e entre as principais razões para isto pode-se destacar as exigências dos clientes com relação a prazos, datas e horários de atendimento; o agravamento dos problemas de trânsito, acesso, circulação e estacionamento de veículos nos centros urbanos, em particular caminhões; o aumento da competição pelo mercado e a busca de eficiência; o custo de capital levando à redução de estoques e ao aumento da frequência de entregas.

Tais métodos para a solução do problema de transporte podem se adequar aos diversos tipos de modais, com exceção ao dutoviário e ferroviário, que já possuem o seu trajeto traçado como uma restrição para a roteirização. Porém o uso de métodos se concentra em maior parte no rodoviário por ser o modal predominante no país.

O modal rodoviário se difere dos outros modais por apresentar pequenos custos fixos que dependem essencialmente do poder público, como a construção e manutenção de rodovias. Além disso, o modal é o que apresenta a melhor opção em disponibilidade, por apresentar estradas para quase todos os lugares, justificando assim a sua vasta utilização (MÂNICA, 2012).

Porém, devido a essa tamanha utilização, a oferta de transporte rodoviário é crescente, gerando assim uma concorrência desleal com os outros modais, que não conseguem justificar os custos para a implementação de novas instalações e investimento em infraestrutura, como no caso do modal ferroviário, que possui a utilização aquém do que deveria.

O modal rodoviário apresenta não só os custos ligados ao poder público, mas também apresenta seus custos fixos e variáveis ligados a empresa que realiza o transporte, que são: IPVA e seguro, depreciação, remuneração do capital e dos funcionários como custos fixos; e Manutenção dos veículos, combustível, pedágio, como custos variáveis.

Quanto às desvantagens do uso desse modal estão os altos níveis de poluição, o elevado uso do potencial energético do país (petróleo) e alto risco de perda na estrada, devido a acidentes e roubos de carga.

2.3.1 Métodos heurísticos

Os métodos heurísticos podem ser denominados como qualquer princípio ou conceito que contribui para reduzir o tempo médio de pesquisa de uma solução, também chamados de regras que guiam a solução do problema (NARUO, 2003). Além disso, são os métodos mais utilizados nos estudos logísticos, por isso, aprofundaremos a seguir os conceitos e características desses métodos.

Métodos heurísticos para a solução dos problemas de transporte são aqueles que geram soluções aproximadas, ou sub ótimas, e que chegam a soluções de modo mais rápido que os métodos exatos. Eles adotam regras empíricas de agrupamento ou técnicas baseadas em “economias”, acrescentando ou excluindo paradas. Os métodos heurísticos são muitas vezes vistos como mais viáveis, pois permitem aos gestores a flexibilização na hora de decidir.

De acordo com Cordeau e Laporte (2002), os métodos heurísticos podem ser agrupados em, basicamente, três categorias:

- Heurísticas construtivas: buscam gradualmente construir uma solução viável, tentando manter o custo desta solução o mais baixo possível, como por exemplo, o método de Clarke e Wright;
- Heurística de duas fases: os clientes são primeiramente agrupados em rotas viáveis, e só então as rotas reais são construídas, como é o caso do método de varredura (Sweep Algorithm), de Gillet e Miller;

- Métodos de melhoria: podem atuar em rotas únicas, pela aplicação da heurística do problema do caixeiro viajante, ou em varias rotas, através da realização de trocas ou realocações de clientes.

Wu (2007) afirma que o método de economias é a heurística mais amplamente conhecida e utilizada para resolver o problema de roteirização de veículos, por apresentar diversas características que auxiliam a sua resolução, e por ser considerado completo por diversos autores.

2.4 Método de Clarke e Wright (CW, 1964)

Este clássico algoritmo foi proposto pela primeira vez em 1964 por Clarke e Wright, em seu estudo “*Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*” para resolver o PRV, no foi traduzido da seguinte forma:

O encaminhamento ideal de uma frota de caminhões de diferentes capacidades de um departamento central para um certo número de pontos de entrega pode exigir uma seleção a partir de um grande número de trajetos possíveis, se o número de pontos de entrega é também grande. Este documento, depois de considerar certos aspectos teóricos do problema, desenvolve um processo iterativo que permite a seleção rápida de uma rota ótima ou quase ótima (CLARKE e WRIGHT, 1964, p 1).

Conforme Ballou (2006), este método tem atravessado os anos como algo dotado de flexibilidade suficiente para resolver uma ampla coleção de restrições práticas, sendo relativamente rápido em termos computacionais, e podendo ser utilizado em problemas com um número moderado de paradas, gerando soluções que são quase ótimas.

O objetivo deste método é minimizar a distância total percorrida pelos veículos, conseguindo a maior economia em termos de distância e conseqüentemente custo ao atender dois pontos em um mesmo roteiro, minimizando assim o custo total e montando roteiros otimizados.

A impossibilidade de combinar dois pontos acontece quando pelo menos um deles já foi alocado em outro roteiro ou quando a capacidade veicular é ultrapassada ao inserir este novo ponto no veículo (WU, 2007). Além disto, ao combinar as rotas, deve-se levar em consideração além da capacidade, as restrições de tempo.

Pelo fato de sempre ser escolhida a maior economia dentre as possíveis, este método é tido como uma heurística iterativa de construção é conhecida como uma função gulosa de inserção. Conforme Gama (2011), à medida que o método vai construindo os roteiros de

forma inteligente, buscando reduzir ao máximo a distância percorrida, o número de veículos utilizados para realizar o serviço tende a diminuir, o que acaba por reduzir os investimentos e o custo de operação.

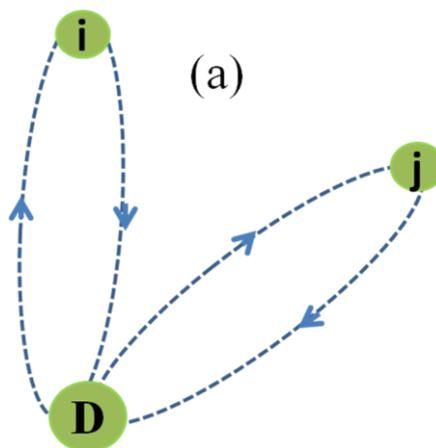
2.4.1 Algoritmo de Clarke e Wright

A fim de descrever este algoritmo, será utilizado o livro de Novais (1989), que apresenta de forma simples e de fácil entendimento as etapas para a resolução deste método. Vale lembrar que, o conceito de ganho neste método se dá pela ligação dos nós, de modo a minimizar a distância percorrida, e conseqüentemente os custos envolvidos. Admite-se a existência de n pontos que necessitam ser visitados, e um depósito D , de onde o veículo inicia sua jornada, e onde deverá retornar após o cumprimento de todas as visitas.

Supõe-se inicialmente que a solução preliminar e pior para o problema seja ter n veículos, e que cada veículo atenda a um único nó, retornando ao depósito. Porém, esta configuração traria o uso excessivo e desnecessário de veículos e de gastos. O percurso desta frota seria então dada pela equação abaixo, onde $d_{D,i}$ é a distância do CD ao cliente i e $d_{D,j}$ é a distância do CD até o cliente j .

$$L = 2 \times d_{D,i} + 2 \times d_{D,j} \quad (1)$$

FIGURA 3– Suposição em que um veículo atende um único nó



Fonte: Novais (1989)

Partindo para a próxima situação, supõe-se que o veículo, ao atender o ponto i , visita também o ponto j , abandonando a projeção (a) e indo para a projeção (b) expressa na figura abaixo. Esta nova projeção é dada pela equação:

$$L' = d_{D,i} + d_{i,j} + d_{D,j} \quad (2)$$

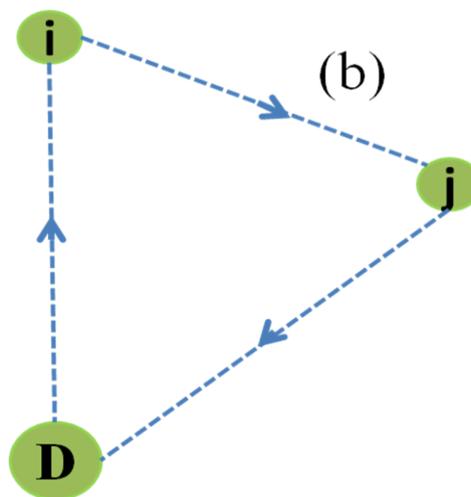
Onde;

$d_{D,i}$ é a distância do CD ao cliente i ;

$d_{i,j}$ é a distância do cliente i ao cliente j ;

$d_{D,j}$ é a distância do CD ao cliente j ;

FIGURA 4– União de duas rotas em um único roteiro



Fonte: Novais (1989)

Dessa forma, ao alocar os clientes i e j em único roteiro, existirá uma economia de percurso, ou um "ganho" que é igual à diferença entre L e L' , dado por:

$$S_{i,j} = g_{i,j} = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j} \quad (3)$$

Onde;

$S_{i,j}$ ou $g_{i,j}$ é o ganho na junção das duas rotas.

Ao escolher os pontos i e j que serão alocados no roteiro, procura-se seleccionar os pares que apresentam o maior ganho $S_{i,j}$ ou $g_{i,j}$. Este é o foco do método de Clarke–Wright, que é descrito nas etapas a seguir:

1. Calcula-se os ganhos $S_{i,j}$ para todos os pares i,j , com $i \neq j$; $i \neq D$ e $j \neq D$.
2. Após o calculo, ordena-se os pares i,j na ordem decrescente dos valores do ganho $S_{i,j}$.
3. Inicia-se a análise da junção dos dois nós que apresentaram o maior ganho $S_{i,j}$, posteriormente procedendo com a análise continua, decrescendo na lista de ganhos, para os demais pares.
4. Para um par de pontos i,j correspondente a um dos pares da sequência de combinações, verificar se os dois pontos já fazem parte de um roteiro iniciado:
 - a. Se i,j não foram incluídos em nenhum dos roteiros já iniciados ou abertos, criar então uma nova rota com esses pontos;
 - b. Se o ponto i já pertence a um roteiro pré-estabelecido, verificar se esse ponto é o primeiro ou último desse roteiro. Se isso ocorrer, acrescentar o par i,j a esse roteiro. Caso contrário, passar para a etapa seguinte, saltando o par i,j .
 - c. Se ambos os pontos i,j fazem parte, cada um deles, de roteiros pré-estabelecidos, mas diferentes, verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros. Se a resposta for positiva, fundir os dois roteiros num só, juntando-os de forma a unir i,j .
 - d. Se ambos os nós i,j pertencerem a um mesmo roteiro, passar para a etapa seguinte;
 - e. Continuar o processo até que a lista completa de ganhos seja completada. Se sobrar algum ponto não incluído em nenhum roteiro, deverá ser formado roteiros individualizados, ligando o depósito ao ponto, e retornando a base.

Observações:

- Todas as combinações de rota devem ser analisadas;
- Ao agrupar os pontos para formar pares, e ao incluí-los nos roteiros, deve-se levar em consideração:
 - As restrições de capacidade dos veículos;
 - As restrições de tempo;
 - O tempo de resposta ao cliente.

Além disso:

- O ganho tende a crescer quando os pontos i e/ou j se afastam do CD, pois as parcelas $d_{Di} + d_{Dj}$ tem valores positivos, isso se dá porque quanto maior for a distância do ponto até o CD, maior será a economia gerada pela união dos dois roteiros.
- O ganho tende a crescer quando os pontos i e j estão mais próximos, pois a parcela d_{ij} , que aparece com sinal negativo na relação, tem valor absoluto. Ou seja, quanto menor a distância entre os dois nós escolhidos para o roteiro, maior será o ganho que ele causará.

Dentre os diversos métodos indicados na fundamentação teórica, o método das economias de Clarke e Wright foi escolhido por apresentar rapidez em termos de tempo de processamento e robustez, ou seja, capacidade de resolver satisfatoriamente problemas sem degradação sensível na qualidade das soluções.

Ademais, devido ao curto espaço de tempo relativo ao semestre de estágio supervisionado, havia a necessidade de utilizar um método que pudesse ser aplicado e analisado sem maiores dificuldades, mas que gerasse uma solução adequada ao problema que estudamos.

A rapidez do processamento neste trabalho é um fator considerável por ser necessário que o seu termino se dê no período de um semestre. Muitos trabalhos propõem melhorias no algoritmo de Clarke e Wright, principalmente na consideração de novas restrições, porém nem sempre essas melhorias apresentam diferenças significativas nos resultados, como no trabalho de Pileggi e Rosa (2006), onde a comparação é feita com uma melhoria denominada de LINGO, e os resultados constataram que os dois métodos apresentaram soluções praticamente idênticas para o mesmo problema.

Outras comparações também foram feitas, como o trabalho de Junior e Cechin (2006), que buscou comparar duas abordagens distintas do PRV, a heurística de Clark e Wright e a exata das p-Medianas (em teoria dos grafos). Neste trabalho, o método Clark e Wright apresentou a melhor solução para a empresa em questão. O uso dos métodos heurísticos, como já explanada anteriormente proporciona aos gestores flexibilidade na decisão, por integrar intuição e conhecimento do gestor no método.

Assim sendo, os benefícios que a aplicação do método das economias CW (1964) são inúmeros, como um melhor serviço ao cliente, onde as entregas são planejadas e o risco de atraso é menor; melhor qualidade de trabalho dos motoristas, que terão conhecimento de sua rota previamente, evitando desconfortos; melhor qualidade de trabalho para os gestores logísticos, que terão auxílio do método no planejamento das rotas, assim minimizando

possíveis falhas; e além disso, a economia que poderá ser gerada com a aplicação do método pode representar uma redução significativa dos custos logísticos, podendo o dinheiro economizado ser reinvestido na própria empresa.

A próxima seção apresentará as características da pesquisa, além dos aspectos operacionais e etapas para a execução do mesmo.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo visa descrever o procedimento metodológico utilizado neste trabalho de monografia, explanando sobre o tipo de pesquisa realizado, o método e o instrumento de coleta de dados, o tipo de tratamento dos dados obtidos, e, ao fim, serão detalhadas as etapas realizadas para a aplicação do método de Clarke e Wright (1964) na empresa Campina Distribuição.

3.1 Qualificação da pesquisa

Vergara (2000) tipifica a pesquisa de acordo com dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, esta pesquisa é tida como exploratório-descritiva.

Segundo a mesma autora, pesquisa exploratória busca a primeira aproximação de um tema, visando criar maior familiaridade em relação a um fato ou fenômeno, assim, na empresa, a busca será pelo conhecimento dos métodos adotados por uma pequena empresa de distribuição para o planejamento de suas rotas, e como os gestores do setor de transporte atuam na tomada de decisão e na resolução de problemas. Já a pesquisa descritiva objetiva conhecer e interpretar a realidade, por meio da observação, descrição, classificação e interpretação dos fenômenos, por isso, serão feitas visitas ao local para que além da utilização do roteiro de entrevista, as questões que fazem parte dos objetivos deste estudo possam ser respondidos através do olhar do pesquisador, e não apenas de quem trabalha na empresa.

Quanto aos meios, a pesquisa é classificada como um estudo de caso. Segundo Gil (2002) o estudo de caso consiste no estudo profundo de determinado objeto de tal forma que permita o amplo e detalhado conhecimento sobre o mesmo.

O propósito deste referido estudo de caso na empresa Campina Distribuição é analisar e descrever a situação em que é realizado o planejamento das rotas de entrega, e como a utilização do método pode trazer melhorias nesse processo.

O instrumento de coleta de dados utilizado foi um roteiro de entrevista semi-estruturado, respondido pelo gerente geral da empresa. As informações coletadas serão explanadas logo mais nos resultados.

Quanto ao tipo de tratamento dos dados, esta pesquisa é classificada como quantitativa e qualitativa, sendo utilizada a análise quantitativa na aplicação do método e na geração das tabelas de ganhos, e a análise qualitativa na análise dos roteiros definidos pelo método e na avaliação da entrevista realizada. A utilização dos dois tipos de tratamento é essencial por dar ao método de CW (1964) uma análise técnica, onde não apenas será dado os melhores roteiros, mas como estes podem se adequar e promover melhorias na organização como um

todo. Para a aplicação do método foi utilizada a amostra das entregas na cidade de Campina Grande, por apresentar as rotas de entregas mais problemáticas da empresa, como será descrito nos resultados dessa pesquisa, no tópico 4.3, letra f.

3. 2 Aspectos operacionais da pesquisa

Após a escolha da empresa do estudo, e o método que seria aplicado, foi selecionada a teoria base, voltadas para os conceitos de logística empresarial, o área de transporte, os problemas de transporte e o método de Clarke e Wright (1964).

A revisão bibliográfica se estendeu entre os meses de dezembro a fevereiro, devido à necessidade de aprofundamento do método para que o mesmo pudesse ser aplicado na empresa. A definição do problema de pesquisa, assim como os objetivos foram esquematizados no mês de janeiro.

Os dados oriundos da Campina Distribuição (nome fictício) foram coletados no mês de março, sendo realizadas duas visitas no local, e foram colhidos através de um roteiro de entrevista respondido pelo gerente geral, que é responsável pelo setor logístico e de operações, e trabalha há três anos na mesma. Ele apresenta formação em Administração de Empresas, tendo trabalhado anteriormente no setor logístico de uma multinacional com sede em Campina Grande.

Já os dados que alimentaram as tabelas do método também foram repassados pelo responsável pelo setor, que ocupa do cargo de Gerente Geral, e continham informações como os pontos de entrega da empresa, e os endereços dos respectivos pontos. Devido à quantidade de clientes que a empresa possui, sendo mais de 3200 cadastrados, e o tempo curto para a realização deste trabalho, foi necessária a retirada de uma amostra a ser utilizada no método, sendo escolhidos alguns dos pontos de entrega da cidade de Campina Grande, que segundo o gerente geral, apresentam as rotas mais confusas ou ineficientes da empresa, por motivos que serão elencados nos resultados.

As informações disponibilizadas pela empresa não apresentavam o conteúdo necessário para a aplicação do método, assim, a partir dos dados recebidos os clientes foram separados entre habilitados e não habilitados – os quais não fazem mais parte da carteira de clientes –, para posteriormente serem agrupados a partir dos bairros da cidade, os quais foram levantados com o auxílio do sitio dos Correios e o sítio *Google Maps*.

Depois de alocados em bairros, os pontos de entrega foram alocados em zonas, de forma a facilitar a aplicação e análise do método. Ao todo, foi realizada aplicação em 5 zonas, correspondendo a 15 bairros. Além disso, a aplicação do método inclui em sua fórmula de

ganhos o uso das distâncias entre o Centro de Distribuição e os pontos de entrega, e entre os pontos entre si. Pelo fato da empresa não conter estes dados, mais uma vez foi utilizado o sitio do *Google Maps* para que fossem coletados tais dados.

A aplicação do método foi realizada com auxílio do programa Microsoft Excel ®. As planilhas utilizadas na geração dos ganhos dos métodos foram elaboradas pelo próprio autor da pesquisa no mês de fevereiro, e após a geração dos dados quantitativos, houve a análise a junção dos pontos dos nós para que fossem formados os roteiros de entrega.

A escolha do método das economias de Clarke e Wright se deu por apresentar rapidez em termos de tempo de processamento e robustez, ou seja, capacidade de resolver satisfatoriamente problemas, gerando uma solução adequada ao problema que estudamos.

As demais etapas da aplicação do método de Clarke e Wright são contempladas no tópico 4.4 dos resultados.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são contempladas as formas e critérios utilizados no planejamento de rotas da empresa, assim como as principais dificuldades encontradas no planejamento de rotas e na execução das atividades de transporte. Ademais, o capítulo descreverá a aplicação do método de Clarke e Wright e o comparará com o atual método – intuitivo – utilizado na empresa, verificando possíveis melhorias que o método poderá trazer.

4.1 Caracterização da empresa Campina Distribuição

A empresa Campina Distribuição, localizada na cidade de Campina Grande- PB, e está inserida no mercado desde 1990 é surgiu com o trabalho de dois irmãos. A princípio a empresa era focada na distribuição de um único produto – açúcar – e procurava satisfazer apenas clientes de mercados de pequeno porte e mais próximos de sua cidade natal, que se encontra no cariri paraibano. Pode ser considerada uma empresa de médio porte, contando com 70 funcionários distribuídos em diversos cargos. Está voltada para o ramo de cereais e estivas.

Após vários anos de muito trabalho, atualmente a empresa se encontra em um estágio de expansão e consolidação da sua marca própria (de alimentos) no mercado. Sua cobertura geográfica abrange os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, e só na Paraíba, atua em mais de 160 municípios, tendo mais de 3200 clientes cadastrados ao todo.

É uma empresa familiar, com gestão compartilhada entre dois irmãos/fundadores, que atuam nos cargos estratégicos da empresa, como Diretor comercial e Diretor financeiro. Além disso, trabalham no nível tático da empresa as esposas dos gestores, assim como uma irmã e um sobrinho, distribuídos nos cargos de supervisor de pessoal, auxiliar de tesouraria e auxiliar de vendas. No nível tático o único que não apresenta parentesco com os gestores é o gerente geral, contratado a pouco mais de 3 anos. Entre o pessoal que trabalha no nível estratégico e tático, os gestores – diretor comercial e financeiro – a supervisora de pessoal e a auxiliar de tesouraria possuem formação acadêmica na área, com diploma adquirido na maioria dos casos a 4 anos.

Sua atividade abrange a distribuição de todos os produtos pertencentes à cesta básica, exceto o sal. A empresa trabalha com mais de 30 marcas, além de marca própria de feijão, arroz e açúcar. O beneficiamento – transformação e empacotamento das sacas de 60kg em pacotes de 1kg – do feijão e do açúcar é realizado pela própria empresa em sua sede. Já o beneficiamento do arroz, é realizado por outra empresa, sendo recebidos os fardos prontos e empacotados.

A empresa não possui missão, visão e valores definidos, assim como não apresentam alguns dos setores básicos em uma empresa, como o setor de compras, recursos humanos, e marketing, que são gerenciados em conjuntos com outros setores.

Ademais, a empresa não possui um planejamento voltado para expansão ou crescimento, que acontece unicamente pelo aumento da carteira de clientes. É uma empresa que apesar do seu porte e do atual estágio em que se encontra, ainda está “engatinhando” em relação a aspectos gerenciais.

4.2 Forma/ critérios de planejamento de rotas vigentes

O setor de transporte emprega 37 pessoas, distribuídas nos cargos de motorista, auxiliar de motorista, supervisor dos carros, além do gerente geral, que comanda as atividades. Devido ao setor que a empresa atua – distribuição de alimentos –, a necessidade de flexibilidade nas entregas, e os custos associados, a empresa optou por ter frota própria, sendo utilizado o modal rodoviário.

Seus fornecedores são de outro estado, e por isso a escolha da frota própria, que segundo o respondente diminui os custos de transporte como também o tempo dos produtos estarem disponíveis em seu galpão. A empresa possui 17 caminhões, e espera a chegada de mais 3 em breve, que já foram comprados. Os caminhões são divididos em quatro tipos: caminhão *Bitruck*, caminhão *Truck* – veículos pesados projetado para carregar ou puxar cargas –, caminhão Toco e Caminhão $\frac{3}{4}$, todos eles movidos a diesel. Sua capacidade atual de distribuição é de 183,5 ton/dia, e passará a 228,5 ton/dia com a chegada dos 3 caminhões novos.

As rotas utilizadas pelos caminhões na distribuição são planejadas pelo gerente geral de forma intuitiva, ou seja, sem o auxílio de sistemas de informação para isso. O planejamento é feito diariamente, e necessita ser flexível para atender as demandas e interferências vindas dos diretores – que será explanada no próximo tópico, na letra a.

As rotas são definidas, na maioria das vezes, um turno prévio a sua realização, ou seja, as rotas são programadas pela manhã para ser realizadas a tarde, e assim por diante. A escolha do caminhão utilizado se dá pelo tamanho da entrega que será realizada, conseqüentemente, a escolha do motorista se dá pela escolha do caminhão, pois cada um deles é responsável por dirigir um único veículo na empresa, em todos os dias de trabalho.

Os pedidos são entregues utilizando o critério de o primeiro pedido que chega é o primeiro que sai da distribuidora, porém, isso sofre algumas alterações, como nos casos em que os pedidos são pequenos, eles esperam o agrupamento com pedidos localizados próximos

para que a entrega seja otimizada. As entregas realizadas em cidades pequenas e/ou distantes também utilizam este mesmo critério de entrega.

O tempo de resposta ao cliente, ou seja, o tempo em que o cliente recebe o pedido após ele ser solicitado varia de acordo com a distância que o mesmo se localiza da empresa. Em até 24h são entregues os pedidos dos clientes localizados a um raio de até 200 km da empresa. Clientes localizados a mais de 200 km recebem seu pedido em até 48h. Este tempo de resposta é longo, de acordo com o próprio entrevistado, e um dos objetivos dele é diminuir esse tempo.

A empresa atende pedidos de entrega emergenciais de uma seleta parcela de clientes – que pode ser configurado pela proximidade com os gestores, o tempo que tal empresa faz parte da carteira de clientes da Campina Distribuição, ou pelo tamanho do pedido –, que negociam diretamente com os diretores financeiro ou comercial, e devido a isso, o planejamento das rotas deve ser totalmente flexível para atender tais demandas. Ademais, na ausência do gerente geral, são os diretores os responsáveis pelo planejamento das rotas, que executavam tal atividade antes da contratação do gerente.

Quanto a futuros investimentos no setor, o gerente geral atribuiu como prioridade à utilização de sistemas de informação (tecnologias) que auxiliem o seu trabalho, sendo uma delas, com o objetivo de auxiliar a roteirização de transportes.

4. 3 Dificuldades no planejamento de rotas e na execução das atividades de transporte

A partir da entrevista realizada com o gestor, e da observação direta realizada, foram identificadas algumas dificuldades no planejamento e na execução da atividade de transporte, sendo muitas delas inerentes ao pensamento de que a empresa é de pequeno porte, e por isso, determinadas ações devem continuar acontecendo.

a) Interferência por parte dos gestores/donos

A empresa Campina Distribuição trabalha há mais 20 anos na atividade de distribuição de alimentos, porém há pouco mais de seis anos a empresa se encontra em crescimento, com a distribuição de novas marcas, aumento na carteira de clientes, contratação de mais funcionários, consolidação de sua marca própria, mudança para uma sede nova e maior, contratação de uma pessoa com formação para auxiliar nos setores de logística e operações, entre outras mudanças. Porém apesar de tudo isso, os gestores/donos vislumbram a administração da empresa como de pequeno porte, não atentando para o planejamento e a padronização das operações

Investimentos foram feitos na área de transporte, como a compra de novos caminhões, e equipamentos de abastecimento dos veículos, porém segundo o gerente geral, esses investimentos aconteceram após um longo período de insistência na tentativa de que os gestores entendam a importância disso.

Ademais, os gestores interferem no planejamento das rotas, tornando assim o trabalho mais difícil e sujeito a falhas. Aos clientes que os próprios gestores atendem, dependendo da carga fechada para a entrega ou até mesmo devido aos laços de amizade, as mesmas se tornam preferenciais, assim, quando tais entregas são requisitadas, o planejamento das rotas precisa ser refeito, se adequando a essas novas entregas que foram selecionadas. Ou seja, muitas vezes o trabalho que o gerente geral faz ao planejar as rotas em um turno prévio a entrega é descartado, tendo ele que em poucas horas adequar o planejamento para que a empresa não fique ociosa, e a empresa perca sua credibilidade por não cumprir os prazos com os clientes.

b) A empresa é familiar, e todas as pessoas que trabalham na empresa possuem algum vínculo com os gestores

A empresa Campina Distribuição é uma empresa familiar não só na gestão, que é realizada por dois irmãos, donos do negócio, mas também por todos os funcionários, que apresentam algum tipo de vínculo, sejam familiares, de amizade ou políticos – tendo um dos gestores ocupado um cargo público como político em sua cidade natal.

Para uma pequena empresa, isso pode ser um fator positivo, pelo fato de que, ao conhecer bem as pessoas, espera-se que elas sejam confiáveis e honestas no seu trabalho, porém, já aconteceram casos, segundo o entrevistado, em que certos funcionários com fortes vínculos acreditam possuir regalias dentro da empresa, e isso poderia significar desde chegar atrasado, matar serviço, ou ficar ocioso dentro da empresa, assim prejudicando o trabalho da empresa e sendo um mal exemplo para os outros funcionários, gerando insatisfação ao até insubordinação por parte dos demais.

Ainda segundo o gerente geral, isso não pode mais acontecer, devido ao que a empresa vem conquistando. Assim, independente do vínculo que as empregados apresentem com os gestores, eles devem mudar de comportamento ou serão dispensadas da empresa.

c) Falta de um setor/funcionário especialista na atividade de compras

Apesar dos apelos que o gerente tem feito, segundo os gestores a empresa não precisa de um setor de compras, pois eles mesmos realizam os pedidos e negociam com os fornecedores, porém, por não ter um setor de compras, com um profissional especialista na

área, a empresa não possui um cálculo de nível de estoque mínimo, e os pedidos são realizados com base na intuição, o que nem sempre funciona.

Pelo fato do Gerente Geral ser responsável pelo setor de logística – ligado principalmente a atividade de transporte, gerenciamento do pessoal do setor e planejamento das entregas – além do setor de operações, ele não consegue dar conta também da atividade de compras, e por isso, segundo ele, a solução seria um a contratação de um funcionário especialista na área.

Ademais, a empresa não pode se basear apenas na intuição para acertar a hora de realizar seus pedidos, até porque, a falta de mercadoria ocasiona perda de credibilidade com os clientes, caso não se consiga cumprir o prazo de entrega em 24h, e perda de dinheiro, pois deixa funcionários e caminhões em ociosidade.

d) Falta de tecnologia da informação para o auxílio das atividades

Na empresa Campina Distribuição não é utilizado nenhum tipo de TI no setor logístico, pois o investimento alto é até agora considerado desnecessário para os gestores. Mesmo assim, o gerente geral afirmou que está estudando possibilidades e preços para que seja implementado não só na área logística e no setor de transporte, como também no setor comercial softwares que auxiliem no desempenho das atividades, pois são consideradas as áreas mais importantes da empresa.

Ademais, o uso de TI's na logística e no setor de transporte poderia trazer economias significativas nos custos logísticos, o que no médio/longo prazo pagaria o investimento realizado.

e) Depreciação dos veículos

No caso de pequenas empresas, como a Campina Distribuição, isso se torna uma grande dificuldade a ser enfrentada, pois o investimento feito em veículos que são adquiridos de forma financiada, ao chegar ao fim o seu pagamento já estão depreciados, sendo assim necessária a compra de novos veículos. Segundo o entrevistado, por ser a depreciação algo fora do controle da gestão, eles tentam manter os veículos em boas condições, para que mesmo depreciados, eles possam continuar sendo utilizados na frota da empresa, ou em alguns casos, eles sejam vendidos e o dinheiro ganho, reinvestido na compra de novos caminhões.

f) A roteirização de transportes na cidade de Campina Grande

Apesar da falta de TI no auxílio de programação das rotas, os roteiros estabelecidos conseguem suprir as necessidades de entrega nas regiões que a empresa atende, sendo considerada até mesmo eficiente pelos gestores.

Porém o grande gargalo na execução de tarefas se encontra justamente na cidade de Campina Grande, por ser um dos grandes polos de atendimento da empresa e pela ineficiência na comunicação por parte dos representantes comerciais. De acordo com o entrevistado, as rotas na cidade de Campina Grande são planejadas com a partir do repassadas informações dos pedidos por parte dos representantes comerciais ou do auxiliar de vendas, e são escolhidas pelo critério de localização. Porém, por atraso ou falta de repasse das informações entre os representantes comerciais, acontecem casos em que dois pontos de entrega extremamente próximos são atendidos por dois representantes diferentes, e conseqüentemente, por dois caminhões de entrega diferentes, gerando dessa forma gastos desnecessários nas entregas.

Além disso, no momento em que um dos clientes observa seu concorrente próximo sendo abastecido antes dele, isso gera uma grande insatisfação, pelo fato dele estar perdendo clientela para o concorrente por desorganização da empresa.

Já chegaram aos gestores várias reclamações deste tipo, e eles ainda não conseguiram solucionar esse gargalo. Por isso, este trabalho escolheu como amostra para a aplicação do método CW (1964), pontos de entrega da cidade de Campina Grande.

4.4 Aplicação do método CW

Para a aplicação do método no Microsoft Excel ® foi necessário seguir algumas etapas, destacadas a seguir:

- a) Inicialmente foram coletados e tabelados todos os pontos de entrega da amostra escolhida, sendo atribuída a cada ponto uma letra do alfabeto;
- b) Os pontos de entrega foram classificados em bairros, e posteriormente em zonas, de acordo com o número de pontos de entregas de cada bairro;

A cidade de Campina Grande contém aproximadamente 660 pontos de entrega atendidos pela Campina Distribuição, nos diversos bairros de Campina Grande. Abaixo, encontra-se a divisão dos pontos de entrega de acordo com os bairros (quantidade de pontos de entrega de cada bairro):

TABELA 1– Pontos de entrega classificados por bairro*Pontos de entrega da Campina Distribuição – classificação por bairros*

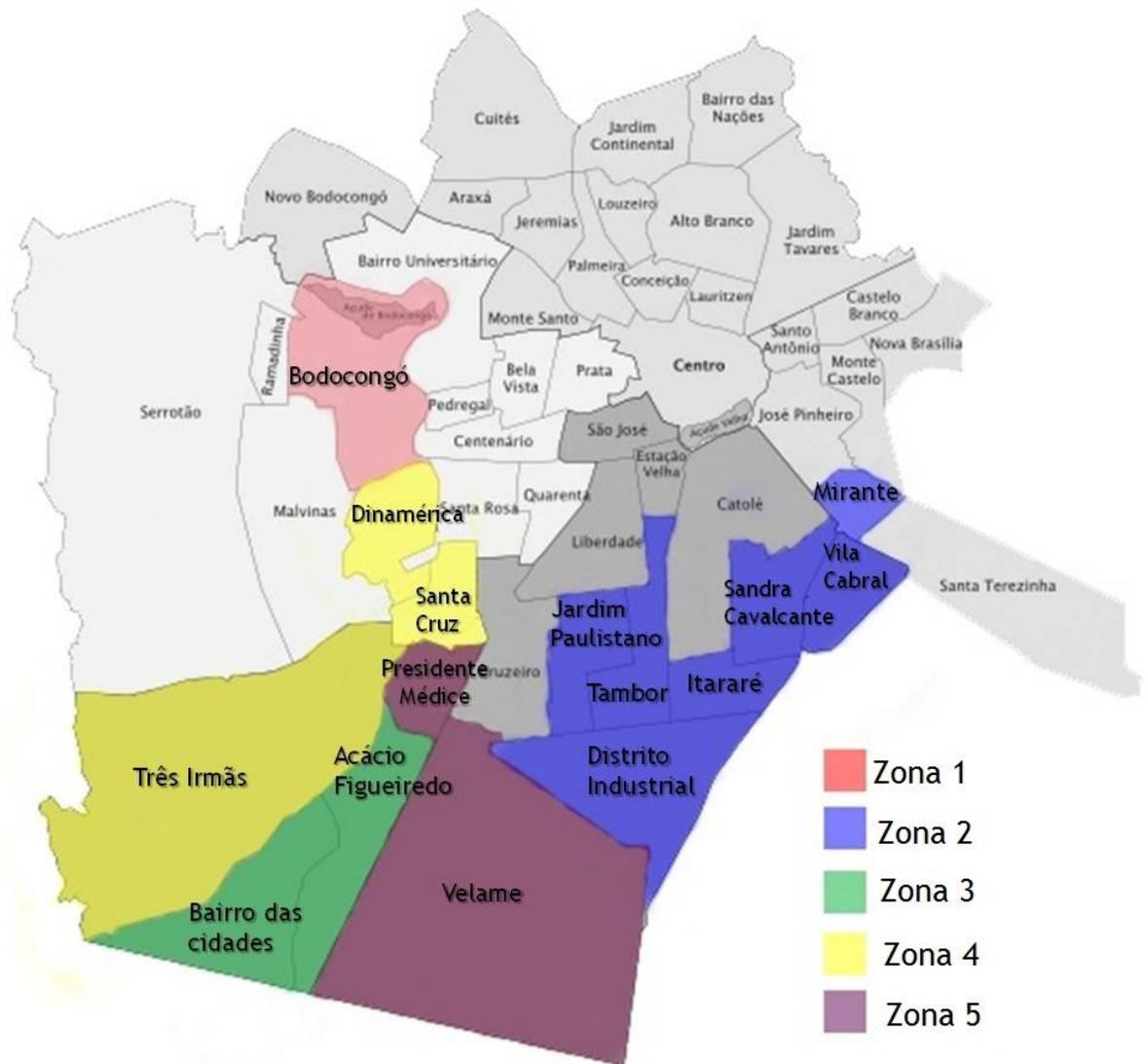
Acácio Figueiredo	16	Malvinas	73
Alto Branco	9	Mirante	1
Bela Vista	4	Monte Castelo	10
Bodocongó	26	Monte Santo	14
Castelo Branco	1	Nações	1
Catolé	26	Nova Brasilia	4
Centenário	10	Palmeira	25
Centro	78	Pedregal	16
Cidades	8	Prata	15
Conceição	7	Presidente Médice	13
Cruzeiro	51	Quarenta	4
Dinamérica	2	Sandra Cavalcante	2
Distrito Industrial	4	Santa Cruz	2
Estação Velha	8	Santa Rosa	45
Itararé	5	Santo Antônio	9
Jardim Continental	4	São José	22
Jardim Paulistano	7	Serrotão	12
Jardim Tavares	3	Tambor	2
Jeremias	11	Três Irmãs	21
José Pinheiro	28	Universitário	6
Lauritzen	2	Velame	9
Liberdade	39	Vila Cabral	3

Fonte: Elaborado pelo autor

- c) Após a classificação dos pontos de entregas de cada bairro, foram escolhidos os bairros próximos entre si, que se uniriam para formar as zonas;

Para que a empresa tenha uma roteirização de entregas mais eficiente, a empresa poderá optar por promover entregas a partir de zonas/áreas, e dependendo do número de pontos de entrega a serem atendidos, a empresa tem como possibilidade aglomerar os bairros próximos que possuem poucos pontos de entrega, como sugerido nessa aplicação do método de Clarke e Wright. A aplicação do método foi realizado em 5 zonas/áreas que correspondem a 15 bairros, escolhidas de acordo com a proximidade dos bairros entre si, e representado no mapa a seguir:

FIGURA 5– Zonas de aplicação do método



Fonte: Elaborado pelo autor

d) Após tal escolha, foram coletadas as distâncias entre cada ponto de entrega e a empresa, necessário para a aplicação do método, como apresentado na tabela abaixo:

TABELA 2– Divisão de zonas e distâncias entre o CD

ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3			ZONA 4			ZONA 5		
	Local	Distância (km)		Local	Distância(km)		Local	Distância		Local	Distância		Local	Distância(km)
A1	Bodocongó	7,7	A2	D. Industrial	5,7	A3	A, Figueiredo	1,7	A4	Santa cruz	4,1	A5	P.Médice	3,6
B1	Bodocongó	9,2	B2	D. Industrial	5,7	B3	A, Figueiredo	1,7	B4	Santa cruz	4,5	B5	P.Médice	3,3
C1	Bodocongó	8	C2	D. Industrial	6,1	C3	A, Figueiredo	1,7	C4	Três irmãs	4,3	C5	P.Médice	3,4
D1	Bodocongó	7,8	D2	D. Industrial	5,9	D3	A, Figueiredo	1,7	D4	Três irmãs	4,4	D5	P.Médice	3,3
E1	Bodocongó	8,2	E2	Itararé	6,4	E3	A, Figueiredo	1,4	E4	Três irmãs	4,1	E5	P.Médice	3,9
F1	Bodocongó	8	F2	Itararé	5,8	F3	A, Figueiredo	1,3	F4	Três irmãs	4,1	F5	P.Médice	3,2
G1	Bodocongó	8,3	G2	Itararé	6,7	G3	A, Figueiredo	1,6	G4	Três irmãs	4	G5	P.Médice	2,9
H1	Bodocongó	9,9	H2	Itararé	6,1	H3	A, Figueiredo	1,5	H4	Três irmãs	4,1	H5	P.Médice	3,4
I1	Bodocongó	8,4	I2	Itararé	7	I3	A, Figueiredo	1,5	I4	Três irmãs	4,2	I5	P.Médice	3,1
J1	Bodocongó	7,7	J2	J,Paulistano	5,7	J3	A, Figueiredo	1,2	J4	Três irmãs	3	J5	P.Médice	3,4
K1	Bodocongó	8,2	K2	J,Paulistano	4,7	K3	A, Figueiredo	1,4	K4	Três irmãs	2,9	K5	P.Médice	3,4
L1	Bodocongó	9,9	L2	J,Paulistano	5,1	L3	A, Figueiredo	1,5	L4	Três irmãs	3,8	L5	P.Médice	3,8
M1	Bodocongó	10,1	M2	J,Paulistano	4,8	M3	A, Figueiredo	1,3	M4	Três irmãs	4	M5	P.Médice	3,3
N1	Bodocongó	8,2	N2	J,Paulistano	5	N3	A, Figueiredo	2,2	N4	Três irmãs	4,3	N5	Velame	0,3
O1	Bodocongó	7,3	O2	J,Paulistano	5,8	O3	A, Figueiredo	1,5	O4	Três irmãs	3,9	O5	Velame	0,35
P1	Bodocongó	7,1	P2	J,Paulistano	5,7	P3	A, Figueiredo	1,2	P4	Três irmãs	4,2	P5	Velame	0,5
Q1	Bodocongó	8	Q2	S. Cavalcante	8,7	Q3	Cidades	2,3	Q4	Três irmãs	4	Q5	Velame	0,5
R1	Bodocongó	8,2	R2	S. Cavalcante	8,6	R3	Cidades	2,1	R4	Três irmãs	4	R5	Velame	0,45
S1	Bodocongó	7,6	S2	Tambor	5,6	S3	Cidades	2,2	S4	Três irmãs	4,3	S5	Velame	1
T1	Bodocongó	7,8	T2	Tambor	5,9	T3	Cidades	2,2	T4	Três irmãs	4,4	T5	Velame	2,8
U1	Bodocongó	8,2	U2	Vila Cabral	9,5	U3	Cidades	2,2	U4	Três irmãs	5,1	U5	Velame	2,8
V1	Bodocongó	7,7	V2	Vila Cabral	9,7	V3	Cidades	2,4	V4	Três irmãs	2,9	V5	Velame	0,45
W1	Bodocongó	7,9	W2	Vila Cabral	5,7	W3	Cidades	2,3	W4	Três irmãs	3,2			
X1	Bodocongó	8,5	X2	Mirante	9,2	X3	Cidades	1,6	X4	Dinamérica	6,5			
Y1	Bodocongó	8							Y4	Dinamérica	6,5			
Z1	Bodocongó	8												

Fonte: Elaborada pelo autor

- e) As tabelas foram alimentadas com os dados colhidos, e a cada interação das informações – onde foi calculada a interação entre todos os endereços, ou seja, (A;B), (A;C), (A;D) ... (Y;Z) – as distâncias foram coletadas pelo sitio do Google maps, como os demais dados. O método não apresenta distinção quanto a ordem de atendimento dos pedidos, assim, o ganho do par (A;B) é igual ao ganho do ponto (B;A), por isso, as tabelas a seguir são preenchidas apenas a metade. Ademais, os ponto (A;A), (B;B), ... (Z;Z) apresentam ganhos igual a 0, por isso, seus ganhos não são considerados nas tabelas.
- f) Após o cálculos, foram gerados os ganhos S_{ij} para todos os pares de nós que fazem parte do roteiro, a partir da fórmula 3, encontrada na página 41 : $S_{i,j} = g_{i,j} = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j}$;
- g) Os ganhos gerados foram colocados em ordem decrescente, definindo quais os pares que apresentam os maiores ganhos (economia de distância em km).

O método se baseia no ganho em termos de distância entre o Centro de Distribuição e o ponto de entrega – ou nó –, assim, quanto maior for à distância entre o ponto e empresa, maior será o ganho; assim como, quanto menor a distância entre os pontos de entrega entre si, maior o ganho. Isso acontece pelo fato do método partir do suposto de que, ao realizar entrega de dois ou mais pontos que sejam distantes da empresa, a empresa obterá um ganho por realizar essa longa viagem de uma só vez, economizando todas as outras viagens que deveriam ser realizadas para entregar em pontos de entrega próximos a aqueles que já foram atendidos.

Os endereços tanto da empresa quanto dos pontos de entrega foram preservados para garantir o sigilo das informações da empresa. Porém, a fim de exemplificar, vale a observação de que os maiores ganhos são encontrados nas zonas 1, 2 e 4, por apresentarem maiores distâncias do CD, como pode ser visualizado nas tabelas a seguir.

Cabe a observação de que os ganhos apresentados nas tabelas a seguir são dados em distâncias (km), e apresentação a interação entre todos os pontos entre si, sendo assim capaz de visualizar quais os pontos que ao unir suas entregas proporcionaram os maiores ganhos.

TABELA 3– Cálculo de ganhos – Zona 1

CÁUCULOS DE GANHOS – ZONA 1

A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
B	16																								
C	14,3	15,8																							
D	14,3	15,8	15,4																						
E	14,9	16,4	15,6	15,5																					
F	13,3	14,8	15,4	14,9	15																				
G	15,1	16,6	15,1	15,2	15,7	14,4																			
H	16,8	18,3	17,1	17	17,8	16,5	17,1																		
I	15	16,5	16,1	15,6	16,6	15,5	15,7	17,9																	
J	14,4	15,9	14,5	14,7	15,1	14	15,9	16,5	15																
K	14	15,5	15,	15,3	15,5	15,8	14,9	17	15,9	14,4															
L	17,1	18,6	16,8	16,7	17,3	16,4	16,7	19,5	17,6	16,1	16,8														
M	17,1	18,5	17,3	16,9	17,6	16,8	17	19,6	18,1	16,3	17,2	19,7													
N	14,9	16,4	15,6	15,5	16,4	15	15,7	17,8	16,3	15,1	15,5	17,5	17,6												
O	14,3	15,8	14,5	14,5	15	13,8	15,1	16,4	14,9	14,4	14,3	16,2	16,2	15											
P	12,9	14,4	14,7	14,1	14,3	14,9	13,7	15,8	14,7	13,3	14,9	15,6	16	14,3	13,1										
Q	13,3	14,8	15,4	14,9	15,1	16	14,4	16,5	15,5	13,9	15,8	16,3	16,8	15	13,8	14,9									
R	14,9	16,4	15,6	15,5	16,3	15	15,7	17,8	16,3	15,1	15,5	17,5	17,6	16,4	15	14,3	15								
S	13,5	15	14,6	14,6	14,1	14,7	14,4	16,1	14,7	13,9	14,6	15,8	16	14,6	13,8	13,9	14,7	14,6							
T	14	15,5	14,4	14,6	14,7	13,9	15,5	16	14,6	14,9	14,3	15,8	15,9	14,7	14,2	13	13,9	14,7	13,8						
U	14,9	16,4	15,6	15,5	16,4	15	15,7	17,8	16,3	15,1	15,5	17,5	17,6	16,4	15	14,3	15	16,4	14,6	14,7					
V	14,6	16,1	14,8	14,9	15,2	14,2	15,6	16,6	15,1	14,9	14,7	16,3	16,4	15,2	14,6	13,3	14,2	15,2	14,1	14,8	15,2				
W	13,5	15	15,4	14,8	15	15,8	14,4	16,5	15,4	13,9	15,7	16,2	16,2	15	13,8	14,8	15,8	15	14,7	13,7	15	14,1			
X	15,2	16,7	15,9	15,5	16,3	15,3	15,7	18,1	16,6	15	15,8	17,9	18,3	16,3	14,9	14,6	15,3	16,3	14,7	14,7	16,3	15,2	15,3		
Y	14,3	15,8	15,9	15,4	15,6	15,4	15,1	17,1	16,1	14,5	15,8	16,8	17,3	15,6	14,5	14,7	15,4	15,6	14,6	14,4	15,6	14,8	15,4	15,9	
Z	14,8	16,3	15,2	15,4	16,1	14,6	15,7	17,4	16	15,1	15,1	17,2	17,2	16,1	14,9	14	14,6	16,1	14,6	14,7	16,1	15,2	14,6	15,9	15,2

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 4– Cálculo de ganhos – Zona 2

CÁLCULO DE GANHOS - ZONA 2

A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
B	9,7																						
C	9,7	10,6																					
D	11,2	10,65	10,8																				
E	9,8	10,7	12,27	9,5																			
F	9,7	10,65	11,2	9,4	11																		
G	9,9	10,7	12,64	9,5	12	12																	
H	9,7	10,6	11,55	9,4	12	12	12																
I	9,7	10,6	11,9	9,4	12	12	12,7	12															
J	8,4	10	9,6	8,1	9,6	9,8	10	10	10														
K	6,9	8,6	8,1	2,2	8,1	8,4	8,5	8,8	7,9	10													
L	7,2	8,9	8,4	6,8	8,4	8,6	8,8	9,1	8,2	10,2	9,4												
M	7,7	9,4	8,9	7,4	9	9	9,4	9,5	9,4	10,3	8,8	9,1											
N	7,6	9,3	8,8	7,3	8,8	9	9,2	9,5	9,4	10,5	9,3	9,6	9,5										
O	8,5	10,2	9,7	8,2	9,8	10	10,2	10	10	11,4	10	10,3	10,3	10,6									
P	8,4	10	9,6	8,1	9,6	9,8	10	10	9,4	11,4	10	10,2	10,3	10,6	11,4								
Q	10,4	11,3	12,5	9,8	13	12	13,3	13	15	11,1	9,7	10,3	10,3	10,4	11,3	11,2							
R	10,1	11,3	12,3	9,8	13	12	13,1	13	14	11,2	9,7	10,3	10,3	10,4	11,3	11,1	17,2						
S	8,7	10,45	10	8,4	10	9,9	10,5	10	10	10,6	9,1	9,4	10	9,8	10,8	10,6	11,3	11,3					
T	9,7	10,95	11	9,4	11	11,1	11,5	11	11	10,4	8,9	9,2	9,6	8,6	10,6	10,4	12,4	12,3	10,2				
U	8,8	9,6	11	8,5	12	11	11,8	11	13	9,3	7,9	8,8	8,7	9,6	9,5	9,3	15,9	15,9	9,1	10,4			
V	8,9	9,5	11,1	8,6	12	11	11,8	11	13	9,4	8	8,8	8,5	8,7	9,6	9,4	15,9	15,9	9,1	10,5	18,9		
W	4,2	6,5	6,4	3,9	6,5	6,7	6,9	7,1	6,3	8,2	7,5	8,2	6,8	7,6	8	8,2	9,4	9,5	7,5	7,3	9,6	9,6	
X	8,9	9,7	11	8,6	12	11	11,8	11	13,1	9,3	7,9	8,8	8,7	8,6	9,5	9,3	15,9	16	9,1	10,4	16,9	16,9	7,8

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 5– Cálculo de ganhos – Zona 3

CÁLCULO DE GANHOS - ZONA 3

A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
B	3,4																						
C	3,4	3,4																					
D	3,4	3,4	3,4																				
E	2,7	2,7	2,7	2,7																			
F	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6																		
G	2,8	2,8	2,8	2,8	2,6	2,6																	
H	3	3	3	3	2,6	2,5	2,4																
I	2,8	3	3	3	2,6	2,4	2,6	2,9															
J	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3														
K	2,6	2,7	2,7	2,8	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,3													
L	3	3,1	3,1	3,1	2,6	2,5	2,7	2,9	2,8	2,4	2,6												
M	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,4	2,4	2,6	2,5	2,3	2,5	2,5											
N	1,5	1,5	1,5	1,5	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1										
O	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,6	2,9	2,7	2,7	2,5	2,4	2,7	2,4	1,1									
P	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	2,5	2,4	1,1	2,4								
Q	3,2	3,1	3,2	3,1	2,7	2,5	3	2,7	2,7	2,3	2,4	2,8	2,3	1,3	3	2,4							
R	3,2	3,2	3,2	3,2	2,8	2,6	3,1	2,8	2,8	2,4	2,5	2,9	2,4	1,4	3	2,5	4,1						
S	3,1	3,1	3,1	3,1	2,7	2,5	3	2,7	2,7	2,4	2,4	2,9	2,3	1,3	3	2,3	4,4	4,1					
T	3,2	3,2	3,2	3,2	2,8	2,7	3,1	2,8	2,8	2,5	2,5	3	2,4	1,3	3,1	2,4	4,3	4,2	4,3				
U	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	2,9	3,3	3,1	3,1	2,7	2,8	3,2	2,7	1,7	3,2	2,7	4,1	4,1	4	4,1			
V	3,1	3,1	3,1	3,1	2,7	2,5	3	2,7	2,7	2,3	2,4	2,8	2,3	1,3	2,9	2,4	4,6	4,2	4,4	4,3	4,1		
W	3,2	3,1	3,2	3,1	2,7	2,6	3,1	2,8	2,7	2,3	2,4	2,9	2,3	1,3	3	2,3	4,3	4,2	4,2	4,3	4,1	4,3	
X	2,7	2,7	2,7	2,7	2,3	2,2	2,8	2,3	2,3	2	1,9	2,4	1,9	0,8	2,6	2	2,9	3	2,9	3	3,2	2,9	2,9

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 6– Cálculo de ganhos – Zona 4

CÁLCULO DE GANHOS - ZONA 4

A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
B	8																							
C	7,7	8,05																						
D	6,6	5,1	6,3																					
E	5,6	4	5,3	7,1																				
F	5,6	4,1	5,3	7,6	8,1																			
G	6,7	5,4	6,4	8	7	6,4																		
H	5,6	4,1	5,4	7,6	8,2	8,2	6,3																	
I	5,6	4,1	4,1	7,7	8,3	8,18	6,3	8,15																
J	6	5,5	6	6,4	5,2	4,1	6	4,1	4															
K	5,8	5,3	5,8	6,4	5,2	4,1	5,8	4,1	4	5,8														
L	7,5	7	7,5	6,8	6,2	5,1	6,5	5,1	5	6	5,8													
M	7,7	7,4	7,95	7,1	6,3	5,2	6,5	5,2	5,1	6,05	5,9	7,55												
N	7,7	8,05	8,6	7,2	6,5	5,3	6,5	5,3	5,2	6	5,8	7,55	8											
O	6,5	5,3	5,8	7,9	6,9	6,2	7,8	6,2	6,2	5,8	5,8	5,9	6,1	6,3										
P	7,65	7,9	8,44	7,1	6,4	5,2	6,5	5,2	5,2	6	5,8	7,5	6,6	8,45	6,3									
Q	6,8	5,3	6,6	7,9	7,1	6,5	7,9	6,5	6,4	5,8	5,8	6,2	7,7	6,6	7,74	6,3								
R	7,7	7,4	8	7,1	6,3	5,2	6,5	5,2	5,1	6	5,8	7,54	8	8	6,4	7,94	6,4							
S	6	5,3	5,8	8,6	7,5	6,9	7,5	6,9	6,9	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	7,45	5,8	7,4	5,9						
T	6,2	5,3	6	8,6	7,7	7,2	7,3	7,2	7,1	5,8	5,8	5,8	5,9	6	7,3	5,8	7,2	5,8	8,42					
U	8,1	6,9	7,8	8,9	8,2	7,5	8,83	7,5	7,5	6,9	6,9	7,4	7,6	7,8	8,65	7,6	8,9	7,6	8,3	8,2				
V	5,8	5,3	5,8	6,4	5,2	4,1	4,8	4,1	4	5,79	5,74	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	6,8			
W	6,3	5,8	6,4	6,7	5,4	4,1	6,4	4,1	4,4	6,1	5,84	6,35	6,4	6,4	6,25	6,3	6,3	6,4	5,9	5,8	7,4	5,84		
X	7,9	9	8,5	8,1	7,4	5,5	6,5	5,5	5,5	6	5,8	7,5	7,9	8,5	6,4	8,4	6,6	7,9	5,8	6,1	7,9	5,8	6,3	
Y	7,9	9	8,5	8,1	7,4	5,5	6,5	5,5	5,5	6	5,8	7,5	7,9	8,5	6,4	8,4	6,6	7,9	5,8	6,1	7,9	5,8	6,3	13

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 7– Cálculo de ganhos – Zona 5

CÁLCULO DE GANHOS - ZONA 5

A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
B	6,5																				
C	6,7	6,6																			
D	6,5	6,6	6,6																		
E	7,1	6,7	6,9	6,7																	
F	5,6	5,2	5,4	5,2	6,3																
G	5,8	5,5	5,5	5,5	6,2	5,5															
H	6,4	6,1	6,3	6,1	7,1	5,9	6														
I	5,5	5,2	5,1	5,2	6,3	6,2	5,5	5,9													
J	6,3	5,9	6,2	6	7	6,1	6	6,4	6,1												
K	6,4	6,1	6,3	6,1	7,1	5,9	6	6,8	5,9	6,6											
L	6,9	6,2	6,5	6,2	7,4	6,3	5,7	6,6	6,2	6,6	6,6										
M	5,8	5,3	5,7	5,3	6,6	6,4	5,6	6,2	6,1	6,3	6,2	6,6									
N	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0								
O	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0	0,5							
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,4	0,4						
Q	0	0	0	0	0	0	0	-0	0	0	0	0	0	0,4	0,4	1					
R	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5				
S	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9			
T	4,8	4,9	4,8	4,9	5,5	4,9	5,1	5,2	4,9	5,2	5,2	5,1	5,1	0,2	0,2	0	0	0	0,1		
U	4,6	4,6	4,6	4,6	5	4,7	4,7	4,6	4,8	4,7	4,6	4,6	4,6	0,2	0,3	0	0	0	0,1	5,2	
V	0	0	0,1	0,2	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,9	0,9	0	0,15

Fonte: Elaborada pelo autor

- h) Após a geração dos ganhos, inicia-se dos dois nós que apresentaram o maior ganho $S_{i,j}$, posteriormente procedendo com a análise contínua, decrescendo na lista de ganhos, para os demais pares;

A partir dos ganhos produzidos, são elencados em ordem decrescente, sendo definidos os roteiros de entrega que oferecem as maiores economias de acordo com o método, em termos de distância:

- **Roteiro 1 – Zona 1: Bodocongó**

(L;M = 19,7), (B;H = 18,3), (I;X = 16,6), (E;N = 16,4), (R;U = 16,4), (F;Q = 16,0), (C;Y = 15,9), (G;J = 15,9), (K;W = 15,7), (O;Z = 14,9), (D;T = 14,6), (A;V = 14,6), (P;S = 13,9).

- **Roteiro 2 – Zona 2: Distrito Industrial, Itararé, Sandra Cavalcante, Vila Cabral, Tambor e Jardim Paulistano**

(U;V = 18,9); (Q;R = 17,2), (I;X = 13,1), (C;G = 12,6), (E;H = 12), (J;O = 11,4), (A;D = 11,2), (F;T = 11,1), (P;S = 10,6), (L;N = 9,6), (B;M = 9,4), (K;W = 7,5).

- **Roteiro 3 – Zona 3: Acácio Figueiredo e Bairro das Cidades**

(Q;V = 4,6), (S;T = 4,3), (R;W = 4,2), (A;U = 3,5), (B;D = 3,4), (C;L = 3,1), (G;O = 2,9), (I;K = 2,7), (E;H = 2,6), (F;J = 2,4), (M;P = 2,4), (N;X = 0,8).

- **Roteiro 4 – Zona 4: Três irmãs, Santa cruz e Dinamérica**

(X;Y = 13), (Q;U = 8,9, U;V = 6,8), (D; S = 8,6), (C; N = 8,6), (E; I = 8,3), (F; H = 8,2), (M;R = 8), (A;B = 8),(G; O = 7,8), (L; P = 7,5), (J; W = 6,1), (K;T = 5,8).

- **Roteiro 5 – Zona 5: Presidente Médice e Velame**

(E;L = 7,4, A;E = 7,1), (H;K = 6,8, J;K = 6,6), (B;C = 6,6, C;D = 6,5); (F;M = 6,4, F;I = 6,1), (G;I = 5,5), (U;T = 5,2), (P;Q = 1, P;S = 0,9), (R;V = 0,9), (N;O = 0,5)

As rotas não apresentam restrições de tamanho de carga, pois a empresa não possui a média de entregas que ela realizado por caminhão. A sugestão para que a empresa não perca pela ausência dessa informação no método é que ela utilize a junção dos roteiros das zonas

para atender suas demandas, ou seja, caso a empresa tenha que atender, por exemplo, a zona 1, mas o caminhão ainda possua espaço para entrega de pedidos, assim, ela pode completar o caminhão com as entregas da zona 4, pela proximidade geográfica que elas apresentam, como representado na figura 5, na página 56.

Além disso, um dos pontos do roteiro quatro, e quatro pontos do roteiro 5 apresentam a junção de três nós, ao invés de dois. O primeiro caso ocorre pelo fato do ponto V ter sobrado após a junção dos nós do roteiro. Já o segundo caso acontece pelo fato da zona 5 apresentar os menores ganhos dentre os roteiros, sendo assim, a junção de três nós trará maiores ganhos para a empresa. Ademais, o método não apresenta ordenação relativa à qual ponto deverá ser atendido primeiro, pois ele considera que a distância percorrida será a mesma, assim, podemos tomar como exemplo o primeiro trio de nós $E;L = 7,35$, $A;E = 7,1$, que será atendido da seguinte forma: $A \rightarrow E \rightarrow L$ ou $L \rightarrow E \rightarrow A$.

A aplicação do método de Clarke e Wright se adéqua em termos teóricos (do método) as necessidades da empresa por apresentar roteiros que proporcionam flexibilidade nas entregas. Além disso, a partir da classificação dos pontos de entrega em bairros, a empresa pode definir rotas mais eficientes ou definir estratégias de entrega relacionando dias de semana com entrega em bairros ou zonas (norte, sul, leste e oeste) específicos da cidade, ou seja, definindo dias da 1 ou 2 dias para cada zona da cidade ou bairro específico, gerando economias significativas no setor de transporte.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No mercado atual, o aumento da competitividade global implica em uma maior necessidade de as empresas manterem-se firmes, com o preço competitivo, porém garantindo a rentabilidade do negócio. Nos casos das empresas familiares, não seria diferente, ademais, nos casos dessas empresas, as dificuldades em conseguir manter seu espaço no mercado são maiores, pois na maioria delas, há falta de conhecimento técnico na administração por parte dos gestores. Devido a isto, muito se perde nas pequenas empresas pela falta de aplicação de conceitos simples de administração.

A análise da atividade de transporte e da metodologia de planejamento de rotas vigentes pode ser considerada um passo importante para a profissionalização das atividades logísticas, principalmente em empresas de distribuição, pois existe a concorrência direta com empresas especialistas em transporte, que, como o próprio nome já diz, apresentam especialização, ferramentas e meios, tornando o seu trabalho eficiente.

As diversas funções logísticas são responsáveis pelo nível de serviço recebido pelos seus clientes, porém é o transporte um dos mais importantes devido a sua ligação com o bem tangível que o cliente recebe, ou seja, com a entrega - onde são considerados os aspectos de embalagem e qualidade do produto transportado, além de assumir os riscos do transporte de danos e roubos, e mesmo assim chegar às mãos do cliente no tempo estimado.

A partir da entrevista realizada com o gestor foram identificadas algumas dificuldades no planejamento e na execução da atividade de transporte, sendo muitas delas inerentes ao pensamento de que a empresa é de pequeno porte, e por isso, determinadas ações devem continuar acontecendo.

A empresa Campina Distribuição é uma empresa familiar que atua há mais 20 anos no mercado, porém, a pouco mais de 6 anos a empresa se encontra em um estágio de crescimento importante para a empresa. Com novos investimentos em equipamentos e em ativos imobilizados, como a compra da nova sede, e de novos veículos para promover entregas.

Porém, apesar de todo esse crescimento, a empresa apresenta problemas relacionados à visão dos gestores, que ainda visualizam a Campina Distribuição como uma pequena empresa que ainda está se adequando ao mercado. Essa limitação de profissionalização, racionalização e eficiência nas atividades de transporte pode gerar grande insatisfação nos clientes, conseqüentemente, afetando sua imagem perante o mercado consumidor.

A não utilização de tecnologia da informação também é um problema relacionado a falta de visão dos gestores, e é uma dos grandes problemas na roteirização de transporte da

empresa, onde todo o planejamento é feito com baseado na intuição, gerando grandes gargalos nas entregas, além de altos custos de transporte.

O método de Clarke e Wright consegue atender de forma satisfatória as necessidades da empresa, em termos teóricos do método, por apresentar roteiros que proporcionam flexibilidade nas entregas, de forma que a interferência dos gestores não atrapalhe o andamento geral das entregas. Além do mais, a empresa poderia utilizar a classificação de entregas por bairro, mantendo um espaço livre – mantendo uma margem pequena, que não influencie na eficiência das entregas – em seus caminhões de forma a atender aos pedidos emergenciais.

Dessa forma, os principais problemas identificados na empresa, que elencamos como a falta de tecnologia da informação para o auxílio das atividades logísticas, e a roteirização de transportes na cidade de Campina Grande, sendo inerentes a profissionalização e racionalização das atividades poderão ser solucionados com a utilização dos roteiros estabelecidos com a aplicação deste método.

Como contribuições desse trabalho para a empresa, temos as oportunidades de melhorias que a aplicação do método poderá trazer se implementado na empresa, como a classificação dos pontos de entrega em bairros, podendo auxiliar o gestor no planejamento das rotas, definindo assim as entregas de forma eficiente e organizada, e garantindo a economia de distâncias e conseqüentemente de custos; a utilização dos roteiros já estabelecidos, correspondendo ao atendimento dos pontos de 15 bairros da cidade de Campina Grande e com possibilidade de gerar grande economia no setor de transporte, além da possibilidade de expandir a aplicação do método para todos os pontos de entrega.

Além disso, a aplicação do método traz benefícios importantes, como um melhor serviço ao cliente, onde as entregas são planejadas e o risco de atraso é menor; melhor qualidade de trabalho dos motoristas, que terão conhecimento de sua rota previamente, evitando desconfortos; melhoria na qualidade de trabalho do gestor logístico, que terá auxílio do método no planejamento das rotas, assim minimizando possíveis falhas; e além disso, a economia que poderá ser gerada com a utilização do método pode representar uma redução significativa dos custos logísticos, podendo o dinheiro economizado ser investido em equipamentos, ativos imobilizados ou tecnologias para o setor de transporte, ou para outros setores da empresa.

Ademais, fica como contribuição para a utilização nos sistemas de informação comerciais futuros que a empresa poderá utilizar, a classificação dos pontos de entregas em bairros, de forma a facilitar e agilizar a criação de roteiros de entrega.

Sobre as limitações na realização deste trabalho fica a escassez de informações relativas às entregas da empresa, como a média de pedidos que eles atendem por caminhão ou por viagem e os custos envolvidos em cada uma delas. Além disso, o curto tempo para a realização do trabalho impossibilitou que a aplicação do método fosse realizado em todos os bairros da cidade. Além disso, podemos considerar como limitação a não validação dos resultados por parte da empresa, que por falta de tempo, só receberá esta pesquisa após a sua apresentação.

Como sugestão para próximos estudos, fica a ideia de aplicar o método de em empresas que apresentem todos os dados ligados as restrições do método, de modo a obter ao fim resultados quantitativos sobre os ganhos em distâncias que o método proporcionou a empresa.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso: 14 fev. 2013.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BANDEIRA, R. A. M; MAÇADA, A. C. G. **Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos: o caso da indústria gases**. vol. 18 no. 2. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000200007> Acesso em: 15 mar. 2013.

BOWERSOX, D. J. CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CHOPRA, S. MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.

CLARKE, G.; WRIGHT, J. W. *Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*. 14 f. 1964.

CNT – Confederação Nacional do Transporte . **A importância do setor de transporte**. Jan. 2012. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA%20EM%20FOCO%2010.01.2012.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Plano CNT de Transporte e Logística**. 2011. Disponível em: <

<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Plano%20CNT%20de%20Log%C3%ADstica/PlanoCNTdeLog2011.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2013.

CORDEAU, J.F.; LAPORTE, G. **Tabu search heuristics for the vehicle routing problem**. Technical Report G-2002-15, Group for Research in Decision Analysis (GERAD), Montreal, 2002.

CORREIOS, **Busca CEP**. Disponível em: <http://www.buscape.correios.com.br/> Acesso em: mar. 2013.

CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. Transportes, v.8 , n.2, p.51-74, 2000.

FERREIRA, Karine Araújo; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. **Tecnologia da Informação e Logística: Os Impactos do EDI nas operações logísticas de uma empresa do setor Automobilístico**. 8 f In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto. 2003.

GAMA, M. B. **Roteirização de veículos: implementação e melhoria do método de Clarke e Wright**. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE MAPS. **Como chegar**. Disponível em: <https://maps.google.com/> Acesso em: mar. 2013.

GOUVEIA, R. E. C. **Gerenciamento do sistema logístico: Um estudo de caso no Centro de Distribuição de Campina Grande**. 75 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharelado em Administração). Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2010.

IBGE. **Pesquisa Anual do Comércio**. 2010. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Comercio_e_Servicos/Pesquisa_Anual_de_Comercio/2010/pac2010.pdf Acesso em: 20 jan. 2013.

JUNIOR, I. R. S.; CECHIN, A. L. **Comparação entre Métodos Exatos e Heurísticos para tratar o Problema de Roteamento de Veículos em um Ambiente Fabril.** 9 f In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza. 2006.

LAPORTE, G. **The vehicle routing problem: an overview of exact and approximate algorithms.** European Journal of Operational Research, v. 59, n. 3, p.345-358. 1992.

MÂNICA, Ricardo. **A influência do transporte no cumprimento do nível de serviço.** Revista científica de Administração e sistemas de informação. p.19-33. 2013.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional: curso introdutório.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

NARUO, M. K. **O estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas.** 286 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003.

NETO, A. F.; LIMA, R. L. **Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

NOVAIS, A. G. **Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos.** Editora Edgard Blucher Ltda, 1989.

PILEGGI, G. C. F.; ROSA, R. O. **Avaliação da logística de distribuição de produtos em uma empresa de e-commerce.** 12 f. In: Simpósio de Engenharia de Produção - Bauru - SP. 2006.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Terceirização da Logística de Distribuição. Out 2008. Disponível em: <http://ogerente.com.br/novo/colunas_ler.php?canal=11&canallocal=41&canalsub2=132&id=1945>. Acesso em: 15 mar. 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas. 2000.

WU, L. **O problema de roteirização periódica de veículos.** 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ROTEIRO

O presente roteiro de entrevista constitui-se parte de uma pesquisa para fins acadêmicos que tem como objetivo conhecer como é realizado atualmente o planejamento das rotas na empresa X.

1. Dados Gerais da Empresa

<i>Razão Social</i>	
<i>Nome Fantasia</i>	
<i>Endereço</i>	
<i>CNPJ</i>	
<i>Principal atividade</i>	
<i>Nº de Funcionários</i>	
<i>Função do Respondente</i>	
<i>Tempo de atuação no mercado</i>	
<i>Cobertura geográfica que atua</i>	

2. Aspectos do Planejamento das rotas

Qual o tipo de modal utilizado pela empresa?

O transporte é realizado por frota própria?

Qual a capacidade da frota da empresa (em termos de peso ou cubagem)?

Qual o tipo de combustível utilizado pelos veículos?

Número de pessoas que trabalham no setor de transporte?

Como as rotas de entrega são planejadas?

Quem é responsável pela roteirização dos pontos de entrega?

O responsável pela roteirização apresenta formação na área? E experiências anteriores no setor de transporte?

Qual o periodicidade do de planejamento das rotas (diário, semanal, quinzenal, mensal)?

Quais os critérios para a escolha do motorista e do número de entregas que será realizado por um caminhão?

Qual o critério escolhido na hora de programar as rotas (pedido foi realizado primeiro; volume de entrega maior; cliente antigo, ...)?

Quais os critérios de escolha dos pontos agrupados em uma rota (proximidade, peso do caminhão, ...)?

Qual o tempo médio de entrega do pedido ao cliente?

A empresa atende pedidos de entrega emergenciais, caso seja solicitado pelo cliente?

