

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**ROTEIRIZAÇÃO EM UMA EMPRESA
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS
CONGELADOS**

Por,

Miguel Melo Moreira da Silva

Brasília, Novembro de 2017

UNIVERSIDADE DE BRASILIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

ROTEIRIZAÇÃO EM UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS CONGELADOS

POR,

Miguel Melo Moreira da Silva

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Produção, sob orientação do Professor Sérgio Ronaldo Granemann

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sérgio R. Granemann, UnB/ EPR (Orientador) _____

Prof. Dr. Reinaldo Crispiniano Garcia, UnB/EPR _____

Brasília, 05 de Dezembro de 2017

Agradecimentos

À minha mãe Raquel, meu pai Fernando e meus irmãos Pedro e Leonardo, pela criação que me deram e por sempre estarem ao meu lado.

Ao professor orientador Sérgio Granemann pela disposição, paciência e orientação.

A todos os meus amigos que me fazem bem e me apoiam nas minhas decisões.

Aos novos amigos que fiz durante o curso, pelas horas estudadas e pelas noites curtidas, sem vocês eu nunca chegaria aqui.

Miguel Melo Moreira da Silva

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE GRÁFICOS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 METODOLOGIA.....	13
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 ROTEIRIZAÇÃO.....	16
2.2 APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE SOLUÇÃO.....	21
2.2.1 DISTRIBUIÇÃO DE HORTALIÇAS.....	21
2.2.2 TÉCNICA DE VARREDURA NA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS.....	21
2.2.3 CLARKE E WRIGHT EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS.....	22
2.2.4 ROTEAMENTO NO SISTEMA DE COLETA DOS CORREIOS.....	22
2.2.5 CAIXEIRO VIAJANTE APLICADO EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	23
2.2.6 MÉTODO QUALITATIVO NA MALHA RODOVIÁRIA.....	23
2.2.7 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS EM UMA TRANSPORTADORA DE AÇO.....	23
2.2.8 CLARKE E WRIGHT NA COLETA DE ÓLEO RESIDUAL.....	23
2.2.9 VARREDURA NA DISTRIBUIÇÃO DE COLCHÕES.....	24
2.2.10 CLARKE E WRIGHT NA COLETA DE PRODUTOS DE AGRONEGÓCIO.....	24
3. MÉTODO DE RESOLUÇÃO PROPOSTO	25
3.1 DESCRIÇÃO DO MODELO DE CLARKE E WRIGHT.....	25
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE CLARKE E WRIGHT.....	26
4. ANÁLISE DOS DADOS	32
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	32
4.2 MODELO REAL DE DISTRIBUIÇÃO.....	32
4.3 ROTAS IDEAIS.....	35
4.4 CUSTOS LOGÍSTICOS.....	40
5. CONCLUSÃO	43
APÊNDICES	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CONSUMO PER CAPTA DE SORVETES POR ANO NO BRASIL	10
--	-----------

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: RESTRIÇÕES DO PROBLEMA	27
QUADRO 2: ESPECIFICAÇÕES DO PROBLEMA	27
QUADRO 3: EXEMPLO DE INFORMAÇÕES DE UM DIA DE DISTRIBUIÇÃO	27
QUADRO 4: MATRIZ DE DISTÂNCIAS ENTRE OS PONTOS DE DISTRIBUIÇÃO DO DIA DIA 1	29
QUADRO 5: MATRIZ DOS GANHOS.....	29
QUADRO 6: GANHOS HIERARQUIZADOS DO DIA 1.....	30
QUADRO 7: INÍCIO DO ROTEIRO 1 OTIMIZADO	30
QUADRO 8: ROTEIRO OTIMIZADO DO DIA 1.....	31
QUADRO 9: ROTEIRO REAL DIA 2	33
QUADRO 10: ROTEIRO REAL DIA 3	33
QUADRO 11: ROTEIRO REAL DIA 4	34
QUADRO 12: ROTEIRO REAL DIA 5	35
QUADRO 13: QUADRO COMPARATIVO DO DIA 1	36
QUADRO 14: QUADRO COMPARATIVO DO DIA 2	37
QUADRO 15: QUADRO COMPARATIVO DO DIA 3	37
QUADRO 16:QUADRO COMPARATIVO DO DIA 4.....	37
QUADRO 17: QUADRO COMPARATIVO DO DIA 5	38
QUADRO 18: INFORMAÇÕES GERAIS DOS ROTEIROS REAL E IDEAL	41
QUADRO 19: CUSTOS VARIÁVEIS POR QUILOMETRO RODADO	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DISTÂNCIA PERCORRIDA POR DIA DA SEMANA.....39

GRÁFICO 2: TEMPO DE JORNADA POR DIA DA SEMANA40

RESUMO

A roteirização é um fator chave para redução dos custos do setor logístico, gerando diversos benefícios para empresas, como a melhoria do nível de serviço prestado para os clientes, a redução das distâncias percorridas pela sua frota e a redução do tempo utilizado para realização das entregas. A partir de uma roteirização bem executada, é possível determinar um ou mais roteiros a serem seguidos de acordo com as decisões, objetivos e restrições da frota estudada. Este trabalho busca a aplicação do modelo de Clarke e Wright para a distribuição de produtos congelados de uma empresa.. Além disso, busca verificar como os roteiros gerados permitem melhorar o dimensionamento da frota e reduzir os custos envolvidos na operação.

Palavras-chave: Roteirização. Distribuição física. Cadeia Logística. Utilização de frota. Custos Logísticos. Clarke e Wright.

ABSTRACT

Routing is a key factor to reducing the costs of the logistical sector, bringing diverse benefits to companies such as a better level of the service provided to the customers, reduction of the distances covered by their fleet and reducing the time spent to make deliveries. By a well executed routing process, it is possible to determine one or more routes to be followed according to the decisions, objectives and restrictions of the fleet. This work seeks to apply the Clarke and Wright routing model based on an example company, shown in the study case. This study seeks to apply a routing model for a company and verify how the generated scripts improve the fleet seizing and reduce the costs involved in the operation.

Keywords: *Routing. Physical distribution. Logistic management. Fleet management. Clark and Wright*

1. INTRODUÇÃO

O mercado de congelados no Brasil está em expansão. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (ABIS, 2017), nos últimos 10 anos, o aumento foi de 80%. Somente em 2014, o brasileiro consumiu em média 6,4kg desse produto, conforme a Figura 1. O brasileiro é o sexto maior consumidor de sorvetes e congelados do mundo. Em primeiro lugar aparece a Nova Zelândia, com um consumo médio de 12,8 kg por pessoa. Apenas em 2015, estima-se que o setor faturou R\$ 25,7 bilhões.

Pelas altas temperaturas praticamente o ano todo, o Centro Oeste não viu o seu consumo tão abalado pela crise financeira enfrentada pelo país. Porém, houve uma redução devido ao período de crise econômica e instabilidade política vivida pelo país.

Figura 1: Consumo per capita de sorvetes por ano no Brasil



Fonte: ABIS (2017)

No Brasil, o segmento de sorvetes ainda é promissor para quem deseja iniciar um empreendimento. Segundo o jornal “O Estadão” (link da reportagem consta nas referências bibliográficas), de acordo com dados da empresa Mintel Group, especializada em pesquisas de mercado, até 2020 o mercado nacional deve atingir R\$ 13,9 milhões em valor e produzir 799 milhões de litros. O estudo aponta ainda que os produtos com alto valor agregado, os

famosos *gourmet*, ainda têm demanda crescente, apesar do momento econômico não ser favorável ao setor de alimentação em geral.

Para atender aos desejos e hábitos dos consumidores, as fábricas de sorvetes procuram desenvolver seu portfólio em diversos sabores e fazer uma diversificação de seus produtos, produzindo tanto sorvetes em pote, quanto picolés no palito, e privilegiando o consumo individual. Nesse sentido, os potes tem diminuído para porções de 150 ml ao invés do tradicional pote de 2 litros. Já em relação aos picolés, o tamanho mais comum é o formato “paleta mexicana”, com 125g e recheado. Este produto, apesar de ter preço mais alto do que os picolés convencionais, conta com a escolha de insumos naturais, fornecendo uma melhor experiência e valor agregado para o cliente final.

Os novos cenários mercadológicos geraram modificações na forma na qual as empresas em todo o mundo se organizam. Surgiu a necessidade de desenvolver e otimizar os processos com o intuito de melhor atender às expectativas dos clientes. A grande concentração de empresas do mesmo ramo nos grandes centros urbanos, gera aumento da concorrência. Nesse sentido, aqueles que não se adaptarem e buscarem a melhoria contínua dos seus processos, estão fadados ao fracasso. Segundo Naruo (2003), a distribuição de produtos, se feita da forma correta, gera otimização desse processo, trazendo lucro e satisfação do cliente, grandes diferenciais competitivos.

Tendo em vista este panorama no mercado de sorvetes e picolés, o questionamento que o presente estudo visa responder é: qual modelo de distribuição melhor se encaixa para a situação apresentada, ou seja, há um método de roteirização mais adequado para diminuir os custos logísticos e aumentar o nível de serviço oferecido pela empresa em questão?

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a distribuição física de produtos ocupa uma posição de destaque nos problemas logísticos das empresas. A quantidade de mercadorias em estoque deve ser diminuída devido ao seu elevado custo, agilizando-se o manuseio, transporte e distribuição de tais produtos (ALVARENGA e NOVAES, 2014).

No Brasil, ainda existe uma grande dificuldade relacionada ao planejamento e execução no processo de distribuição de produtos. Cada empresa enfrenta um problema praticamente único ao formular a sua operação. Diversos fatores devem ser levados em consideração para definir um roteiro de distribuição. Por isso, segundo Alvarenga e Novaes

(2007), no dimensionamento de um sistema de distribuição física, é importante considerar os seguintes aspectos:

a) A relação existente entre o número necessário de veículos, a periodicidade das visitas, o número de zonas e o número de clientes atendidos por roteiro. A dificuldade básica dos problemas de roteirização é o aumento considerável de clientes a serem distribuídos num roteiro, de maneira que são necessários cálculos específicos e talvez exijam configurações computadorizadas específicas para a resolução do problema.

b) Cada região tem sua peculiaridade, assim como cada cliente. Existem restrições relacionadas ao horário de funcionamento e à quantidade de produtos entregues por pedido. Exige uma configuração precisa da capacidade do caminhão e super/sub dimensionamentos podem gerar ajustes nas zonas de entrega e geração de novos custos.

c) A distância e o volume consumido por clientes em regiões mais próximas e distintas da fábrica e seus centros de distribuição. Os clientes mais afastados consomem mais esforços do que os clientes mais próximos, necessitando assim de uma configuração equilibrada do tamanho das zonas de atendimento.

d) Outro fator diz respeito à natureza probabilística do tempo de ciclo empregado para o atendimento. Como o tempo é afetado por fatores externos, seu desvio padrão é relativamente alto, e quando isso ocorre, há um excesso de horas de trabalho e, conseqüentemente, custos associados a isso. É importante prever essas situações ao planejar o roteiro de forma a evitá-las.

e) É fundamental o estudo de problemas de distribuição vinculados à roteirização e à programação de veículos, devido à magnitude dos custos associados para cada atividade envolvida.

O problema de roteirização busca determinar roteiros ótimos para uma frota de veículos que, partindo da garagem da fábrica ou depósito, destina-se a atender um conjunto de clientes geograficamente dispersos numa mesma viagem. (RIBEIRO, RUIZ e DEXHEIMER, 2001)

Tendo em vista que a distribuição tem um grande peso orçamentário nas empresas e, conseqüentemente, é um diferencial competitivo, este estudo visa analisar o modelo atual utilizado por uma empresa e compará-lo com outras alternativas. A partir disso será proposto um modelo ótimo de distribuição para os moldes da empresa em questão.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de roteirização para a distribuição de congelados no Distrito Federal, de forma a reduzir os custos logísticos do processo e melhorar a qualidade do atendimento aos clientes.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo do trabalho, o mesmo subdivide-se nos objetivos específicos a seguir:

- Identificar o modelo de roteirização mais adequado para distribuição de sorvetes a uma rede de clientes do varejo.
- Realizar uma análise comparativa do modelo atual de roteirização com o modelo proposto;
- Calcular os custos logísticos envolvidos na operação de roteirização dos veículos e da equipe de entrega.

1.4 METODOLOGIA

O presente estudo visa aplicar modelos já conhecidos de roteirização em uma empresa brasiliense que produz e distribui picolés em todo o Distrito Federal. A aplicação desses modelos trará resultados diferentes da prática atualmente utilizada pela empresa e, baseado nos mesmos, será feita uma análise de qual deverá ser adotado a fim de otimizar o processo de distribuição.

A pesquisa será desenvolvida por meio das seguintes etapas:

- a) Revisão bibliográfica sobre os principais métodos e aplicações de roteirização para a distribuição de produtos no varejo.
- b) Definição de um modelo de roteirização para a distribuição dos produtos congelados de uma empresa para clientes varejistas.
- c) Diagnóstico da forma de roteirização aplicada atualmente na empresa estudada, seguido por um acompanhamento e avaliação sobre o método utilizado. Tal diagnóstico será feito através do acompanhamento de um ciclo de entregas feito pela equipe responsável por esse setor.
- d) Coleta de dados da operação logística.

Durante o acompanhamento das entregas, serão registrados diversos dados necessários para a elaboração da roteirização, entre eles a quantidade de clientes atendidos, a localização

geográfica dos clientes, o volume entregue a cada cliente, o trajeto realizado, a quilometragem percorrida, o tempo empregado em cada etapa (viagem, paradas, descarregamento, manutenção), entre diversos outros fatores

- Os dados relacionados à distância serão registrados com o auxílio de sistemas de posicionamento global, mais conhecidos como GPS (em inglês, *global positioning system*).

- Dados de volume e carga serão fornecidos pelos softwares internos da organização utilizados para a administração de recursos da empresa.

e) Aplicação do modelo de roteirização escolhido para um período fixado, utilizando os dados coletados na empresa.

f) Análise comparativa entre o modelo de roteirização atual e o modelo proposto nesta pesquisa. A comparação acontece entre os dados coletados e os novos dados gerados, e envolve o desempenho dos indicadores de custos, distância, tempos utilizados e utilização dos recursos.

g) Cálculo dos custos da operação de distribuição para o modelo atual utilizado pela empresa e para o modelo proposto.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho será organizado em cinco capítulos, descritos a seguir.

O primeiro capítulo, introdutório, busca contextualizar o problema a ser estudado, definir os objetivos, a metodologia e a estrutura do presente trabalho.

No segundo capítulo é descrito o embasamento teórico utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, englobando o estudo dos métodos teóricos de roteirização e suas aplicações nos diversos setores da distribuição e coleta de produtos.

O terceiro capítulo apresenta a definição e descrição do modelo de roteirização proposto, para solucionar o problema de distribuição de congelados.

O quarto capítulo traz o estudo de caso realizado, apresentando os dados coletados e o desenvolvimento da aplicação do método proposto neste trabalho. Este capítulo também traz a análise dos custos envolvidos na situação atual de distribuição e na situação em que o modelo proposto nesta pesquisa é implementado.

No quinto capítulo são evidenciadas as conclusões sobre o estudo realizado e relacionadas propostas de novos estudos neste tema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo engloba uma revisão sobre as principais pesquisas existentes no campo acadêmico relacionado à distribuição física de produtos e aos métodos de roteirização.

2.1 ROTEIRIZAÇÃO

Segundo Novaes (2007), o crescimento da concorrência e o desenvolvimento tecnológico levaram as empresas a melhorar a produtividade por meio do planejamento da produção, buscando a excelência em seus processos pela melhoria contínua e a possuir um sistema flexível e ágil de produção. Com isso, a tecnologia passou a ser utilizada (sistemas de tecnologia da informação para a comunicação e troca de informações), visando maior nível de serviço e a redução dos custos de distribuição. A comunicação entre os atores da cadeia de suprimento viabilizou-se com o tempo, e segundo Slack et al. (2009), isso ocorreu graças à disponibilização das informações na Internet. A roteirização surge para alcançar os objetivos logísticos no processo de distribuição.

O termo roteirização de veículos deriva do inglês “*routing*” e significa o processo de determinação de um ou mais roteiros, ou sequência de paradas, a serem percorridos por uma determinada frota de veículos, objetivando visitar um conjunto de pontos geometricamente dispersos em locais pré-determinados e que necessitam de atendimento (CUNHA, 1997). Segundo Junior et al. (2012), a roteirização também busca a eliminação de falhas nos serviços ou eventuais desperdícios que podem provocar aumento nos custos de distribuição.

De acordo com Novaes (2007), um problema de roteirização de veículos é definido de acordo com três fatores principais: decisões, objetivos principais e restrições existentes na roteirização. O fator decisão trata da quantidade de pontos a serem atendidos por uma determinada frota de veículos, em um sequenciamento e uma programação para realizar as entregas aos clientes. Já os objetivos principais estão relacionados ao fornecimento de um alto nível de serviço e ao mesmo tempo à manutenção dos custos operacionais baixos. As restrições, também citadas por Cunha (1997), dizem respeito aos aspectos temporais, como restrições de horários, de atendimento no ponto de venda (problemas de roteirização e programação).

Para que o cliente encontre-se satisfeito, é crucial que o processo de distribuição seja feito da maneira como foi previamente combinada com o fornecedor. Se houver atrasos ou avarias durante essa operação, coloca-se em risco a fidelidade e possíveis novos pedidos por parte do cliente.

Para Bodin et al. (1983), os problemas de roteirização e programação são caracterizados de acordo com critérios e descrições possíveis de modelar problemas reais, como observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos problemas de roteirização e programação

<i>Características</i>	<i>Possibilidades</i>
1. <i>Tamanho da frota disponível</i>	Um veículo
	Vários veículos
2. <i>Tipo de frota disponível</i>	Homogênea (somente um tipo de veículo)
	Heterogênea (vários tipos de veículos)
	Veículos especiais (divididos em compartimentos)
3. <i>Garagem dos veículos</i>	Um único depósito
	Vários depósitos
4. <i>Natureza da demanda</i>	Determinística
	Probabilística
	Parcialmente satisfeita
5. <i>Localização da demanda</i>	Nos nós (não necessariamente em todos)
	Nos arcos (não necessariamente em todos)
	Misto
6. <i>Características da rede</i>	Não orientada
	Orientada
	Mista
	Euclidiana
7. <i>Restrições de capacidade dos veículos</i>	Impostas (todos os veículos com as mesmas capacidades)
	Impostas (rotas com diferentes tempos máximos)
	Não impostas
8. <i>Tempos máximos de rotas</i>	Impostos (todas as rotas com o mesmo tempo máximo)
	Impostos (rotas com diferentes tempos máximos)
	Não impostos
9. <i>Operações envolvidas</i>	Somente coletas
	Somente entregas
	Mistas
	Entregas com 'quebras' (permitidas ou proibidas)
	Volta carregada
10. <i>Custos</i>	Variáveis ou custos de roteirização
	Fixos de operação ou custos de aquisição de veículos
	Custos comuns de transporte
11. <i>Objetivos</i>	Minimizar os custos totais de roteirização
	Minimizar a soma dos custos fixos e variáveis

Minimizar o número necessário de veículos
Maximizar a função utilidade
(Baseada no serviço ou na conveniência) ou,
(Baseada nas prioridades do cliente)

Fonte: Bodin et al. (1983)

Além disso, segundo Ballou (2011), alguns outros aspectos estão envolvidos no problema, tal como o veículo (quantidade necessária para a realização e sua capacidade máxima), assim como os pontos de parada em cada roteiro de cada veículo, que constam na sequência a ser determinada. Para Ballou (2006), um roteiro ótimo deve aumentar a eficiência por meio da máxima utilização dos recursos disponíveis. E isso tem grande importância, pois os custos de operação estão diretamente ligados ao planejamento da roteirização, e podem representar cerca de dois terços dos custos totais das operações logísticas.

Para Ballou (2006), apesar da grande quantidade de variações de problemas logísticos, é possível classificá-los em alguns modelos básicos. O primeiro modelo é quando existe apenas um ponto de origem e um de destino, indicando o uso do método do caminho mais curto, devido à sua simplicidade e objetividade. O segundo modelo é a distribuição para pontos múltiplos de origem e de destino, gerando a necessidade de combinar os destinos com a origem de forma a encontrar o melhor roteiro. Nesse caso, é indicada a programação linear. Já o terceiro modelo trata de rotas quando os pontos de origem e destinos são os mesmos. Nesse caso o roteiro não é completado até o veículo retornar ao ponto de partida.

Ainda segundo Ballou (2006), existem oito princípios para um bom processo de roteirização e programação de veículos:

- Carregar os caminhões de acordo com a demanda de clientes próximos entre si;
- Combinar paradas em dias diferentes para produzir agrupamentos concentrados;
- As rotas devem ser construídas iniciando pela parada mais distante do depósito;
- Sequenciar as paradas num roteiro em formato de gota, a fim de não ocorrer nenhuma sobreposição entre elas;

- Quando aplicável, utilizar os maiores veículos disponíveis, melhor utilizando as rotas;
- Combinar as rotas de entrega com as de coleta e não deixar para o final;
- Evitar pequenas janelas de tempo de paradas;
- Analisar a parada que é removível de um agrupamento de rotas, identificando uma forma alternativa de entrega, considerando a utilização de veículos menores, por exemplo.

Segundo Novaes (2007), para o caso de roteirização com restrições, as seguintes informações devem ser levadas em consideração:

- Tempo máximo de tráfego em cada rota.
- Tempo de descanso para os motoristas (almoço ou outro tipo de parada).
- Quantidade de veículos e sua carga.
- Horários definidos do dia para escala de entrega e coleta.
- Tempo máximo de tráfego na rota.

O problema de roteirização sem restrições ficou conhecido como “Problema do Caixeiro Viajante – PCV”, onde não há preocupação com as restrições de tempo e capacidade. Nesse caso, o objetivo é minimizar o percurso total a partir da determinação de uma sequência de pontos (NOVAES, 2007). Os métodos de solução para roteirização sem restrições são agrupados em duas principais categorias:

- Métodos de Construção de Roteiro – segundo Novaes (2007), esses são os métodos que partem de um ou dois pontos e vão acrescentando pontos adicionais. Nesse caso pode-se construir o roteiro a partir do ponto mais próximo ou do ponto mais distante.
- Métodos de Melhoria de Roteiro – consiste em aprimorar a solução já apresentada no método anterior. O aprimoramento é feito ao excluir os cruzamentos nos roteiros já formados. As situações mais corriqueiras são encontradas, segundo Novaes (2007), quando existem dois pares de nós (2-opt). Nestes casos, aplica-se a remoção a cada quatro pontos (que são dois arcos), verificando se gera uma menor

extensão, e conseqüentemente um resultado melhor. O outro método é o de 3-opt, no qual a diferença é que nesse utiliza-se três pares de arco por vez, aumentando a precisão dos resultados assim como o número de possibilidades combinatórias.

Segundo Novaes (2007), no caso da roteirização com restrições, aspectos da distribuição física devem ser considerados, tais como a capacidade do veículo utilizado e o tempo para completar a operação de distribuição. É gerada então a necessidade de planejar previamente a roteirização, juntamente com o processo de divisão das áreas em bolsões. Tais métodos são divididos nos seguintes grupos:

- Método de varredura – tal método é aplicado em situações consideradas muito dinâmicas, ou seja, há alteração das características dos problemas rapidamente. Além disso, este método é aplicado para situações nas quais existe uma limitação de tempo para encontrar a solução, ou seja, não vale a pena demorar mais na busca de uma solução ótima. A desvantagem deste método, segundo Ballou (2006), é a maneira usada para se formar o roteiro, pois por falta de tempo acaba não chegando em uma solução ideal para o problema.

- Método de Clarke e Wright – este método é considerado mais flexível, pois considera as restrições de tempo e capacidade, chegando em uma solução ótima para o problema de roteirização. Conhecido também por método das “economias”, este modelo busca a distância mínima a ser percorrida pela frota, reduzindo o número de veículos e funcionários necessários para a completude do roteiro. Este método considera que o veículo sai do seu ponto de partida, realiza a entrega para clientes em lugares distintos e retorna para o mesmo ponto de partida.

O método das economias parte do princípio que para realizar a entrega em um ponto, o veículo percorre a distância do ponto de partida para o destino duas vezes (uma de ida e uma de volta). Clarke e Wright levam em consideração o conceito de ganho de distâncias. Considerando-se um exemplo no qual o ponto de partida de distribuição é “D” e os pontos de entrega são “i” e “j”, à priori, a distância percorrida (L) para distribuir em um ponto, voltar para a fábrica e depois sair para a distribuição em outro ponto se daria conforme equação 1:

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

Uma proposta de melhoria seria realizar o percurso de distribuição nos dois pontos sem que fosse necessário retornar a “D”, após a realização da entrega no primeiro ponto. Nesse caso, a distância percorrida (L) seria dada pela equação 2:

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

Integrando os dois clientes em um único roteiro, o método de Clarke e Wright mostra que o ganho obtido ($G_{i,j}$) é dado pela equação 3:

$$(3) \quad G_{i,j} = L - L' = dD,i + dD,j - d_{i,j}$$

2.2 APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE SOLUÇÃO

Segundo Alencar et al. (2015), existe uma busca de minimização dos custos logísticos por parte das empresas, otimizando os tempos de entrega e consolidando as atividades logísticas. Porém, segundo Ballou (2009), o processo de resolução de problemas de roteirização e programação tem se tornado cada vez mais difícil, devido à grande quantidade de variáveis que surgem, tais como a necessidade de se fixar uma janela de tempo para realizar uma entrega e o cliente poder recebê-la naquele intervalo de tempo, diferentes caminhões (com diferentes capacidades) que formam a frota de uma empresa, intervalos do motorista, dentre outros. Tendo isso em vista, os métodos de roteirização continuam em análise e evoluem diariamente, devido à necessidade de melhoria contínua nas atividades logísticas. A seguir, serão apresentados alguns casos reais da aplicação de diferentes métodos de roteirização em empresas de ramos diversos, assim como o resultado obtido nessas situações.

2.2.1 DISTRIBUIÇÃO DE HORTALIÇAS

Uma microempresa produtora e comercializadora de hortaliças enfrentava um problema devido ao alto custo com o transporte. O método escolhido para resolução foi o Problema do Caixeiro Viajante. Segundo Silva et al. (2016), houve uma diminuição de 3,7% do caminho percorrido e 1,3% em rota de recolhimento. A roteirização ótima não pode ser alcançada devido à não possibilidade de unir as rotas de abastecimento e recolhimento. Verificou-se necessário um método de roteirização para diminuição de custos e otimização dos processos.

2.2.2 TÉCNICA DE VARREDURA NA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Alencar et al. (2015) propuseram novas rotas para o processo de distribuição da produção de uma indústria situada na cidade de Natal, RN. O resultado esperado foi a redução nos trajetos, maximização do uso dos veículos e a otimização do tempo necessário para realizar o processo.

Através do método de varredura, os autores atingiram com seu trabalho o resultado esperado, visto que foi proposta uma nova forma de realizar o planejamento das entregas. O método configurava o carregamento do caminhão até sua capacidade máxima, percorrendo uma distância menor entre os pontos, em um intervalo de tempo reduzido, sendo útil para otimizar as entregas da indústria.

2.2.3 CLARKE E WRIGHT EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS

Uma distribuidora de alimentos, observou um alto gasto com a frota de veículos, especificamente na distribuição de bebidas. Segundo Bremenkamp et al. (2016), foi sugerido que o mesmo veículo realizasse mais de uma rota para evitar tempo ocioso. Com isso, houve redução de um veículo para realizar as rotas, utilização de 39,4% do tempo limite disponível, além de diminuição nos custos de utilização e manutenção da frota.

2.2.4 ROTEAMENTO NO SISTEMA DE COLETA DOS CORREIOS

A empresa de Correios e Telégrafos do Rio de Janeiro foi usada como exemplo da utilização da heurística de ganhos proposta por Novaes (1989), para realizar o roteamento dos veículos (Ribeiro et al., 2001).

Utilizando o modelo de Clarke e Wright (1964) como base, um programa em Delphi 5.0 foi criado para analisar as coordenadas geográficas dos pontos a serem visitados, a demanda destes, a capacidade do veículo, o tempo de ciclo do veículo, o tempo médio de parada para descarga em cada ponto, a velocidade média do veículo e o fator de correção da distância em relação à distância Euclidiana, calculando os roteiros otimizados.

O programa gerou quatro roteiros, obedecendo à capacidade do veículo (12 toneladas) e o tempo de ciclo (3 horas). Dessa forma, foram necessários quatro veículos para realizar esse serviço de coleta e cada um deles deveria seguir os roteiros indicados pelo programa.

A ferramenta possibilitou a roteirização de veículos de forma fácil e com um baixo custo, possível de ser aplicada em pequenas e médias empresas, com as devidas adaptações.

2.2.5 CAIXEIRO VIAJANTE APLICADO EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Uma empresa do ramo de entregas de faturas de grandes consumidores de energia elétrica observou que os funcionários designados a entregas a faziam de forma aleatória, não levando em consideração o resultado financeiro gerado. O problema foi resolvido com o uso do Problema do Caixeiro Viajante para elaboração de um método matemático. Segundo Medeiros et al. (2016), os custos logísticos ficaram mais eficientes devido ao projeto de roteirização de entrega das faturas. Durante o projeto, indicadores de desempenho mostraram uma redução de 81% no custo total da atividade.

2.2.6 MÉTODO QUALITATIVO NA MALHA RODOVIÁRIA

No estado da Paraíba, havia um problema relacionado ao descontrole das rotas realizadas na malha rodoviária. De acordo com Junior et al. (2016), foram demonstradas as distribuições das malhas e rotas. A roteirização apresentou o rendimento e o funcionamento, além de propor estratégias de desenvolvimento, gerando maior eficiência e eficácia nos modos de transporte existentes.

2.2.7 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS EM UMA TRANSPORTADORA DE AÇO

O trabalho de Rodrigues et al. (2006) demonstra uma aplicação prática do método de Clarke & Wright, utilizando uma fácil codificação e uma heurística simples, em uma empresa transportadora de médio porte. Nesse estudo, a empresa em questão foi uma distribuidora de aço, localizada em São Paulo capital, na qual a aplicação da heurística visava à economia de recursos. Ao implementar uma ferramenta de roteirização, foi possível diminuir o custo operacional, devido à diminuição da frota, que passou a operar utilizando a capacidade máxima de cada veículo.

2.2.8 CLARKE E WRIGHT NA COLETA DE ÓLEO RESIDUAL

Nesse estudo, Guabiroba e D'agosto (2011), apresentam a situação de um produtor de biodiesel, a empresa Central Alfa. O problema observado era o impacto do custo de coleta do

óleo residual de fritura no custo de produção de biodiesel. Ao aplicar o modelo de Clarke e Wright, houve uma redução de quase 45% na distância percorrida e, conseqüentemente, uma redução no custo de operação.

2.2.9 VARREDURA NA DISTRIBUIÇÃO DE COLCHÕES

Uma empresa da indústria de artigos de sono enfrentava um problema na distribuição de colchões e outros artigos de sono. No caso apresentado, as atividades logísticas não eram alinhadas com outros processos da indústria. De acordo com Alencar et al. (2015), foi proposta uma nova maneira de realizar as entregas, reduzindo assim o tempo necessário, bem como o trajeto ao otimizar a capacidade do caminhão.

2.2.10 CLARKE E WRIGHT NA COLETA DE PRODUTOS DE AGRONEGÓCIO

Segundo Lobo et al. (2005), o objetivo desse trabalho era minimizar a distância total percorrida pela frota nas propriedades produtoras de produtos agropecuários. Utilizou-se um modelo matemático a partir da heurística de Clarke e Wright. Tal modelo fornecia informações referentes a dois dias de coleta, passando por todos os clientes. O resultado foi uma coleta organizada em 37 rotas diárias, para captar um volume médio de 435 unidades ao longo de 2,5 mil km e visitando todos os 260 produtores. Além disso, foi simulado o tipo de veículo mais adequado. Foi gerado um estudo comparativo para as diferentes capacidades dos caminhões tipo carreta, toco e truck. Com isso, os custos da coleta e da frota utilizada foram reduzidos.

3. MÉTODO DE RESOLUÇÃO PROPOSTO

Este capítulo contém o método de roteirização escolhido e sua aplicação nos dados reais.

Existem diversos métodos para a solução de problemas de roteamento de veículos. Cada método encaixa-se melhor com um tipo de problema estudado. Existem problemas de complexidades diversas, e a partir das suas particularidades, o método mais adequado deve ser escolhido.

O problema em questão neste trabalho é caracterizado pela distribuição de produtos com início em ponto (a fábrica) e com destino a vários clientes. Além disso, cada cliente deve estar somente uma vez na rota, de forma que a quantidade total de produtos no veículo não exceda a sua capacidade. Outra característica do problema em questão é que o veículo pode passar por vários clientes na mesma viagem. Existe também a limitação do tempo de roteiro diário, que deve ser menor ou igual ao tempo de jornada do funcionário responsável pela entrega. O entregador também é responsável pelo abastecimento no estabelecimento dos clientes (ponto de venda), ou seja, o tempo de descarregamento será levado em consideração. Para esse estudo, vai ser considerado que não há horário estabelecido para as distribuições, ou seja, qualquer horário dentro da jornada do entregador é um horário possível para a realização da entrega.

Considerando todas as características do problema de roteirização, o método mais apropriado é o de Clarke e Wright, ou método das economias. Tal escolha foi feita baseada na complexidade do problema. Esse é um método que levará em consideração as restrições apresentadas, tal como a capacidade máxima do veículo, o tempo de jornada disponível para realizar as entregas e a quantidade de mercadoria que deve ser entregue a cada cliente.

3.1 DESCRIÇÃO DO MODELO DE CLARKE E WRIGHT

Esse método é aplicado para encontrar uma solução precisa, eficiente e eficaz em casos onde existam diversas paradas e restrições. De acordo com Novaes (2007), as etapas para a resolução da roteirização pelo método de Clarke e Wright são as seguintes:

- Calcula-se o ganho entre todos os pontos de entrega, combinados dois a dois.

- Os pares de clientes são ordenados de acordo com o ganho entre eles, do maior para o menor ganho.
- Começar o sistema a partir do par de pontos com o maior ganho e ir montando de acordo com as seguintes restrições.
 - a) Se os pontos do par não foram incluídos em nenhum dos roteiros já abertos, então criar um novo roteiro com esses nós;
 - b) Se exatamente um dos pontos já pertence a um roteiro preestabelecido, verificar se esse ponto é o primeiro ou último do roteiro. Se isso ocorrer, acrescentar o arco em questão a esse roteiro. Caso contrário, passar para a etapa seguinte, saltando tal par;
 - c) Se ambos os nós já pertencerem a dois roteiros construídos, verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros (adjacentes ao nó D). Nesse caso fundir os dois roteiros num só. Caso contrário, passar para a etapa seguinte, pulando esse par;
 - d) Se ambos os nós pertencem a um mesmo roteiro, avançar para a etapa seguinte;
- O método é finalizado quando todos os pontos estão contemplados em algum roteiro. A partir disso é possível saber quantos roteiros foram formados, a sequência das entregas e a quantidade de quilômetros rodados por dia.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE CLARKE E WRIGHT

Escolheu-se o período de uma semana de entregas dos produtos, considerando também as restrições e especificações da empresa estudada. As informações serão apresentadas mais adiante. Na sequência será demonstrado o passo a passo da aplicação da teoria de Clarke e Wright, com o intuito de exemplificar como foram obtidos os dados que serão analisados no próximo capítulo do presente estudo.

Quadro 1: Restrições do Problema

Restrições			
Capacidade	Tempo	Dias na semana	Autonomia Veículo
120 caixas com 24 picolés	8h/d	5dias/semana	435km sem abastecer

Fonte: Autor

Quadro 2: Especificações do Problema

Especificações	
Centro de distribuição	Veículo usado
SAAN QD 2, Lote 420	Chevrolet S10 (2007) adaptada

Fonte: Autor

As restrições do problema, mostradas no Quadro 1, foram encontradas de acordo com as informações providas pela empresa. O veículo em questão é uma caminhonete S10, da Chevrolet, modelo 2007. O veículo foi adaptado com uma câmara fria no lugar da sua caçamba para fazer o transporte de produtos congelados. A autonomia do veículo foi encontrada a partir do tamanho do seu tanque (67 litros) e o rendimento (6,5km/L). O funcionário responsável pela distribuição trabalha de segunda à sexta, em um período de 8horas diárias variáveis de acordo com a demanda, totalizando assim 40 horas semanais flexíveis.

Quadro 3: Exemplo de Informações de um dia de distribuição

Roteiro Real - dia 1							
ID	Dia	Volume (cxs de 24un)	Estabelecimento	Distância Percorrida (km)	Tempo de Descarga(h)	Tempo de Deslocamento(h)	Velocidade Real (km/h)
0	16/10/2017		FÁBRICA				
1	16/10/2017	1	UN REFRESCO	19,4	0,10	0,48	40,14
2	16/10/2017	3	COMIDA MINEIRA REC. DAS EMAS	7	0,17	0,23	30,00
3	16/10/2017	3	COMIDA MINEIRA SAMAMBAIA	8,9	0,12	0,33	26,70
4	16/10/2017	2	PIZZARIA SAO PAULO TAGUATINGA	7,5	0,10	0,17	45,00
5	16/10/2017	1	FOGO DE LENHA	1,8	0,08	0,17	10,80
6	16/10/2017	2	MR BROWNIE TAGUATINGA	2,9	0,25	0,25	11,60
7	16/10/2017	5	S4 HOTEL	1,5	0,23	0,08	18,00
8	16/10/2017	1	ROCKS ACAI	2,1	0,05	0,15	14,00
9	16/10/2017	1	SIGMA AGUAS CLARAS	0,75	0,12	0,07	11,25
10	16/10/2017	1	FARTURAO HORTIFRUTI AGUAS CLARAS	1,3	0,05	0,08	15,60
11	16/10/2017	2	TORTERIA DI LORENZA AGUAS CLARAS	0,55	0,13	0,02	33,00
12	16/10/2017	3	BARCA DO ACAI	5,2	0,33	0,25	20,80
0	16/10/2017		FÁBRICA	19		0,38	49,57
Somas		25		77,9	1,73	2,67	326,45
Total						4,40	25,11

Fonte: Autor

Nas especificações do problema encontra-se a localização da fábrica, que é também o centro de distribuição dos produtos. Diariamente a caminhonete deve partir e retornar a esse

ponto. Todas as informações apresentadas foram coletadas diretamente com a empresa e seus funcionários.

Para todos os dias foi elaborado uma tabela no modelo do Quadro 3.. A tabela impressa foi entregue ao funcionário responsável pela distribuição para que fosse preenchida com os horários de saída e chegada de cada ponto de venda, assim como com a quantidade de caixas entregues e os endereços completos.

O campo de “Volume” diz respeito à quantidade de caixas que o entregador deixou em cada endereço. Cada caixa comporta 24 picolés e só são entregues de forma fechada. Esse dado foi coletado para entender se em algum dia de distribuição o entregador chegou ao carregamento máximo do veículo, que é de 120 caixas.

Para uma melhor visualização da tabela, foi ocultado o endereço completo dos estabelecimentos e optou-se por deixar apenas o nome de referência. Porém, a informação completa está contida no Apêndice 1 deste trabalho.

A coluna ID atribui para cada ponto de entrega um número fixo, que será usado no desenvolver da aplicação do método de Clarke e Wright. Os números foram escolhidos de acordo com a ordem de entrega escolhida pelo motorista e respeitam a ordem dos dias da semana. Ou seja, considerando que o Quadro 3 é referente ao primeiro dia de distribuição e termina no ponto 12, o dia 2 da distribuição irá começar entregando no ponto 13, e assim por diante.

As informações de horário anotadas pelo funcionário serviram de base para determinar o tempo de descarga e o tempo de deslocamento entre os pontos. Utilizando a ferramenta do *Google Maps*, foi determinada a distância percorrida entre os pontos e, a partir disso, a velocidade real percorrida pelo entregador (baseado no tempo que ele demorou no percurso).

O Quadro 4 apresenta as distâncias entre todos os pontos visitados na rota, assim como a distância entre todos os pontos e o ponto “0”, que é referente à origem das entregas, ou seja, à fábrica. Os números de referência foram retirados do Quadro 3 visto anteriormente. As distâncias apresentadas foram retiradas do *Google Maps*, considerando a menor rota entre os dois pontos sugerida pelo mesmo.

Quadro 4: Matriz de distâncias entre os pontos de distribuição do dia Dia 1

DISTÂNCIAS (Km) - 16/10/17 (Dia 1)													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	x	19,4	27	26,2	21	9,5	20,4	18,7	18,9	18,4	16,8	17,3	19
1		x	7	11,3	12,6	10,2	7,9	8,8	8,5	9	12,4	12,3	9,7
2			x	8,9	10,7	12,5	12,2	13,1	12,8	13,3	14,3	15,6	12,1
3				x	7,5	9,3	11,2	11,2	13,4	13,6	16,6	17,2	9
4					x	1,8	13,6	3,7	5,8	6,1	9,1	9,6	1,4
5						x	2,9	2,9	5	5,3	8,3	8,8	0,65
6							x	1,5	3,7	4	4,8	4,8	2,6
7								x	2,1	2,5	3,3	3,3	3,3
8									x	0,75	1,9	2	5,3
9										x	1,3	1,2	4,9
10											x	0,55	5,1
11												x	5,2
12													x

Fonte: Autor

Os dados apresentados no Quadro 4 foram utilizados para o cálculo dos ganhos, seguindo a heurística de Clarke e Wright. A matriz dos ganhos está apresentada no Quadro 5.

Quadro 5: Matriz dos Ganhos

MATRIZ DE GANHOS - 16/10/17 (Dia 1)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	x	39,4	34,3	27,8	18,7	31,9	29,3	29,8	28,8	23,8	24,4	28,7
2		x	44,3	37,3	24	35,2	32,6	33,1	32,1	29,5	28,7	33,9
3			x	39,7	26,4	35,4	33,7	31,7	31	26,4	26,3	36,2
4				x	28,7	27,8	36	34,1	33,3	28,7	28,7	38,6
5					x	27	25,3	23,4	22,6	18	18	27,85
6						x	37,6	35,6	34,8	32,4	32,9	36,8
7							x	35,5	34,6	32,2	32,7	34,4
8								x	36,55	33,8	34,2	32,6
9									x	33,9	34,5	32,5
10										x	33,55	30,7
11											x	31,1
12												x

Fonte: Autor

Em seguida, os ganhos apresentados no Quadro 5 foram ordenados de forma decrescente para atender à heurística de Clarke e Wright, na qual os maiores ganhos são acrescentados primeiro. Os ganhos hierarquizados referentes ao primeiro dia de coleta de dados estão apresentados no Quadro 6.

Quadro 6: Ganhos Hierarquizados do Dia 1

S	Valor										
S2-3	44,3	S3-6	35,4	S3-7	33,7	S1-6	31,9	S4-10	28,7	S1-10	23,8
S3-4	39,7	S2-6	35,2	S10-11	33,55	S3-8	31,7	S4-11	28,7	S5-8	23,4
S1-2	39,4	S6-9	34,8	S4-9	33,3	S11-12	31,1	S5-12	27,85	S5-9	22,6
S4-12	38,6	S7-9	34,6	S2-8	33,1	S3-9	31	S1-4	27,8	S1-5	18,7
S6-7	37,6	S9-11	34,5	S6-11	32,9	S10-12	30,7	S4-6	27,8	S5-10	18
S2-4	37,3	S7-12	34,4	S7-11	32,7	S1-8	29,8	S5-6	27	S5-11	18
S6-12	36,8	S1-3	34,3	S2-7	32,6	S2-10	29,5	S3-5	26,4		
S8-9	36,55	S8-11	34,2	S8-12	32,6	S1-7	29,3	S3-10	26,4		
S3-12	36,2	S4-8	34,1	S9-12	32,5	S1-9	28,8	S3-11	26,3		
S4-7	36	S9-10	33,9	S6-10	32,4	S1-12	28,7	S5-7	25,3		
S6-8	35,6	S2-12	33,9	S7-10	32,2	S4-5	28,7	S1-11	24,4		
S7-8	35,5	S8-10	33,8	S2-9	32,1	S2-11	28,7	S2-5	24		

Fonte: Autor

Geralmente, o maior ganho é aquele referente a dois pontos distantes do centro de distribuição, porém próximos entre si. Dessa forma, seguindo a lógica de Clarke e Wright, quando os pontos vão sendo acrescentados eles vão se aproximando do centro de distribuição.

O ganho “S2-3” foi o maior para o Dia 1. Ou seja, 44,3 km é o ganho de distâncias ao se incorporar no roteiro a ligação do ponto 2 ao ponto 3 numa mesma viagem, em vez de atendê-los em viagens separadas. Consultando o Quadro 3, fica evidente que os pontos referentes ao maior ganho são “COMIDA MINEIRA REC. DAS EMAS” (ponto 2 da rota 1 real) e “COMIDA MINEIRA SAMAMBAIA” (ponto 3 da rota 1 real). Assim, eles iniciam o primeiro roteiro (Quadro 7).

Quadro 7: Início do Roteiro 1 Otimizado

Roteiro 1	0-2-3-0
Capacidade (caixas)	6
Distância percorrida (km)	62,1
Tempo de descolamento (h)	1,2
Tempo total (com t descarga)	1,28

Fonte: Autor

A partir desse ponto, os próximos vão sendo adicionados na sequência, sempre verificando se as restrições não estão sendo extrapoladas. A capacidade e o tempo de descarga são mantidos iguais ao do roteiro real. As alterações observadas são no tempo de

deslocamento e na distância percorrida devido à alteração em relação ao roteiro real. Tais dados foram retirados do *Google Maps*, considerando o horário comercial. No caso apresentado, a distância percorrida é 62,1 km e o tempo necessário é de 1,28 horas. Ou seja, a velocidade média é de 48 km/h. O tempo total é a soma do tempo de descolamento com o tempo de descarga previamente relatado pelo motorista para os pontos 2 e 3 do roteiro do Dia 1 real.

A partir disso, a rota começa a ser montada respeitando as regras propostas por Clarke e Wright. Verifica-se qual é o próximo ponto com o maior ganho que pode ser adicionado a uma das extremidades da rota atual. No caso, o próximo ganho é “S3-4”, com valor de 39,7 km. A rota vai sendo aumentada até que se atinja uma das restrições de (carga ou horário), ou todos os pontos sejam contemplados na rota otimizada. O roteiro 1 do Dia 1 otimizado ficou da seguinte maneira (Quadro 8):

Quadro 8: Roteiro otimizado do Dia 1

Roteiro Ideal - Dia 1	
Roteiro 1	0-5-1-2-3-4-12-6-7-8-11-9-10-0
Capacidade (caixas)	25
Distância percorrida (km)	72
Tempo de descolamento (h)	2,37
Tempo total (com t descarga)	4,10
Velocidade média (km/h)	30,42

Fonte: Autor

Se ocorrer o caso de uma restrição ser atingida enquanto a rota está sendo montada sem que todos os clientes seja incluídos no roteiro 1, um novo roteiro deve ser iniciado, seguindo os mesmos passos da criação do primeiro roteiro. Esse procedimento foi repetido para todos os outros dias de distribuição da semana, considerando-se os dias úteis.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo encontra-se o comparativo dos dados fornecidos pela empresa e os resultados propostos otimizados, além dos custos operacionais de transporte vinculados aos roteiros construídos.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A distribuidora corresponde a uma pequena empresa produtora e comercializadora de picolés e sorvete no Distrito Federal. A empresa entrega com sua própria frota (que consiste em uma caminhonete adaptada), em estabelecimentos que incluem bares, restaurantes, lanchonetes, mercados de todos os tamanhos etc., no DF e no Entorno. O gerenciamento do atendimento é feito dividindo-se o grupo de clientes de acordo com as características de cada estabelecimento, considerando a demanda e a região geográfica em que se localizam os clientes.

A empresa tem mais de 200 clientes, dos quais nem todos efetuam pedidos semanalmente, o que altera a rota de entregas frequentemente.

A retirada dos pedidos é feita através de um outro funcionário responsável pelas vendas. Geralmente os pedidos são emitidos um dia antes do dia de entrega em cada ponto. Porém, observou-se uma certa falta de coordenação entre a área de vendas, a área de produção e a área de distribuição. Essas incongruências ficaram mais evidentes com o decorrer do estudo.

A empresa tem o horário de funcionamento de segunda a sexta, configurando 40 horas trabalhadas durante a semana. Para a realização do estudo de caso, foram escolhidas as rotas atribuídas para o entregador no período de uma semana, considerando o seu horário de trabalho destinado para a distribuição como 6 horas diárias.

4.2 MODELO REAL DE DISTRIBUIÇÃO

Atualmente a empresa distribui os produtos solicitados de acordo com a necessidade e restrições dos clientes. Dessa forma, os clientes alocados no dia 1, por exemplo, não podem ser contemplados na rota do dia 2. A partir disso, e com as informações que foram providas pelo entregador da empresa, foram elaborados os quadros que contêm as rotas reais dos outros quatro dias.

Quadro 9: Roteiro Real Dia 2

Roteiro Real - dia 2								
ID	Dia	Volume	Estabelecimento	Bairro	Distância Percorrida (km)	Tempo de Descarga(h)	Tempo de Deslocamento(h)	Velocidade Real (km/h)
0	17/10/2017		FÁBRICA	SAAN				
13	17/10/2017	3	PAES E VINHOS	LAGO NORTE	12,4	0,10	0,23	53,14
14	17/10/2017	3	REDE TUDO LAGO NORTE	LAGO NORTE	2,6	0,12	0,05	52,00
15	17/10/2017	6	MERCADO E HORTIFRUTI DA ILHA	LAGO NORTE	2,7	0,30	0,08	32,40
16	17/10/2017	2	CONVENIENCIA TAQUARI	TAQUARI	8,4	0,10	0,37	22,91
17	17/10/2017	2	BIZA QUERUBINA	SOBRADINHO	6,1	0,12	0,20	30,50
18	17/10/2017	4	CARNAUBAS LANCHONETE E PIZZARIA	SOBRADINHO	11,1	0,13	0,13	83,25
19	17/10/2017	2	FATURAO HORTIFRUTI SOBRADINHO	SOBRADINHO	2,7	0,20	0,20	13,50
20	17/10/2017	1	BOOKAFE	SOBRADINHO	1,3	0,35	0,08	15,60
21	17/10/2017	1	PIZZARIA SAO PAULO PLANALTINA	PLANALTINA	2	0,23	0,30	6,67
22	17/10/2017	2	ESTACAO DO CAMPO RESTAURANTE	SOBRADINHO	2,1	0,08	0,23	9,00
23	17/10/2017	3	BAR DO CARLINHOS	PLANALTINA	16,8	0,17	0,32	53,05
24	17/10/2017	3	ALIRIO SALAO	PLANALTINA	3,7	0,10	0,17	22,20
25	17/10/2017	5	DAHORA ALTANA	SOBRADINHO	29,1	0,13	0,52	56,32
0	17/10/2017		FÁBRICA	SAAN	15,5		0,33	46,50
Somos		37			116,5	2,13	3,22	497,04
Total							5,35	35,50

Fonte: Autor

Na rota real do dia 2, mostrado no Quadro 9, observa-se que o volume de entregas é de 37 caixas, o que é bem abaixo da capacidade máxima do veículo, que é de 120 caixas. Nesse dia, o motorista percorreu 116,5 km, com um tempo total de 5 horas e 21 minutos. Ou seja, as restrições foram todas respeitadas.

Quadro 10: Roteiro Real Dia 3

Roteiro Real - dia 3								
ID	Dia	Volume (cxs de 24un)	Estabelecimento	Bairro	Distância percorrida (km)	Tempo de Descarga(h)	Tempo de Deslocamento(h)	Velocidade Real (km/h)
	18/10/2017		Fábrica	SAAN				
26	18/10/2017	3	RESTAURANTE VARANDA DO SUL	ASA NORTE	9	0,17	0,37	24,55
27	18/10/2017	5	ELEVE MERCADO SAUDEL	ASA NORTE	2	0,15	0,08	24,00
28	18/10/2017	5	A CANTINA	ASA NORTE	3,2	0,10	0,13	24,00
29	18/10/2017	4	MERCADO 153 BRASILIA SHOPPING	ASA NORTE	0,65	0,08	0,05	13,00
30	18/10/2017	4	REDE TUDO 302 NORTE	ASA NORTE	1,2	0,30	0,10	12,00
31	18/10/2017	2	ABES CAFETERIA	ASA NORTE	1,8	0,12	0,17	10,80
32	18/10/2017	3	CANTUCCI	ASA NORTE	1,8	0,05	0,10	18,00
33	18/10/2017	2	VO ZICA UNB	ASA NORTE	3,4	0,10	0,08	40,80
34	18/10/2017	2	MERCEARIA	ASA NORTE	2,7	0,12	0,10	27,00
35	18/10/2017	2	AQUITEM BR 415	ASA NORTE	1,5	0,20	0,07	22,50
	18/10/2017		Fábrica	SAAN	10,1		0,25	40,40
Somos		32			37,35	1,38	1,50	257,05
Total							2,88	23,37

Fonte: Autor

No roteiro Real do Dia 3, apresentado no Quadro 10, observa-se que o entregador trabalhou apenas durante 2 horas e 52 minutos, das 8 horas diárias referentes ao seu

expediente. Ao investigar essa informação, foi relatado que em alguns dias o entregador também auxilia em outras atividades internas da empresa, tal qual a retirada de algum insumo que não pode ser entregue na fábrica, ou para transporte de algum objeto que não seja apenas produto.

Quadro 11: Roteiro Real Dia 4

Roteiro Real - dia 4								
ID	Dia	Volume (cxs de 24un)	Estabelecimento	Bairro	Distância Percorrida (km)	Tempo de Descarga(h)	Tempo de Deslocamento(h)	Velocidade Real (km/h)
	19/10/2017		FÁBRICA	SAAN				
36	19/10/2017	5	STOP N GO VILA PLANALTO	VILA PLANALTO	12,00	0,27	0,52	23,23
37	19/10/2017	4	BRASEIRO	VILA PLANALTO	5,10	0,22	0,08	61,20
38	19/10/2017	4	GALETERIA GAUCHA	LAGO NORTE	16,90	0,20	0,30	56,33
39	19/10/2017	2	BOULEVARD SHOPPING	ASA NORTE	6,10	0,28	0,35	17,43
40	19/10/2017	2	BOM TEMPERO 714 NORTE	ASA NORTE	2,30	0,12	0,08	27,60
41	19/10/2017	1	MANJERICAO RESTAURANTE	ASA NORTE	2,20	0,12	0,07	33,00
42	19/10/2017	4	PADARIA SETE DELICIAS	ASA NORTE	3,00	0,05	0,10	30,00
43	19/10/2017	3	AQUITEM BR 411	ASA NORTE	1,70	0,17	0,10	17,00
44	19/10/2017	5	DVILELA RESTAURANTE	ASA NORTE	2,90	0,20	0,15	19,33
	19/10/2017	carregar	FÁBRICA	SAAN	10,80	0,92	0,30	36,00
45	19/10/2017	7	ALPINUS	ASA SUL	9,00	0,18	0,37	24,55
46	19/10/2017	9	OLIMPO ASA SUL	ASA SUL	2,40	0,32	0,12	20,57
47	19/10/2017	3	LANCHONETE CENACULO SANTO ANTONIO	ASA SUL	1,40	0,22	0,10	14,00
48	19/10/2017	1	LANCHONETE CENACULO MARISTAO	ASA SUL	5,20	0,05	0,33	15,60
49	19/10/2017	4	LANCHONETE CENACULO MARISTINHA	ASA SUL	2,30	0,08	0,07	34,50
50	19/10/2017	1	STOP&SHOP CONVENIENCIA 403 SUL	ASA SUL	3,60	0,10	0,13	27,00
51	19/10/2017	4	CONFEITARIA FRANCESA 203 SUL	ASA SUL	0,60	0,08	0,03	18,00
52	19/10/2017	1	DNA NATURAL 103 SUL	ASA SUL	0,07	0,07	0,05	1,40
53	19/10/2017	7	MR BROWNIE 103 SUL	ASA SUL	0,08	0,05	0,02	4,80
54	19/10/2017	1	CARPE DIEM ASA SUL	ASA SUL	0,06	0,10	0,03	1,80
	19/10/2017		FÁBRICA	SAAN	10,00		0,30	33,33
Somos		68			97,71	3,78	3,60	516,67
Total							7,38	24,60

Fonte: Autor

No Dia 4, cujo roteiro está descrito no Quadro 11, o motorista retorna à fábrica para carregar o veículo de entrega, sendo que nenhuma das restrições foi atingida. Isso acarreta em um impacto negativo tanto na distância percorrida, quanto no tempo gasto nesse dia. Observa-se que o total de horas trabalhadas quase extrapolou o limite de sua jornada diária de 8 horas. No dia em questão o entregador operou por 7 horas e 23 minutos.

Quadro 12: Roteiro Real Dia 5

Roteiro Real - dia 5								
ID	Dia	Volume (cxs de 24un)	Estabelecimento	Bairro	Distância Percorrida (km)	Tempo de Descarga(h)	Tempo de Deslocamento(h)	Velocidade Real (km/h)
	20/10/2017		FÁBRICA	SAAN				
55	20/10/2017	5	COMCOSTELA RESTAURANTE E CHURRASCARIA	SMU	3,9	0,23	0,13	29,25
56	20/10/2017	2	CASA DO CHOCOLATE	ASA SUL	5,9	0,30	0,35	16,86
57	20/10/2017	3	SANDUBAS CAFE	ASA SUL	1,4	0,20	0,12	12,00
58	20/10/2017	3	DON BISTRO	ASA SUL	2,2	0,12	0,10	22,00
59	20/10/2017	1	ARENA 10 CAFE	ASA SUL	1,5	0,08	0,15	10,00
60	20/10/2017	4	BAR BRAHMA	ASA SUL	1,3	0,28	0,08	15,60
61	20/10/2017	1	BRACE CORTES ESPECIAIS	ASA SUL	1,8	0,05	0,10	18,00
62	20/10/2017	5	LIBANUS	ASA SUL	0,6	0,07	0,12	5,14
63	20/10/2017	5	XIQUE XIQUE ASA SUL	ASA SUL	1,5	0,33	0,07	22,50
64	20/10/2017	3	SIMPSONS	ASA SUL	1,5	0,17	0,05	30,00
65	20/10/2017	4	LE JARDIN	ASA SUL	2,1	0,23	0,10	21,00
66	20/10/2017	2	SANDUBAS CAFE 712 SUL	ASA SUL	3,3	0,10	0,33	9,90
67	20/10/2017	2	CULT VIDEO	ASA SUL	3,2	0,10	0,18	17,45
68	20/10/2017	1	BAR CRISTAL	ASA SUL	3	0,07	0,05	60,00
69	20/10/2017	3	PIT STOP (414 sul)	ASA SUL	1,5	0,38	0,08	18,00
	20/10/2017	Almoço			8	0,65	0,50	16,00
	20/10/2017	Carregar	FÁBRICA	SAAN	4,2	0,55	0,38	10,96
	20/10/2017	Abastecer			1	0,20	0,03	30,00
70	20/10/2017	1	ORGUTAL CASA DE JOGOS	ASA SUL	9	0,17	0,45	20,00
71	20/10/2017	12	ESCOLA DAS NACOES	LAGO SUL	11,9	0,32	0,42	28,56
72	20/10/2017	3	DROGARIA BRASIL LAGO SUL	LAGO SUL	9,6	0,28	0,23	41,14
73	20/10/2017	2	VENDA CONVENIENCIA	PARK SUL	13,6	0,35	0,53	25,50
	20/10/2017		FÁBRICA	SAAN	8,2		0,45	18,22
Somas		62			100,2	5,23	5,02	498,09
Total							10,25	21,66

Fonte: Autor

No quadro 12 é apresentado o Roteiro Real do Dia 5, referente à sexta-feira. Neste dia o entregador ultrapassa o limite de tempo diário, trabalhando por 9 horas e 36 minutos, se o seu tempo de almoço de 39 minutos for desconsiderado. Ou seja, 1 hora e 36 minutos além da sua jornada. Além disso, ele faz uma parada para abastecer o carro, e também retorna para a fábrica para carregar o veículo com mais mercadoria. Novamente, a restrição de carga não foi ultrapassada. Ao investigar tal fato, ficou claro que há uma falta de alinhamento entre a área de produção e distribuição. No dia em questão, o motorista foi obrigado a retornar para a fábrica pois alguns dos produtos que deveriam ser entregues não estavam em estoque no momento em que ele iniciou sua rota.

4.3 ROTAS IDEAIS

A partir dos dados coletados, aplicou-se o modelo de Clarke e Wright, simulando uma nova rota, com o objetivo de promover uma melhoria para o sistema e, conseqüentemente,

uma otimização do sistema de distribuição. As tabelas com as matrizes de distância e ganhos, assim como os ganhos hierarquizados de todos os cinco dias trabalhados podem ser encontradas no Apêndice 1.

Utilizou-se a mesma distribuição de clientes para cada dia da semana, gerando roteiros que minimizassem as distâncias percorridas pela caminhonete e, conseqüentemente, os custos operacionais.

Para a configuração dos novos roteiros, foi adotado o mesmo tempo de parada observado na rota real, referente a cada ponto contemplado na distribuição. Os números de referência (coluna “ID” nos quadros anteriores) também foram mantidos os mesmos para cada ponto de distribuição. No caso da rota real, esses pontos têm a seqüência numérica atendida pelo motorista. Já nas rotas ideais, eles mudam de ordem devido ao novo roteiro proposto. O ponto zero é o centro de distribuição, ou seja, a fábrica. Os quadros 13 a 17 apresentam as comparações dos resultados em cada dia da semana.

Quadro 13: Quadro Comparativo do Dia 1

Comparação das Rotas - Dia 1		
	REAL	IDEAL
Roteiro	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-0	0-5-1-2-3-4-12-6-7-8-11-9-10-0
Capacidade (caixas)	25	25
Distância percorrida (km)	77,9	72
Tempo de descolamento (h)	2,67	2,07
Tempo total (com t descarga)	4,4	3,80
Velocidade média (km/h)	25,11	34,84

Fonte: Autor

No dia referente a segunda-feira, observa-se que a capacidade e o número de clientes atendidos mantêm-se os mesmos, ou seja, todas as entregas foram efetuadas.

No roteiro real, a distância percorrida foi de 77,9 quilômetros, já na ideal foi de 72 quilômetros. Uma redução de 5,9 quilômetros, o que representa uma melhoria de 7,6%.

O tempo de deslocamento no roteiro real foi de 2,67 horas, em comparação com o ideal de 2,07 horas, houve uma economia de 0,6 horas, o que representa percentualmente 22,6% de redução.

A jornada total do entregador (considerando o tempo de deslocamento e o tempo de descarga) no roteiro real foi de 4,4 horas e no ideal de 3,8 horas. A redução de 0,6 hora representa 13,6% de ganho em relação à rota real.

A diferença observada no tempo de deslocamento e no tempo total de 0,6 horas foi mantida, pois o tempo de descarga continuou o mesmo e foi acrescentado ao tempo total em ambos os casos. Para o dia 1, o tempo total de descarga foi de 1,73 horas.

A velocidade média passou de 25,11 km/h no roteiro real, para 38,84 km/h no roteiro ideal, representando um acréscimo de 38,7%.

As mesmas análises podem ser feitas para os dias 2 e 3 da rota de distribuição. Os resultados encontrados são apresentados nos Quadros 14 e 15.

Quadro 14: Quadro Comparativo do Dia 2

Comparação das Rotas - Dia 2		
	REAL	IDEAL
Roteiro 2	0-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-0	0-23-24-22-18-21-20-19-17-25-16-14-15-13-0
Capacidade (caixas)	37	37
Distância percorrida (km)	116,5	107,2
Tempo de descolamento (h)	3,22	2,32
Tempo total (com t descarga)	5,35	4,45
Velocidade média (km/h)	35,55	46,27

Fonte: Autor

Quadro 15: Quadro Comparativo do Dia 3

Comparação das Rotas - Dia 3		
	REAL	IDEAL
Roteiro 3	0-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-0	0-28-29-26-30-31-32-33-34-35-27-0
Capacidade (caixas)	32	32
Distância percorrida (km)	37,35	34,5
Tempo de descolamento (h)	1,50	1,20
Tempo total (com t descarga)	2,88	2,58

Fonte: Autor

Quadro 16: Quadro Comparativo do Dia 4

Comparação das Rotas - Dia 4		
	REAL	IDEAL
Roteiro 4	0-36-37-38-39-40-41-42-43-44-0-45-46-47-48-49-50-51-52-53-0	0-45-46-47-48-49-50-51-54-53-52-37-36-43-44-40-41-42-39-38-0
Capacidade (caixas)	68	68
Distância percorrida (km)	97,1	79,9
Tempo de descolamento (h)	3,60	2,95
Tempo total (com t descarga)	7,38	5,82
Velocidade média (km/h)	24,6	27,08

Fonte: Autor

Na rota do Dia 4, percebe-se uma diferença maior tanto na quilometragem rodada, quanto no tempo de deslocamento. Isso ocorre porque, nesse dia, o motorista retornou à fábrica sem haver necessidade por nenhuma das restrições apresentadas. O motivo do retorno foi devido à incongruência entre os setores produtivos e de distribuição da empresa em questão. Dessa forma, o tempo de descarregamento atribuído ao carregamento dos produtos na caminhonete foi desconsiderado no roteiro ideal. O mesmo ocorre com a rota do Dia 5, apresentada no Quadro 17.

Quadro 17: Quadro Comparativo do Dia 5

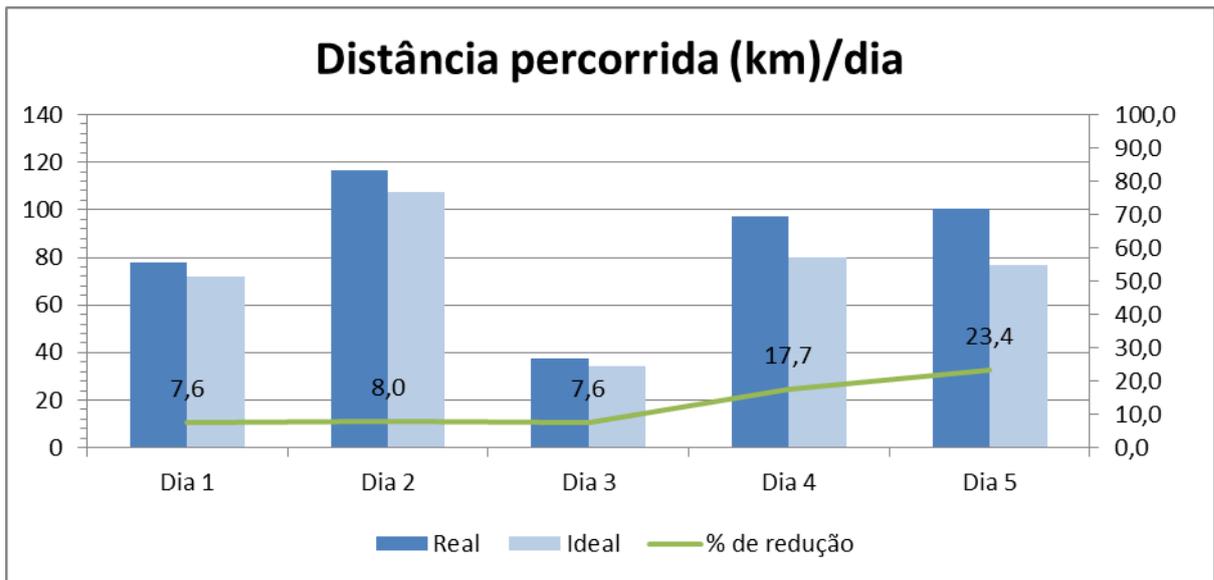
Comparação das Rotas - Dia 5		
	REAL	IDEAL
Roteiro 5	0-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-0-70-71-72-73-0	0-73-55-57-56-72-60-58-59-62-61-63-67-71-69-68-66-65-64-70-0
Capacidade (caixas)	62	62
Distância percorrida (km)	100,2	76,8
Tempo de descolamento (h)	5,02	3,62
Tempo total (com t descarga)	10,25	7,98
Velocidade média (km/h)	21,66	21,22

Fonte: Autor

No dia 5, houve uma diferença no tempo de descarga entre o cenário real e o ideal devido à algumas paradas desnecessárias, como já dito antes. Além do carregamento do veículo na fábrica, foi descontado também o tempo para abastecimento da caminhonete, visto que esse processo deve ser feito todos os dias, quando necessário, antes de começar as rotas de entrega. Já o tempo de almoço foi considerado na rota Ideal, devido à longa jornada do dia e a não possibilidade de alocar a rota para apenas um período, seja matutino ou vespertino. O tempo de almoço considerado nesse caso foi o relatado pelo motorista, e corresponde a 0,65 hora.

O Gráfico 1 traz um comparativo entre as distâncias percorridas nos cinco dias avaliados, nas rotas reais e ideais, assim como os percentuais de redução na quilometragem rodada em cada dia.

Gráfico 1: Distância Percorrida por Dia da Semana

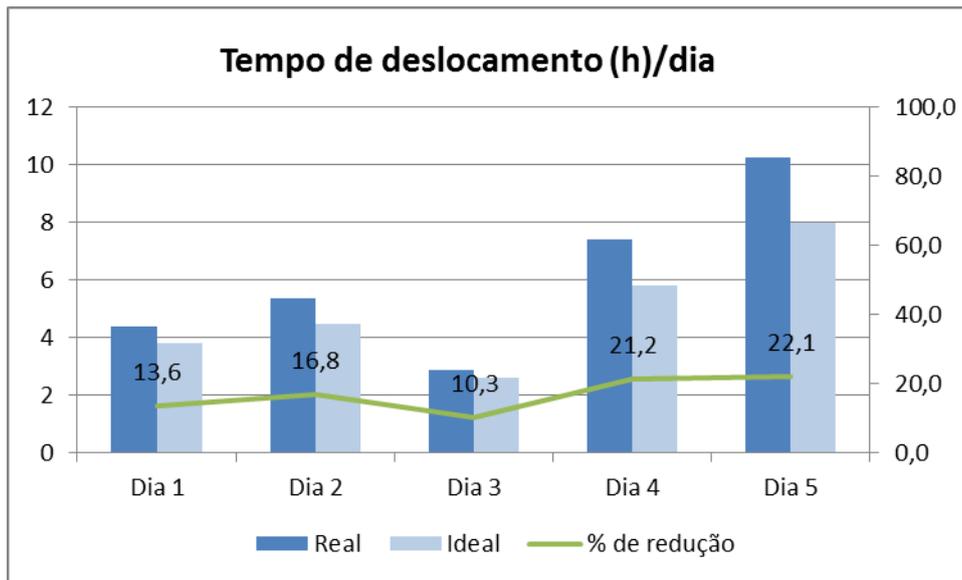


Fonte: Autor

As barras azuis escuras representam a distância percorrida por dia do roteiro real e as barras azuis claras indicam a distância por dia do roteiro real. O percentual de redução foi calculado a partir das diferenças de quilometragem entre a rota real e a ideal. Eles estão representados pela linha verde, variando de 7,6% a 23,4%.

O gráfico 2, traz um comparativo do tempo da jornada total do entregador em cada dia da semana. Para esse gráfico, foi considerado o tempo de deslocamento somado ao tempo de descarga.

Gráfico 2: Tempo de Jornada por Dia da Semana



Fonte: Autor

O tempo de deslocamento tem um percentual maior de variação nos dias 4 e 5 pois nesses dias o motorista retorna à fábrica sem ter necessidade, caso se considerem as restrições apresentadas como as únicas do problema.

4.4 CUSTOS LOGÍSTICOS

Para o cálculo dos custos logísticos, a semana estudada foi usada como referência para uma projeção mensal. Tal análise foi feita com o intuito de mensurar os impactos orçamentários, caso a roteirização baseada no método de Clarke e Wright fosse aplicada durante as 4 semanas do mês. Como dito anteriormente, as rotas são alteradas semanalmente, de acordo com a quantidade de clientes demandantes de pedidos e de acordo com o tamanho dos seus pedidos. Porém, a empresa informou que a maioria das semanas possuem variações similares às da analisada. As informações gerais sobre os roteiros real e ideal encontram-se no Quadro 18.

Quadro 18: Informações Gerais dos Roteiros Real e Ideal

INFORMAÇÕES GERAIS		
	REAL	IDEAL
Distância percorrida por mês (km/mês)	1716,2	1481,6
Média de rendimento do veículo (km/L)	6,5	6,5
Tempo de deslocamento do veículo por mês (horas/mês)	64,04	48,61
Tempo de trabalho do motorista por mês (horas/mês)	121,04	98,52

Fonte: Autor

Considerando que o veículo é o mesmo nos dois cenários estudados, o rendimento se mantém o mesmo. Segundo o motorista, o veículo tem um rendimento médio de 6,5 quilômetros por litro.

Um dado visualizado na projeção mensal é o número de horas trabalhadas pelo motorista na distribuição dos produtos. Como visto no Quadro 18, no cenário real, o funcionário trabalhou 121,04 horas por mês e no cenário ideal, apenas 98,52 horas. Em ambos os casos, não se chegou próximo ao proposto na sua jornada mensal, que é de 160 horas. O roteiro otimizado poderia se encaixar em uma jornada mensal de 120 horas flexíveis, correspondente à 6 horas diárias. Essa redução de jornada acarreta uma redução nos custos relacionados ao salário do motorista.

Os valores de distância percorrida por mês, tempo de deslocamento do veículo e o tempo de trabalho do motorista foram encontrados a partir do somatório de tais tempos durante uma semana, tanto na situação real quanto na ideal. Esse somatório foi multiplicado por quatro para obter uma projeção mensal.

Para a comparação dos custos variáveis mensais, alguns aspectos foram considerados, tal qual o fato de que o custo de manutenção é relativo à quantidade de quilômetros rodados pelo veículo no mês. Além disso, o custo da gasolina foi adotado a partir de uma média dos quatro postos mais próximos ao centro de distribuição. A média encontrada para o litro da gasolina foi de R\$ 4,05.

A partir dos dados fornecidos pela empresa, foi possível determinar os custos variáveis relacionados ao veículo e, conseqüentemente, à quilometragem rodada. O Quadro 19 traz um resumo dos custos por quilômetro rodado.

Quadro 19: Custos Variáveis por Quilômetro Rodado

			REAL	IDEAL
		R\$/km	R\$/mês	R\$/mês
Custos Variáveis	Combustível	0,62	1069,32	923,15
	Óleo para motor	0,15	257,43	222,24
	Pneus	0,30	514,86	444,48
	Reparos	0,25	429,05	370,40
	Manutenção	0,12	205,94	177,79
Total		1,44	2476,61	2138,06

Fonte: Autor

Na comparação mensal fica evidente que diferenças relativamente pequenas, tem um impacto significativo no orçamento mensal destinado à distribuição dos produtos. Com a rota ideal proposta, houve uma diminuição de R\$ 2.476,61 para R\$ 2.138,06 em apenas um mês de rodagem. Isso representa uma diminuição de 13,7% nos custos operacionais ligados à distribuição dos produtos.

5. CONCLUSÃO

Este capítulo contém as conclusões e as limitações do trabalho, assim como propostas para futuros estudos.

Este trabalho teve como intuito realizar um estudo de aplicação de dados reais de uma empresa para demonstrar soluções e melhorias nos processos logísticos.

Conclui-se que uma roteirização bem feita, baseada em métodos comprovados cientificamente, pode gerar resultados importantes para a empresa. Esses resultados tem impacto direto nos custos logísticos da mesma e são necessários quando há a necessidade de economizar e otimizar processos. Além disso, através da roteirização, é possível melhorar o gerenciamento da equipe logística.

Através do modelo proposto, diversos benefícios foram obtidos. Houve redução no tempo destinado às entregas, redução das distâncias percorridas, custo com combustível e gastos na manutenção do veículo. Ficou claro que a falta de planejamento prévio no processo de roteirização gera desperdícios e custos à empresa.

Uma restrição observada no trabalho foi em relação aos tempos de descarga. No caso do roteiro ideal, foram considerados os mesmos tempos observados no roteiro real. Vale ressaltar que é possível ocorrer uma diferença nesse dado quando implementada a rota ideal. Além disso, o estudo ficou restrito à uma semana de trabalho. Um trabalho feito com um banco de dados maior levaria a resultados mais precisos e impactantes em termos de redução de custos e de ganhos operacionais para a empresa.

A empresa estudada vende produtos congelados, que apresentam uma alta sazonalidade. Porém, devido a falta de dados retroativos, não foi possível fazer uma análise mais minuciosa dessa variação de demanda. Dessa forma, os custos projetados tanto no cenário real quanto no ideal não levaram tal variação em consideração.

Com este estudo foi possível observar que a jornada mensal flexível do motorista é maior do que o necessário para a situação apresentada na semana real e projetada. Porém, como dito anteriormente, considerando uma época de demandas mais expressivas, é provável que a jornada seja ideal.

Outro ponto a ser considerado é a possibilidade de juntar rotas menores em apenas um dia da semana, viabilizando essa operação com seus clientes.

Observou-se que é viável a implementação de uma roteirização baseada no método de Clarke e Wright, com o auxílio de ferramentas relativamente simples, como o Excel. Cabe ao distribuidor o planejamento para criar as rotas com antecedência e assim, de fato, obter melhores resultados. No cenário diário é interessante buscar outras ferramentas e softwares que façam a roteirização de forma mais automática e sem a necessidade de fazer o *input* de tantas informações. Com isso não haveria problemas no cadastramento de novos clientes, na mudança de demandas, dentre outras variáveis observadas.

Assim, os objetivos propostos pelo estudo foram atingidos, pois a pesquisa mostrou que é possível otimizar os processos de distribuição, utilizando ferramentas de roteirização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIS(Associação Brasileira das Industrias e do Setor de Sorvetes). 016. Disponível em: <http://www.abis.com.br/noticias_2016_1.html> Acesso em: 20/11/2017.
- ABRASEL(Associação Brasileira de Bares e Restaurantes). **O mercado de sorvetes pós-paleta**. Janeiro de 2016. Disponível em: <<http://www.abrasel.com.br/component/content/article/7-noticias/4111-28012016-o-mercado-de-sorvetes-pos-paleta.html>> Acesso em: 20/11/2017
- ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. **Logística Aplicada: Suprimento e distribuição física**, 3 ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- AXADO. **O que é cubagem?** Fevereiro de 2012. Disponível em: <<https://www.axado.com.br/o-que-e-cubagem/>> Acesso em: 20/11/2017.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman., 2006.
- BALLOU, R. H. **Business Logistics Management**. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1994.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão Logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CARDIM, N. **Consumo cresce e mercado de sorvetes na capital passa longe da crise**. Correio Brasiliense: Economia. março de 2016. Disponível em:<http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2016/03/06/interna_cidadesdf,520765/consumo-cresce-e-mercado-de-sorvetes-na-capital-passa-longe-da-crise.shtml> Acesso em: 20/11/2017.
- CUNHA, C. B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes**, São Paulo: v. 8, n. 2, p. 51-74, 2000.
- DE ALENCAR, C. F.; DE MACEDO, E. R.; SOARES, A. M.; SOUZA, F. D. **Estudo de roteirização de veículos: aplicação da técnica de varredura em uma indústria de artigos de sono**. In: XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção, out 2015, Fortaleza.
- ENUMOTO, L. M. **Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista do Sul de Minas Gerais**. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais.
- FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas). **Preço médio de veículos**, 2016. Disponível em:<<http://veiculos.fipe.org.br/>> Acesso em: 20/11/2017.
- GALVÃO, R. D. Roteamento de Veículos com base em sistemas de informação geográfica. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 4, n.2., p. 159-173, agosto de 1997.
- GLOBO. O Globo: Economia, jan de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/contacorrente/noticia/2015/01/consumo-de-sorvete-no-brasil-teve-alta-de-mais-de-80-em-dez-anos.html>> Acesso em: 20/11/2017.
- GOOGLE. **Os mapas que seus usuários adoram**. Google Maps, 2016. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/web/?hl=pt-br>> Acesso em: 20/11/2017.
- LEITÃO, D. R., Silva, A. N., & Melo, A. C. (04 a 07 de Outubro de 2011). **Análise do processo de roteirização e programação de veículos na distribuição de jornais impressos: um estudo parcial aplicado em uma empresa de comunicação do estado do Pará**. enegp2011_tn_stp_135_857_18960, p. 11.
- LOBO, D. D.; OLIVEIRA, H. F.; YAMAGUCHI, L. C.; MARTINS, P. D. **Uma aplicação da heurística de Clark & Wright para a captação de produtos de agronegócios**. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2005.

LUNELLI, R. L. **Depreciação contábil segundo os critérios da lei nº 11.638/2007**. Portal da Contabilidade. (s.d.). Disponível em: <http://www.portaldecontabilidade.com.br/tematicas/depreciacao_lei11638.htm> Acesso em: 20/11/2017.

MARTINS, R. S.; LOBO, D. S.; JÚNIOR, W. F.; OLIVEIRA, H. F.; MARTINS, P. D.; YAMAGUCHI, L. C. Desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão da logística da captação de leite de uma cooperativa agropecuária. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 11, n. 3, p. 429-440, set-dez 2004.

MIURA, M. **Resolução de um problema de roteamento de veículos em uma empresa transportadora**. 2003. 89 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

NARUO, M. K. (2003). **O Estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas**. 2003. 293 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

NOVAES, A. G. **Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição de Produtos**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1989.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Rio de Janeiro: Ltda, 2007.

PESSANHA, V. **Classificação dos problemas de roteirização de veículos**. PUC Rio - Certificação Digital No 0612543/CA.2011. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11511/11511_3.PDF> Acesso em: 20/11/2017.

RIBEIRO, G. M., RUIZ, M. D., & DEXHEIMER, L. **Programa de roteamento de veículos: Aplicação no sistema de coleta dos correios**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador.

RODRIGUES, L. F.; PEIXOTO, E. C.; PINTO, L. R.; CONCEIÇÃO, S. V. **O problema de roteirização de veículos tratado de forma simples e eficiente em uma empresa transportadora de médio porte**. In: Simpósio de pesquisa operacional da marinha (SPOLM), agosto de 2006, Rio de Janeiro.

SEBRAE. **Estudo Setorial Minimercados**. Série Estudos Mercadológicos. Novembro de 2013. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/f13ac879fd41fb681fa620399520b42c/\\$File/4774.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/f13ac879fd41fb681fa620399520b42c/$File/4774.pdf)> Acesso em: 20/11/2017.

APÊNDICES

Apêndice 1

Este apêndice contém os dados reais fornecidos pela empresa e os dados utilizados para aplicação do modelo de Clarke e Wright.

16/10/2017: Dia 2

DISTÂNCIAS (Km) - Dia 2														
	0	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0	x	12,4	14,9	12,9	14,2	20,1	26,8	23,9	24,5	27	27	40,9	42,8	15,5
13	x		2,6	0,6	7,5	5	20	17,6	18	20,5	20,8	34,8	36	9,1
14		x		2,7	9,5	15,8	22	19	23	22,4	25	38	37,5	10,9
15			x		8,4	17	21	13	19	20	23	36	33	9,6
16				x		6,1	12,9	9,9	10,6	13,1	13,1	27	28,8	1,5
17					x		11,1	5	12	11	11,5	25	26,5	5,6
18						x		2,7	2,5	1,6	1,8	18,6	20,4	11,4
19							x		1,3	2,3	2,3	21,1	22,9	9
20								x		2	2	21,8	23,6	9,6
21									x		2,1	18,1	20	23,7
22										x		16,8	18,6	11,6
23											x		3,7	26,6
24												x		29,1
25														x

MATRIZ DE GANHOS - Dia 2													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
13	x	24,8	24,7	19,1	27,5	19,2	18,7	18,9	18,9	18,6	18,5	19,2	18,8
14		x	25,1	19,6	19,2	19,7	19,8	16,4	19,5	16,9	17,8	20,2	19,5
15			x	18,7	16,0	18,7	23,8	18,4	19,9	16,9	17,8	22,7	18,8
16				x	28,2	28,1	28,2	28,1	28,1	28,1	28,1	28,2	28,3
17					x	35,8	39,0	32,6	36,1	35,6	36,0	36,4	30,0
18						x	48,0	48,8	52,2	52,0	49,1	49,2	30,9
19							x	47,1	48,6	48,6	43,7	43,8	30,4
20								x	49,5	49,5	43,6	43,7	30,4
21									x	51,9	49,8	49,8	18,8
22										x	51,1	51,2	30,9
23											x	80,0	29,8
24												x	29,2
25													x

S	Valor												
S23-24	80	S18-20	48,8	S17-23	36	S16-17	28,2	S15-19	23,8	S13-16	19,1	S14-23	17,8
S18-21	52,2	S19-21	48,6	S17-18	35,8	S16-24	28,2	S15-24	22,7	S13-20	18,9	S15-23	17,8
S18-22	52	S19-22	48,6	S17-22	35,6	S16-19	28,2	S14-24	20,2	S13-21	18,9	S14-22	16,9
S21-22	51,9	S18-19	48	S17-20	32,6	S16-18	28,1	S15-21	19,9	S21-25	18,8	S15-22	16,9
S22-24	51,2	S19-20	47,1	S18-25	30,9	S16-20	28,1	S14-19	19,8	S13-25	18,8	S14-20	16,4
S22-23	51,1	S19-24	43,8	S22-25	30,9	S16-21	28,1	S14-18	19,7	S15-25	18,8	S15-17	16
S21-23	49,8	S19-23	43,7	S19-25	30,4	S16-22	28,1	S14-16	19,6	S15-16	18,7		
S21-24	49,8	S20-24	43,7	S20-25	30,4	S16-23	28,1	S14-21	19,5	S15-18	18,7		
S20-21	49,5	S20-23	43,6	S17-25	30	S13-17	27,5	S14-25	19,5	S13-19	18,7		
S20-22	49,5	S17-19	39	S23-25	29,8	S14-15	25,1	S13-18	19,2	S13-22	18,6		
S18-24	49,2	S17-24	36,4	S24-25	29,2	S13-14	24,8	S14-17	19,2	S13-23	18,5		
S18-23	49,1	S17-21	36,1	S16-25	28,3	S13-15	24,7	S13-24	19,2	S15-20	18,4		

17/10/2017 – Dia 3

DISTÂNCIAS (Km) - Dia 3												
	0	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
0	x	9	8	8,1	8,6	9,5	10,5	10,6	12,8	12,3	11	
26		x	2	1,3	1,2	1	2,5	2,4	5,8	6	6,5	
27			x	3,2	3,2	3,1	5,4	3,8	4,8	3,8	4,4	
28				x	0,65	1,5	2,2	2,6	5,7	6,9	7,4	
29					x	1,2	1,9	2,3	5,7	6,7	7,2	
30						x	1,8	1,7	5	6	6,5	
31							x	1,8	4,3	6	6,5	
32								x	3,4	5,8	5,8	
33									x	2,7	4,3	
34										x	1,5	
35											x	

MATRIZ DE GANHOS - Dia 3										
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
26	x	15	15,8	16,4	17,5	17	17,2	16	15,3	13,5
27		x	12,9	13,4	14,4	13,1	14,8	16	16,5	14,6
28			x	16,05	16,1	16,4	16,1	15,2	13,5	11,7
29				x	16,9	17,2	16,9	15,7	14,2	12,4
30					x	18,2	18,4	17,3	15,8	14
31						x	19,3	19	16,8	15
32							x	20	17,1	15,8
33								x	22,4	19,5
34									x	21,8
35										x

S	Valor						
S33-34	22,4	S32-34	17,1	S27-33	16	S29-34	14,2
S34-35	21,8	S26-31	17	S26-28	15,8	S30-35	14
S32-33	20	S29-30	16,9	S30-34	15,8	S26-35	13,5
S33-35	19,5	S29-32	16,9	S32-35	15,8	S28-34	13,5
S31-32	19,3	S31-34	16,8	S29-33	15,7	S27-29	13,4
S31-33	19	S27-34	16,5	S26-34	15,3	S27-31	13,1
S30-32	18,4	S26-29	16,4	S28-33	15,2	S27-28	12,9
S30-31	18,2	S28-31	16,4	S26-27	15	S29-35	12,4
S26-30	17,5	S28-30	16,1	S31-35	15	S28-35	11,7
S30-33	17,3	S28-32	16,1	S27-32	14,8		
S26-32	17,2	S28-29	16,05	S27-35	14,6		
S29-31	17,2	S26-33	16	S27-30	14,4		

18/10/2017 – Dia 4

DISTÂNCIAS (Km) - Dia 4																				
	0	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
0	x	12	16	11,7	9	10,2	9	9,1	12,6	10,8	9	10,2	11	11,5	13,8	10,7	10,2	9,9	9,9	10
36		x	5,1	17	10,4	12,5	8,6	10,4	10,7	13,1	11,4	12,2	10,5	12	10	7,6	7,3	7,8	7,8	7,5
37			x	16,9	10,3	12	8,5	10,3	10,6	13	11,3	12,1	10,4	11,9	9,9	7,5	7,2	7,6	7,8	7
38				x	6,1	9,1	10,6	11,3	11,6	9,7	17,1	18,3	19,1	19,5	21,8	17,8	17,4	17	17	17,1
39					x	2,3	3,4	4,1	4,6	3,2	11,9	16,4	17,2	17,7	18,9	11,1	10,6	10,2	10,4	10,1
40						x	2,2	2,5	3,5	1,8	10	11,8	12,3	16	20,2	10,3	9,8	9,4	9,5	9,5
41							x	3	1,8	1,6	9,6	10,6	10	13,6	11,3	7,9	7,4	7	7,1	7,2
42								x	1,7	1,2	9,2	9,5	8,9	13,5	11,2	7,8	7,3	6,9	7,6	7
43									x	2,9	10,9	11,5	10,9	14,5	11,9	8,8	8,3	7,9	8,3	8
44										x	9,4	10,9	11,4	15	12,7	9	8,8	8,1	8	7,6
45											x	2,4	4	7,3	6	10	7,2	7,6	7	7,3
46												x	1,4	4,7	4,5	5,6	5	5,2	5,4	5,5
47													x	5,2	4,8	5,8	5,3	5,3	5,4	5,4
48														x	2,3	5,5	5,2	5,3	5,4	5,5
49															x	3,6	3,9	3,5	3	3,4
50																x	0,6	1	1,1	1,2
51																	x	0,07	0,08	0,08
52																		x	0,08	0,09
53																			x	0,06
54																				x

MATRIZ DE GANHOS - Dia 4																			
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
36	x	22,90	6,70	10,60	9,70	12,40	10,70	13,90	9,70	9,60	10,00	12,50	11,50	15,80	15,10	14,90	14,10	14,10	14,50
37		x	10,80	14,70	14,20	16,50	14,80	18,00	13,80	13,70	14,10	16,60	15,60	19,90	19,20	19,00	18,30	18,10	19,00
38			x	14,60	12,80	10,10	9,50	12,70	12,80	3,60	3,60	3,60	3,70	3,70	4,60	4,50	4,60	4,60	4,60
39				x	16,90	14,60	14,00	17,00	16,60	6,10	2,80	2,80	2,80	3,90	8,60	8,60	8,70	8,50	8,90
40					x	17,00	16,80	19,30	19,20	9,20	8,60	8,90	5,70	3,80	10,60	10,60	10,70	10,60	10,70
41						x	15,10	19,80	18,20	8,40	8,60	10,00	6,90	11,50	11,80	11,80	11,90	11,80	11,80
42							x	20,00	18,70	8,90	9,80	11,20	7,10	11,70	12,00	12,00	12,10	11,40	12,10
43								x	20,50	10,70	11,30	12,70	9,60	14,50	14,50	14,50	14,60	14,20	14,60
44									x	10,40	10,10	10,40	7,30	11,90	12,50	12,20	12,60	12,70	13,20
45										x	16,80	16,00	13,20	16,80	9,70	12,00	11,30	11,90	11,70
46											x	19,80	17,00	19,50	15,30	15,40	14,90	14,70	14,70
47												x	17,30	20,00	15,90	15,90	15,60	15,50	15,60
48													x	23,00	16,70	16,50	16,10	16,00	16,00
49														x	20,90	20,10	20,20	20,70	20,40
50															x	20,30	19,60	19,50	19,50
51																x	20,03	20,02	20,12
52																	x	19,72	19,81
53																		x	19,84
54																			x

S	Valor																		
S48-49	23	S50-54	19,5	S48-51	16,5	S38-39	14,6	S44-52	12,6	S43-46	11,3	S38-42	9,5	S39-49	3,9				
S36-37	22,9	S40-43	19,3	S48-52	16,1	S39-41	14,6	S36-47	12,5	S42-47	11,2	S40-45	9,2	S40-49	3,8				
S49-50	20,9	S37-50	19,2	S45-47	16	S43-52	14,6	S44-50	12,5	S37-38	10,8	S42-45	8,9	S38-48	3,7				
S49-53	20,7	S40-44	19,2	S48-54	16	S36-54	14,5	S36-41	12,4	S36-42	10,7	S39-54	8,9	S38-49	3,7				
S43-44	20,5	S37-51	19	S48-53	16	S43-49	14,5	S44-51	12,2	S40-52	10,7	S40-47	8,9	S38-45	3,6				
S49-54	20,4	S37-54	19	S47-50	15,9	S43-50	14,5	S42-54	12,1	S43-45	10,7	S39-52	8,7	S38-46	3,6				
S50-51	20,3	S42-44	18,7	S47-51	15,9	S43-51	14,5	S42-52	12,1	S40-54	10,7	S39-50	8,6	S38-47	3,6				
S49-52	20,2	S37-52	18,3	S36-49	15,8	S37-40	14,2	S45-51	12	S40-53	10,6	S39-51	8,6	S39-46	2,8				
S51-54	20,12	S41-44	18,2	S37-48	15,6	S43-53	14,2	S42-50	12	S36-39	10,6	S41-46	8,6	S39-47	2,8				
S49-51	20,1	S37-53	18,1	S47-54	15,6	S37-46	14,1	S42-51	12	S40-50	10,6	S40-46	8,6	S39-48	2,8				
S51-52	20,03	S37-43	18	S47-52	15,6	S36-52	14,1	S44-49	11,9	S40-51	10,6	S39-53	8,5						
S51-53	20,02	S47-48	17,3	S47-53	15,5	S36-53	14,1	S41-52	11,9	S44-45	10,4	S41-45	8,4						
S42-43	20	S39-43	17	S46-51	15,4	S39-42	14	S45-53	11,9	S44-47	10,4	S44-48	7,3						
S47-49	20	S40-41	17	S46-50	15,3	S36-43	13,9	S41-54	11,8	S38-41	10,1	S42-48	7,1						
S37-49	19,9	S46-48	17	S41-42	15,1	S37-44	13,8	S41-50	11,8	S44-46	10,1	S41-48	6,9						
S53-54	19,84	S39-40	16,9	S36-50	15,1	S37-45	13,7	S41-51	11,8	S36-46	10	S36-38	6,7						
S52-54	19,81	S45-46	16,8	S46-52	14,9	S44-54	13,2	S41-53	11,8	S41-47	10	S39-45	6,1						
S41-43	19,8	S45-49	16,8	S36-51	14,9	S45-48	13,2	S42-49	11,7	S42-46	9,8	S40-48	5,7						
S46-47	19,8	S40-42	16,8	S37-42	14,8	S38-44	12,8	S45-54	11,7	S36-44	9,7	S38-52	4,6						
S52-53	19,72	S48-50	16,7	S46-53	14,7	S38-40	12,8	S36-48	11,5	S36-40	9,7	S38-53	4,6						
S50-52	19,6	S37-47	16,6	S37-39	14,7	S44-53	12,7	S41-49	11,5	S45-50	9,7	S38-50	4,6						
S46-49	19,5	S39-44	16,6	S46-54	14,7	S43-47	12,7	S42-53	11,4	S43-48	9,6	S38-54	4,6						

19/10/2017 – Dia 5

DISTÂNCIAS (Km) - Dia 5																				
	0	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
0	x	3,9	8,2	8,0	9,8	10,4	9,5	11,6	11,0	11,4	9,7	9,7	10,5	13,9	11,7	12,4	9,0	17,7	9,4	8,2
55		x	5,9	5,6	7,5	8,1	7,2	9,3	8,7	9,1	7,4	8,4	7,0	10,7	9,9	10,6	7,3	15,4	7,1	8,3
56			x	1,4	1,7	1,6	1,8	3,6	4,0	4,6	3,7	4,7	6,6	6,0	7,4	7,4	5,1	9,3	2,8	12,2
57				x	2,2	2,1	2,2	4,1	4,5	3,9	3,9	4,8	6,7	6,5	6,8	6,8	5,6	9,7	3,2	13,4
58					x	1,5	1,7	2,9	3,5	4,9	4,9	5,5	7,4	5,5	6,8	6,8	4,8	8,5	2,5	14,7
59						x	1,3	3,3	2,7	3,7	4,1	4,7	6,5	4,7	6,1	6,1	4,0	8,5	2,8	13,9
60							x	1,8	2,2	2,8	3,1	3,8	5,7	4,2	5,8	5,8	4,1	7,4	2,6	12,4
61								x	0,6	2,0	2,7	3,4	4,8	3,0	4,3	4,7	6,4	6,1	3,5	11,5
62									x	1,5	2,2	2,8	4,3	2,8	4,1	4,2	5,6	5,8	4,1	11,0
63										x	1,5	2,2	3,2	2,0	3,4	3,4	6,7	6,5	5,5	10,0
64											x	2,1	3,6	2,6	4,0	4,0	6,6	7,1	5,4	10,6
65												x	3,3	3,6	4,8	4,8	6,6	7,9	4,8	10,2
66													x	3,2	3,8	3,8	7,9	7,7	6,1	8,7
67														x	3,0	3,0	7,6	5,4	6,0	10,1
68															x	1,5	11,0	5,8	7,4	8,2
69																x	9,0	5,7	7,7	8,6
70																	x	11,9	3,6	15,5
71																		x	9,6	14,2
72																			x	13,6
73																				x

MATRIZ DE GANHOS - Dia 5																				
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	
55	x	6,2	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	5,2	7,4	7,1	5,7	5,7	5,6	6,2	6,2	3,8		
56		x	14,8	16,3	17,0	15,9	16,2	15,2	15,0	14,2	13,2	12,1	16,1	12,5	13,2	12,1	16,6	14,8	4,2	
57			x	15,6	16,3	15,3	15,5	14,5	15,5	13,8	12,9	11,8	15,4	12,9	13,6	11,4	16,0	14,2	2,8	
58				x	18,7	17,6	18,5	17,3	16,3	14,6	14,0	12,9	18,2	14,7	15,4	14,0	19,0	16,7	3,3	
59					x	18,6	18,7	18,7	18,1	16,0	15,4	14,4	19,6	16,0	16,7	15,4	19,6	17,0	4,7	
60						x	19,3	18,3	18,1	16,1	15,4	14,3	19,2	15,4	16,1	14,4	19,8	16,3	5,3	
61							x	22,1	21,0	18,6	17,9	17,3	22,5	19,0	19,3	14,2	23,2	17,5	8,3	
62								x	20,9	18,5	17,9	17,2	22,1	18,6	19,2	14,4	22,9	16,3	8,2	
63									x	19,6	18,9	18,7	23,3	19,7	20,4	13,7	22,6	15,3	9,6	
64										x	17,3	16,6	21,0	17,4	18,1	12,1	20,3	13,7	7,3	
65											x	16,9	20,0	16,6	17,3	12,1	19,5	14,3	7,7	
66												x	21,2	18,4	19,1	11,6	20,5	13,8	10,0	
67													x	22,6	23,3	15,3	26,2	17,3	12,0	
68														x	22,6	9,7	23,6	13,7	11,7	
69															x	12,4	24,4	14,1	12,0	
70																x	14,8	14,8	1,7	
71																	x	17,5	11,7	
72																		x	4,0	
73																				x

S	Valor														
S67-71	26,2	S59-71	19,6	S64-69	18,1	S57-59	16,3	S56-63	15	S57-69	13,6	S65-73	7,7	S58-73	3,3
S69-71	24,4	S63-64	19,6	S60-63	18,1	S60-72	16,3	S56-72	14,8	S56-69	13,2	S55-66	7,4	S57-73	2,8
S68-71	23,6	S65-71	19,5	S61-65	17,9	S62-72	16,3	S56-57	14,8	S56-65	13,2	S64-73	7,3	S70-73	1,7
S63-67	23,3	S60-61	19,3	S62-65	17,9	S56-61	16,2	S70-71	14,8	S58-66	12,9	S55-67	7,1		
S67-69	23,3	S61-69	19,3	S58-60	17,6	S56-67	16,1	S70-72	14,8	S57-65	12,9	S55-57	6,3		
S61-71	23,2	S60-67	19,2	S61-72	17,5	S60-64	16,1	S58-68	14,7	S57-68	12,9	S55-58	6,2		
S62-71	22,9	S62-69	19,2	S71-72	17,5	S60-69	16,1	S58-64	14,6	S56-68	12,5	S55-59	6,2		
S63-71	22,6	S66-69	19,1	S64-68	17,4	S57-71	16	S57-62	14,5	S69-70	12,4	S55-62	6,2		
S67-68	22,6	S58-71	19	S58-62	17,3	S59-64	16	S60-70	14,4	S56-66	12,1	S55-63	6,2		
S68-69	22,6	S61-68	19	S61-66	17,3	S59-68	16	S62-70	14,4	S56-70	12,1	S55-72	6,2		
S61-67	22,5	S63-65	18,9	S65-69	17,3	S56-60	15,9	S59-66	14,4	S64-70	12,1	S55-60	6,2		
S62-67	22,1	S58-59	18,7	S67-72	17,3	S57-58	15,6	S60-66	14,3	S65-70	12,1	S55-56	6,2		
S61-62	22,05	S59-61	18,7	S64-65	17,3	S57-61	15,5	S65-72	14,3	S67-73	12	S55-61	6,2		
S66-67	21,2	S59-62	18,7	S62-66	17,2	S57-63	15,5	S61-70	14,2	S69-73	12	S55-64	6,2		
S61-63	21	S63-66	18,7	S56-59	17	S58-69	15,4	S56-64	14,2	S57-66	11,8	S55-71	6,2		
S64-67	21	S62-68	18,6	S59-72	17	S59-65	15,4	S57-72	14,2	S68-73	11,7	S55-69	5,7		
S62-63	20,9	S59-60	18,6	S65-66	16,9	S57-67	15,4	S69-72	14,1	S71-73	11,7	S55-68	5,7		
S66-71	20,5	S61-64	18,6	S58-72	16,7	S59-70	15,4	S58-65	14	S66-70	11,6	S55-70	5,6		
S63-69	20,4	S58-61	18,5	S59-69	16,7	S60-65	15,4	S58-70	14	S57-70	11,4	S60-73	5,3		
S64-71	20,3	S62-64	18,5	S56-71	16,6	S60-68	15,4	S57-64	13,8	S66-73	10	S55-65	5,2		
S65-67	20	S66-68	18,4	S64-66	16,6	S57-60	15,3	S66-72	13,8	S68-70	9,7	S59-73	4,7		
S60-71	19,8	S60-62	18,3	S65-68	16,6	S63-72	15,3	S64-72	13,7	S63-73	9,6	S56-73	4,2		
S63-68	19,7	S58-67	18,2	S58-63	16,3	S67-70	15,3	S68-72	13,7	S61-73	8,3	S72-73	4		
S59-67	19,6	S59-63	18,1	S56-58	16,3	S56-62	15,2	S63-70	13,7	S62-73	8,2	S55-73	3,8		