

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

CRISTIAN LEANDRO BARBOZA SILVA

**ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
LOGWARE EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NA CIDADE DE
DOURADOS**

Dourados – MS

2021

CRISTIAN LEANDRO BARBOZA SILVA

**ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
LOGWARE EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NA CIDADE DE
DOURADOS**

Trabalho apresentado a Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Vinícius Carrijo dos Santos

Dourados - MS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586r Silva, Cristian Leandro Barboza

Roteirização de veículos com utilização do software logware em uma indústria de laticínios na cidade de Dourados [recurso eletrônico] / Cristian Leandro Barboza Silva. -- 2021.

73 f. : il ; 30cm.

Orientador: Vinícius Carrijo dos Santos.

TCC (Graduação em Engenharia de Produção)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Logística. 2. Roteirização. 3. Laticínio. 4. Logware. 5. Rota. I. Santos, Vinícius Carrijo Dos.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

CRISTIAN LEANDRO BARBOZA SILVA

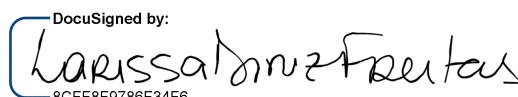
**ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
LOGWARE EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NA CIDADE DE
DOURADOS**

Trabalho apresentado a Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

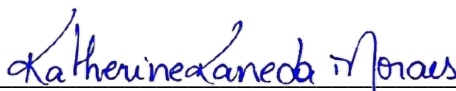
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Vinícius Carrijo dos Santos
Faculdade de Engenharia

DocuSigned by:


Prof. Dr. Larissa Diniz Freitas
Faculdade de Engenharia



Prof. Ma. Katherine Kaneda Moraes
Faculdade de Engenharia

Dourados, 6 de dezembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me abençoar com a possibilidade de realizar uma graduação, guardar minha família e as pessoas queridas ao meu entorno.

Também gostaria de agradecer a minha mãe Lucimar que mesmo com diversas dificuldades sempre batalhou e me apoiou imensamente para que eu conseguisse realizar uma graduação que ela não teve oportunidade. Te amo mãe!

Não menos importante, meu muito obrigado ao meu pai e herói Hamilton, que me ajudou durante toda minha graduação e sempre se foi muito orgulhoso de onde eu estava chegando. Porém no dia 1 de julho de 2021, partiu e conhecendo o mesmo, sei o quanto cuida e se orgulha de mim. Te amo pai!

Agradecimentos aos meus amigos e familiares, especialmente minhas avós que convivi durante toda minha vida e não mediram esforços e todos que entenderam minha ausência muitas vezes.

Agradeço a UFGD, ao curso de Engenharia de Produção e aos professores que participaram da minha formação acadêmica e de vida, em especial ao Vinícius Carrijo dos Santos por me orientar neste trabalho.

As professoras Katherine Kaneda Moraes e Larissa Diniz Freitas por aceitarem compor a banca e serem excelentes orientadoras durante a graduação.

Sou grato por quem eu me tornei, pelas decisões que tomadas e as pessoas que me acompanharam ao longo da minha jornada.

RESUMO

SILVA, Cristian Leandro Barboza. **Roteirização de veículos com utilização do software logware em uma indústria de laticínios na cidade de Dourados**. 2021. 60p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Grande Dourados. 2021.

Dentro do contexto empresarial, a partir dos processos da logística de distribuição, é possível analisar o estado atual das empresas e buscar oportunidades de se fazer mais competitiva dentro do cenário. O objetivo deste trabalho é mostrar o impacto do setor logístico dentro de uma indústria de laticínio localizada na cidade de Dourados - MS, usando a roteirização para identificar problemas e desperdícios, mas também podendo propor melhorias para o setor. Para realização deste trabalho foram adotados procedimentos como pesquisa documental, coleta de dados reais com aplicação de questionário e consulta em bancos de dados da empresa estudada. Para o buscar comparar o estado atual no qual a empresa se encontra com um estado de melhorias, foi utilizado o software Logware®, no módulo Router® que aplica o método de melhorias de Clarke e Wright para solução dos problemas de roteirização. Com a utilização do software foram geradas diversas tabelas de dados que possibilitaram a comparação dos dados coletados, mostrando que as rotas atuais são ineficientes tendo percursos ruins que consomem muitos recursos, em comparação com estado ótimo gerado pelo software. É mostrado que a empresa pode ter reduções de até 43,41% nos custos das rotas e diminuir em 56,59% o percurso das rotas. Por fim, é possível comparar o estado atual e o estado ótimo gerado pelo software e assim propor sugestões de melhorias para a empresa e ressaltar que a otimização das rotas gera minimização dos custos e isso proporciona maiores oportunidades de crescimento com o investimento dos valores economizados.

Palavras-chave: Logística. Roteirização. Laticínio. Logware. Rota.

ABSTRACT

SILVA, Cristian Leandro Barboza. **Vehicle routing using logware software in a dairy industry in the city of Dourados.** 2021. 60p. Monograph (Bachelor Degree in Production Engineering) – Universidade Federal da Grande Dourados. 2021.

Within the business context, from the distribution logistics processes, it is possible to analyze the current state of companies and seek opportunities to become more competitive within the scenario. The objective of this paper is to show the impact of the logistic sector within a dairy industry located in the city of Dourados - MS, using routing to identify problems and waste, but also to be able to propose improvements for the sector. To perform this work, procedures were adopted such as document research, collection of real data with a questionnaire and consultation in databases of the studied company. In order to compare the current state in which the company is with an improvement state, the Logware® software was used, where the Router® module that uses the Clarke and Wright improvement method to solve the routing problems. With the use of the software, several data tables were generated which allowed the comparison of the collected data, showing that the current routes are inefficient, having bad routes that consume a lot of resources, compared to the optimal state generated by the software. It is shown that the company can have reductions of up to 43,41% in route costs and a 56,59% decrease in route travel. Finally, it is possible to compare the current state and the optimal state generated by the software and thus propose improvement suggestions for the company and emphasize that the optimization of routes generates cost minimization and this provides greater growth opportunities with the investment of saved values.

Keywords: Logistics. Routing. Dairy. Logware. Route.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Adaptação das atividades logísticas, baseada no conceito de Ballou. ...	19
Figura 2 - Exemplo do antes de depois da aplicação do PCV.	26
Figura 3 - Cidade de Königsberg, as sete pontes sobre o Rio Pregel.	27
Figura 4 - Situação inicial da simplificação da teoria de Clarke e Wright.	29
Figura 5 - Método de Clarke e Wright aplicado.	29
Figura 6 - Exemplificação do método da varredura.	31
Figura 7 - Apresentação esquemática do funcionamento de um software de otimização aplicado ao transporte.	32
Figura 8 - Tela inicial do software Logware.	35
Figura 9 – Fluxograma logístico de compras da empresa.	42
Figura 10 - Localização dos clientes em Campo Grande.	44
Figura 11 - Tela inicial do modo <i>router</i> do logware.	47
Figura 12 - Dados sobre o veículo e motorista.	49
Figura 13 - Descrição das paradas realizadas.	50
Figura 14 - Rota atual de entrega.	52
Figura 15 - Solução ótima fornecida pelo software.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas utilizadas para identificar os clientes.....	45
Tabela 2 - Sequência de paradas, modo de entrega, peso, coordenadas dos clientes e tempo de entrega.....	46
Tabela 3 - Sequência de clientes por rota.	51
Tabela 4 - Relatório geral da rota atual	52
Tabela 5 - Capacidade utilizada do veículo no estado atual.....	53
Tabela 6 - Custos atuais do motorista e caminhão.	53
Tabela 7 - Tempos da rota 1 atual.	54
Tabela 8 - Tempos da rota 2 atual.	54
Tabela 9 - Tempos da rota 3 atual.	55
Tabela 10 - Relatório geral da solução ótima	57
Tabela 11 - Capacidade utilizada do caminhão na rota ótima.	57
Tabela 12 - Custos ótimos do motorista e caminhão.....	58
Tabela 13 - Sequência da rota 1 fornecida pela solução ótima.....	58
Tabela 14 - Sequência da rota 2 fornecida pela solução ótima.....	59
Tabela 15 - Comparação de resultados.....	60
Tabela 16 - Redução com motorista e caminhão.....	62
Tabela 17 - Estimativa de economia mensal e anual para um motorista.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Definição de Logística por alguns autores.....	18
Quadro 2 - Os problemas básicos da roteirização pura.	23
Quadro 3 - Mix de produtos da empresa.	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Percentual médio do custo logístico em relação ao faturamento bruto das empresas.	21
Gráfico 2 - Comparativo entre estado atual e solução ótima.	61

LISTA DE SIGLAS

CRM – *Customer Relationship Management*

FDC – Fundação Dom Cabral

IPVA – Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PCC – Problema do Carteiro Chinês

PCV – Problema do Caixeiro Viajante

VRP – *Vehicle Routing Problem*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Geral.....	16
1.1.2 Específico	16
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 LOGÍSTICA	18
2.2 LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO	20
2.3 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS.....	22
2.4 PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE	25
2.5 PROBLEMA DO CARTEIRO CHINÊS (PCC).....	27
2.6 MÉTODO DE CLARKE E WRIGHT	28
2.7 MÉTODO DA VARREDURA	30
2.8 SOFTWARE DE ROTEIRIZAÇÃO.....	31
2.9 LOGWARE	34
2.10 PERECIBILIDADE	35
3 METODOLOGIA	37
3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	37

3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
4	RESULTADOS.....	40
4.1	HISTÓRICO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	40
4.2	COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES	42
4.3	ANÁLISE dos RESULTADOS	60
4.4	SUGESTÃO DE MELHORIAS PARA A EMPRESA.....	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6	REFERÊNCIAS	66
7	APÊNDICE A	72

1 INTRODUÇÃO

A movimentação de materiais está presente há milênios na humanidade, muito lembrada e imaginada na construção de monumentos como as pirâmides, onde pedras de centenas de toneladas foram utilizadas. Assim, pode-se imaginar o início dos processos logísticos, movimentação de materiais, estudo das rotas de transportes e viabilidade do trajeto, tendo em vista que a movimentação era realizada por meios manuais ou animais (CAMOLESI, 2011).

Ao longo dos anos o desenvolvimento e tecnologia foram inovando os meios de transportes. De acordo com Ballou (2014), a logística como como é vista hoje, surgiu durante a Segunda Guerra Mundial para dar suporte às manobras militares. Na época, era vista apenas como a realização efetiva do transporte de produtos das fábricas para os depósitos para garantir a quantidade suficiente de matéria-prima para suprir os níveis desejáveis de fabricação.

Segundo Novaes (2015), com a abertura da economia e a globalização, as empresas brasileiras passaram a buscar novos referenciais para sua atuação, inclusive no domínio da Logística.

Hoje já é possível ver uma busca da indústria por tornar a logística algo primário, alcançando maior competitividade dentro do seu setor, a competição implica alcançar redução de custos de produção, armazenagem e transporte.

Dentro da logística, uma área que se destaca grandemente é a de roteirização de veículos, e Ballou (2014) afirma que a roteirização tem a finalidade de buscar melhoria nos trajetos que os veículos devem percorrer, e isso se torna um dos meios mais eficientes para reduzir custos, já que seu objetivo é minimizar custos e distâncias.

A necessidade de criar roteiros para entregas é clara quando se considera uma empresa com alto número de clientes e veículos. A roteirização tem por objetivo reduzir a distância e o custo percorrido, atendendo a demanda de cada ponto de entrega de maneira ótima. Os complexos cálculos manuais normalmente realizados softwares podem reduzir drasticamente os percursos de entrega e coleta.

Gonçalves (2016) menciona alguns dos benefícios da roteirização que incluem o monitoramento de entregas e frotas, redução do gasto de combustível, maior rapidez no sequenciamento de entregas e redução das entregas não realizadas. Ballou (2006) complementa dizendo que a roteirização é um dos meios mais fundamentais para se reduzir os custos e proporcionar melhorias na prestação de serviços, de forma a reduzir o tempo de transporte e cumprir metas impostas.

Independente do setor, toda atividade que necessita de uma matéria-prima ou insumo, irá depender em algum momento da logística. O que irá divergir é o impacto que os custos logísticos irão causar no setor, e com base no conhecimento destes custos é possível buscar vantagens competitivas e ser mais assertivo nas tomadas de decisões.

Para Baptista, Gaspar e Oliveira (2006), a produção, distribuição e comercialização de produtos alimentares tem alguns pontos de especificidades que são muito importantes e os quais devem ser conhecidos no setor. Pontos esses que são relacionados a boas práticas de manipulação ou conservação de produtos alimentares, incluindo os perigos associados, as medidas preventivas e importância dos equipamentos de conservação. As boas práticas e tecnologias, levam os alimentos a terem maior durabilidade na prateleira, isso possibilita atender mercados mais distantes ou até mesmo internacionais.

A logística intermediará o processo de levar o alimento ao consumidor, sempre considerando a perecibilidade.

Com isso, abordando uma parte do setor de transportes, mais especificamente o setor alimentício, a logística e, conseqüentemente, a roteirização de distribuição se faz necessária devido a perecibilidade de alguns alimentos.

A empresa tratada neste trabalho é um laticínio que enfrenta problemas relacionados a criação de roteiros para a entrega de seus produtos, onde existem desperdícios de tempo, pessoas e combustíveis.

Desta maneira, o objetivo do trabalho, é por meio da roteirização de veículos em um laticínio na cidade de Dourados – MS, mostrar que o setor logístico pode ser impactante dentro da empresa, reduzindo os desperdícios na distribuição e o não atendimento da demanda, com o uso de um software para a criação de rotas de entrega.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O objetivo geral do trabalho é mostrar os impactos logísticos em uma empresa por meio da roteirização, e reduzir os desperdícios de distribuição e o não atendimento a demanda de clientes, de um laticínio, na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, utilizando software Logware®.

1.1.2 Específico

Para atingir o objetivo geral deste trabalho será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

1. Revisar a literatura a respeito de trabalhos que tratem de roteirização de mercadorias perecíveis;
2. Caracterizar a organização em estudo;
3. Relacionar a logística atual da empresa em estudo, abordando algumas características do seu sistema;
4. Mapear da distribuição de produtos pela empresa;
5. Coletar os dados necessários para realização da roteirização;
6. Utilizar um software, para desenvolver o melhor roteiro de distribuição e coleta para a empresa, comparando com o estado atual.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando os problemas encontrados em relação a entrega de produtos perecíveis e levando em conta o fato de que a empresa não realiza o estudo de roteirização para atender seus clientes na cidade de Campo Grande, o presente trabalho pretende responder a seguinte questão: Quais os impactos na empresa quando se utiliza a roteirização de veículos para otimizar a distribuição de produtos?

1.3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho se faz necessário, considerando o mercado que será estudado. A logística para alimentos perecíveis é uma atividade de suma importância, pois existe um

prazo de validade, e ao tratar da área de laticínios, a relevância se torna ainda maior, pois o leite e seus derivados necessitam de condições específicas, como necessidade de refrigeração. Para Ballou (1993) a decisão das melhores rotas passa por definir em uma rede de vias os caminhos mais curtos, de menor tempo ou uma combinação destes.

Conforme Novaes (2015) afirma, existem diversos problemas nas empresas nacionais, um deles é a falta de reestruturação com objetivo de lidar com os desafios logístico. E as atitudes de tratar a logística como algo irrelevante acabam desacelerando o processo evolutivo do setor e da própria empresa

Na empresa de laticínios tratada neste trabalho, grande parte dos seus custos é relacionado a logística de transporte, já que os produtos são perecíveis e a cidade com maior número de clientes fica localizada a cerca de 230km da indústria. A distribuição do produto também ocorre em outras cidades como Sidrolândia e Maracaju, além do fato de receberem a matéria-prima que é o leite diariamente.

Outro fator que atribui dificuldades ao processo de transporte, é devido a perecibilidade dos produtos que leva a empresa sempre ter caminhões refrigerados, ter carga e descarga rápida dos produtos e também inclui o risco de problemas com a refrigeração durante longas distâncias.

Assim, mostra-se a importância da roteirização, no que se refere a economia de combustíveis, melhor aproveitamento dos trajetos incluindo a capacidade de carregamento dos veículos e a programação em janelas de entrega, com isso, a definição da programação de rota ótima participa ativamente da competitividade com o mercado local.

Muitas organizações, de pequeno ou médio porte, que são a maioria das empresas do país, não costumam desenvolver uma análise aprofundada de suas atividades logísticas. Tanto porque não tem o devido conhecimento sobre tal área, mas também porque é difícil contratar especialistas ou adquirir softwares para o gerenciamento de informações logísticas. Com este trabalho será possível demonstrar o impacto dos custos logísticos e de distribuir de maneira ótima os produtos dentro de uma empresa de médio porte com abrangência estadual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA

Conforme Ferreira (2003), a etimologia da palavra logística é bem ampla, tendo abordagens por alguns autores como proveniente do grego “*logos*”(razão), expressando relações algébricas, outros tratam como referente ao francês “*loger*”, que se trata de algo com relação a organização ou alojar.

Existem diversos autores e definições que abordam o conceito de logística, onde cada um apresenta sua linha de pensamento, no Quadro 1 é possível comparar os conceitos e a visão de cada autor.

Quadro 1. Definição de Logística por alguns autores

Autor	Definição
Martin Christopher	“Logística é o processo de gestão estratégica da aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e estoques finais (e os fluxos de informação relacionados) por meio da organização e seus canais de comercialização, de tal forma que as rentabilidades atual e futura sejam maximizadas através da execução de pedidos, visando custo-benefício.” (CHRISTOPHER, 2012, p. 2).
Ronald Ballou	“A logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.” (BALLOU, 1993, p. 24)
Bowesox, Closs e Cooper	“A logística envolve a gestão do processamento de pedidos, estoques, transportes e a combinação de armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, todos integrados por uma rede de instalações. Seu objetivo é apoiar as necessidades operacionais de suprimento, manufatura e atendimento ao cliente na cadeia de suprimentos.” (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007, p. 32).

Continua...

Continuação...

Autor	Definição
Simchi-levi, Kaminski e Simchi-levi	“O processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenamento eficientes e eficazes de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de origem ao ponto de consumo, com o propósito de se adaptar às necessidades do cliente.” (SIMCHI-LEVI; KAMINSKI; SIMCHI-LEVI, 2010, p. 28).

Fonte: Christopher (2012), Ballou (1993), Bowersox, Closs e Cooper (2007), Simchi-levi, Kaminski e Simchi-levi (2010).

Com tais definições, de diferentes autores e épocas é possível notar correlação entre as definições onde, a logística é um processo que engloba toda a cadeia produtiva, desde a aquisição e transporte da matéria-prima, evoluindo seu armazenamento e movimentações ao longo dos processos e por fim levando o produto final ao cliente, a correlação fica explícita na figura 1.

Figura 1 – Adaptação das atividades logísticas, baseada no conceito de Ballou.



Fonte: Adaptado de Ballou (1993).

As definições para Ballou (1993) e Christopher (2012), levam em consideração que ao final do processo logístico o produto deverá ter um custo-benefício e atender o cliente e sempre considerando um fluxo de informações constantes entre os canais de comercialização. Já do ponto de vista de Simchi-levi, Kaminski e Simchi-levi (2010), a cadeia deverá ser eficiente e ter processos eficazes além de se adaptar as necessidades do cliente.

Logo, fica evidente a importância de levar em consideração o transporte no processo produtivo e como ele pode impactar as empresas, lembrando que o cliente sempre será considerado como um fator determinante dentro do fluxo dos processos.

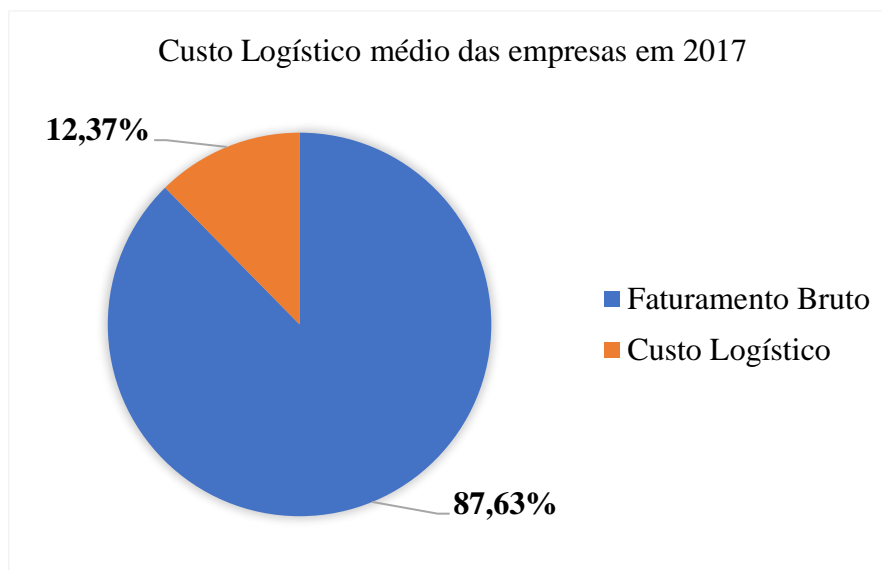
2.2 LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO

Para Ballou (2006), o valor da logística é manifestado em termos de tempo e lugar, pois os produtos não tem valor se não estiverem quando e onde os clientes desejam consumi-los ou adquiri-los. Com isso, para diversas empresas a logística vem se tornando cada vez mais importante na agregação de valor. “A logística pode não ser o *core business* de todas as empresas, mas sem dúvida ela vai agregar valor ao produto, deixando os consumidores satisfeitos”. (CAXITO, 2019, p. 8).

No Brasil, em 2016, o modal de transporte de cargas é composto por 63% da produção sendo deslocada por rodovias; 21% por trens; 13% aquaviários; 4% por dutoviário e 0,1% utiliza o transporte aéreo, estes dados são do estudo Custos Logísticos no Brasil, do Ilos (Instituto de Logística e *Supply Chain*, 2017).

Em 2017, segundo o estudo da Fundação Dom Cabral (FDC) o somatório dos gastos com logística consumiu em média 12,37% do faturamento das empresas, como é mostrado no Gráfico 1. Em média, no setor de alimentos e bebidas, este custo consome 9,9% do faturamento. Esses dados demonstram a importância e o impacto deste assunto dentro do setor das empresas.

Gráfico 1- Percentual médio do custo logístico em relação ao faturamento bruto das empresas.



Fonte: Fundação Dom Cabral, 2017.

O impacto dos custos logísticos influencia diretamente na empresa, pois algumas empresas têm que optar por priorizar menos outros setores, principalmente empresas com menor capital, transporte rápido ou optar por qualidade, flexibilidade, aquisição de novas tecnologias. Então é de suma importância levar o transporte da matéria-prima e do produto fabricado em consideração.

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2014), a logística irá agregar valor nos processos da cadeia de suprimentos quando os estoques são posicionados estrategicamente para gerar vendas. E as empresas que tem maior competência logística, passam a ter vantagens competitivas, oferecendo serviço superior aos seus clientes.

No mesmo sentido, para Fleury, Figueiredo e Wanke (2000), o sucesso de qualquer arranjo operacional numa cadeia de suprimentos estaria diretamente relacionado ao componente logístico.

Conforme Bowersox, Closs e Cooper (2014), atender a demanda de maneira a unir competência operacional, compromisso com atendimento e solicitações dos clientes é a chave para alcançar a liderança da logística de distribuição.

De acordo com Chopra e Meindl (2003), é dito que o objetivo de toda cadeia de suprimento é maximizar o valor global gerado, logo que o valor gerado pela cadeia de

suprimento é a diferença entre o valor do produto final para o cliente e o esforço realizado pela cadeia para atender seu pedido.

Assim, para uma boa estratégia competitiva, a logística está intrinsecamente conectada aos custos e quando mal planejada pode levar a atraso no cronograma, problemas com as solicitações dos clientes, distanciando a empresa cada vez mais da liderança logística e dos clientes.

Neste trabalho, que será construído entorno do modal rodoviário, tendo em vista que a distribuição no laticínio é feita por caminhões de tamanho médio. Onde a empresa trabalha com veículos próprios, será apresentado um pouco de como a construção de uma boa rota para entregas pode influenciar diretamente nos custos de toda a operação.

2.3 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

O termo roteirização, que vem do inglês “*routing*” (ou- “*routeing*”) é usado para designar o processo para que ocorra a determinação de um ou mais roteiros ou sequências que um veículo de uma frota deverá cumprir, com o objetivo de visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento (CUNHA, 1997).

Todo o fundamento da roteirização vem de conceitos básicos do *Vehicle Routing Problem* (VRP). O VRP ou problema de roteamento de veículos pode ser explicado como o problema de planejamento ótimo de entregas e/ou rotas de coleta de um ou vários depósitos, para diversas cidades ou clientes, geograficamente dispersos, sujeitos a restrições adicionais (LAPORTE, 1992).

Conforme dito por Carvalho et al. (2003), o VRP pode ser definido por um meio de buscar rotas para os veículos objetivando a minimização dos custos de transporte, dados conjuntos de cidade ou consumidores, cada qual com demanda q por produto, e o depósito com veículo de capacidade Q .

Para Cunha (2000), a roteirização de veículos envolve um conjunto muito grande com diversos tipos de problemas, como é possível visualizar no Quadro 2.

Goldbarg e Luna (2005) definem a ideia do problema de roteirização que resumidamente acontece com o uso de veículos e deve-se visitar uma série de clientes ao menor custo possível, sempre atendendo todas as imposições do problema.

Naruo (2003), faz uma adaptação mostrada no Quadro 2 com os problemas básicos da roteirização pura, alegando que a roteirização é um problema espacial, onde não há precedência entre as atividades envolvidas nem restrições de tempo para as atividades. Os problemas são basicamente conjuntos de nós ou arcos que devem ser atendidos por uma frota de veículos.

Quadro 2 - Os problemas básicos da roteirização pura.

Problema	Descrição
Caixeiro Viajante	Consiste em determinar uma rota de mínimo custo que passe por todos os nós de uma rede, exatamente uma vez.
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. É problema de cobertura de arcos.
Múltiplos Caixeiros Viajantes	É uma generalização do problema do caixeiro viajante na qual é necessário se considerar mais de um caixeiro viajante (ex.: veículos). Não há restrições sobre o número de nós e os M veículos originam e terminam suas rotas de um depósito comum.
Roteirização em nós: único depósito, vários veículos	Conhecido como problema clássico de roteirização de veículos (VRP). É outra generalização do problema do caixeiro viajante onde a frota de veículos parte de um depósito central e acaba servindo todos os nós, esse método tem o objetivo de minimizar a distância total percorrida.
Roteirização em nós: vários depósitos, vários veículos	É uma generalização do problema anterior, por ter vários depósitos cada veículo é alocado a um único depósito.
Roteirização em nós: único depósito, vários veículos, demanda estocástica	Idêntico ao VRP, exceto que a demanda não é conhecida com certeza, isso pode originar uma distribuição de probabilidade específica.
Carteiro chinês capacitado	É uma generalização do problema do carteiro chinês, onde existe restrição de capacidade dos veículos.

Fonte: Adaptado de Naruo (2003).

Visto que Cunha (2000), lembra que os problemas listados são derivados do clássico problema do caixeiro viajante, com exceção do problema do carteiro chinês, onde a demanda se localiza nos arcos e não nos nós e otimizar isso envolve percursos ociosos, vendo que o veículo deve passar em todos os arcos uma vez.

Como é possível verificar no trabalho de Naruo (2003), os problemas de roteirização são de várias categorias e tipos, onde as divergências aparecem na frota utilizada, localização dos clientes, tipo de operação, restrições de veículos e outros diversos fatores. Como são inúmeros problemas, onde deve ser analisado o contexto e quais as variáveis estão contidas na problemática. Para assim, poder abordar de maneira mais eficiente e com as ferramentas certas.

Como existem problemas, também existem métodos de solução destes problemas. Os métodos de roteirização acabam, por sua vez, fazendo parte da resolução dos problemas de roteirização ou de acordo com o método, reduz os impactos causados pelo não uso da roteirização.

Do ponto de vista de Novaes (2015), os métodos de roteirização são utilizados para realizar o planejamento das rotas de maneira eficiente, para que toda execução possa ser realizada da melhor maneira possível.

Os métodos de roteirização são implementações de cálculos matemáticos e teorias, que na prática tem objetivo de diminuir os gastos dentro da logística, esses gastos são variáveis como tempo, distância, capacidade, entre outros.

Para Novaes (2015), quando são abordados os métodos de roteirização sem restrições, o nome dado a este problema é Problema do Caixeiro Viajante. Os problemas sem restrição assumem a condição de que já foi realizado previamente um estudo por outros roteiros, onde a questão de tempo e capacidade já foi respeitada.

Ainda em conformidade com Novaes (2015), métodos de roteirização com restrições ocorrem quando é preciso roteirizar os veículos sem que haja uma prévia divisão da região em distritos, assim ocorrendo simultaneamente com processo de divisão da área em distritos ou zonas de entrega. Este método é geralmente composto por modelos matemáticos complexos.

Normalmente existem métodos de roteirização extremamente complexos e muitas vezes realizados por computadores, os cálculos aumentam gradativamente conforme aumenta-se os pontos de distribuição ou de entregas. Porém, existem métodos razoavelmente simples e eficazes como é o caso do método de Clarke e Wright.

Existem diversos autores e metodologias para otimizar os custos envolvidos na parte de roteirização, tendo em vista que pertence a áreas como Pesquisa Operacional, que é muito estudada por cursos acadêmicos distintos. Dentro das metodologias ainda existem as abordagens que podem ser por diversos softwares ou feitas à mão, em que variáveis são consideradas de acordo com o autor ou programa utilizado.

2.4 PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

De acordo com Goldbarg e Luna (2005) o nome é devido a Willian Rowan Hamilton que, 1857 propôs um jogo feito sobre um dodecaedro onde cada vértice estava associado a uma cidade da época. O desafio desse jogo consistia em encontrar uma rota através dos vértices do dodecaedro que iniciasse e terminasse em uma mesma cidade sem nunca repetir uma visita.

A partir do ponto de vista de Goldbarg e Luna (2005), o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um dos mais tradicionais problemas da programação matemática. Estes problemas lidam com pontos, sejam de demanda ou oferta, estes pontos podem representar cidades, postos de trabalhos, depósitos, etc.

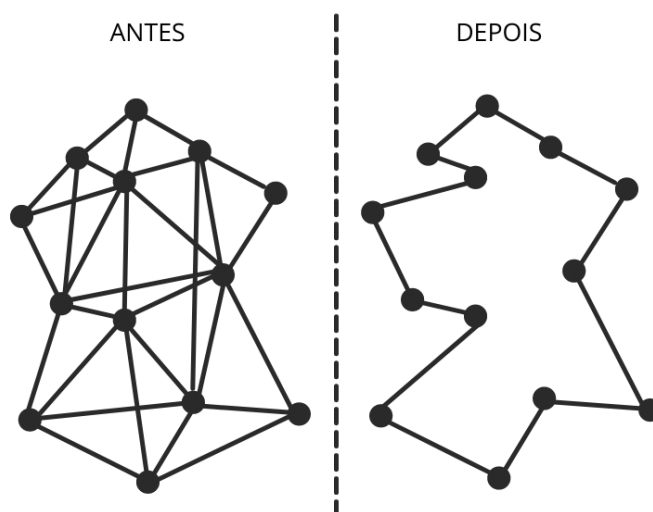
Os problemas de roteirização determinados pelo método do Caixeiro Viajante, são os que tem a origem e destino coincidentes (BALLOU, 2006).

Deve ser evidenciado que o PCV, foi uma temática de onde surgiram dezenas de variantes, sendo um assunto muito estudado dentro da otimização combinatória, onde muitos autores contribuíram para aperfeiçoamento e diversificação da literatura.

O método é abordado na perspectiva onde o caixeiro pretende visitar várias localidades e por fim retornar à sua cidade sem repetir os lugares que já passou, buscando fazer de maneira mais econômica.

De acordo com Novaes (2015), o problema do caixeiro viajante não tem restrições na sua roteirização. Assim, não é preciso se preocupar com capacidade ou tempo, tendo o objetivo de traçar o roteiro que atenda todos os nós, buscando o mínimo de distância durante o percurso como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo do antes de depois da aplicação do PCV.



Fonte: Adaptado a partir de Branco e Olivia (2014).

Para Novaes (2015), os métodos de resolução do PCV no geral podem ser agrupados em duas categorias:

- métodos de construção de roteiro;
- métodos de melhoria de roteiro.

Onde métodos de construção de roteiro podem ser diversos, basicamente eles partem do ponto inicial determinado pela metodologia abordada e começam a traçar o roteiro.

Já os métodos de melhoria de roteiro, segundo Novaes (2015), partem da solução obtida com auxílio de outro método qualquer, procurando aperfeiçoar o resultado já obtido, utilizando, assim, uma sistemática predefinida.

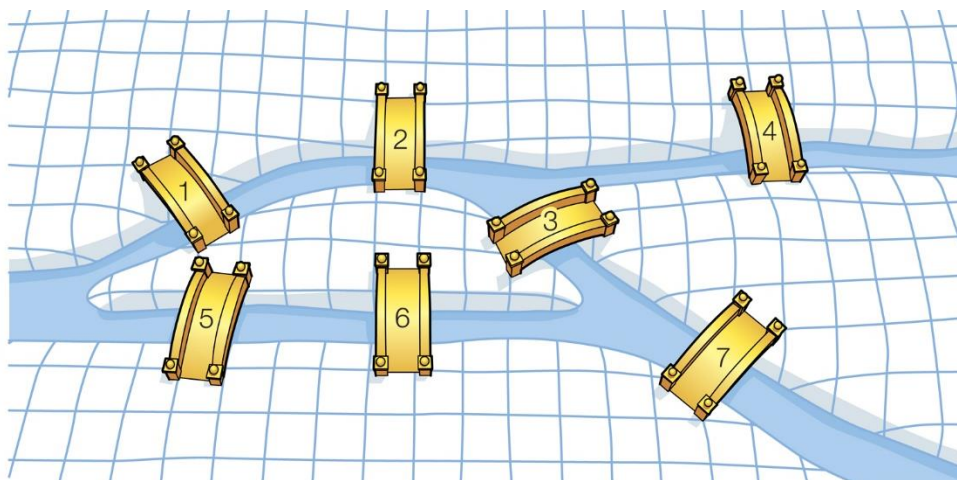
2.5 PROBLEMA DO CARTEIRO CHINÊS (PCC)

Conforme Gomes (2009), o Problema do Carteiro Chinês é um modelo matemático quem nasce na Teoria dos Grafos. Um dos modelos mais antigos de grafos é o Percurso em Arcos, e a primeira referência que se conhece vem do famoso caso das sete pontes de Königsberg, que passavam sobre o rio Pregel, onde hoje é situada a cidade de Kaliningrado. O problema ficou sem resolução por centenas de anos, até ser resolvido por Leonhard Euler.

Segundo Rabuske (1993), é determina-se que um grafo euleriano, é um grafo onde é possível achar um caminho fechado, passando em cada aresta uma única vez.

A incógnita no problema das pontes e no PCC era criar um ciclo fechado, atravessando as sete pontes apenas uma vez, percorrendo o menor caminho possível, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Cidade de Königsberg, as sete pontes sobre o Rio Pregel.



Fonte: Encyclopædia Britannica, 2010.

De acordo com Belfiore (2006), o PCC pode ser considerado uma variação do problema do caixeiro viajante, no entanto, no lugar de clientes são utilizados os arcos. O problema é baseado em um único depósito e o veículo deve sair e retornar ao mesmo depósito. E por ventura, neste problema tampouco existem restrições de capacidade de veículos e a demanda é determinística.

No problema tratado neste trabalho, a roteirização será feita a partir de um depósito, com um veículo e restrição por peso, com vários pontos de distribuição. Pelo Quadro 2, é possível constatar que essa situação é a mesma do carteiro chinês capacitado. No entanto, com a abordagem do método sendo realizada por softwares.

2.6 MÉTODO DE CLARKE E WRIGHT

De acordo com Laporte et. al (2000) e Santos e Leal (2007), afirmam que o método de economias (desenvolvido por Clarke e Wright) é a heurística mais conhecida e utilizada para se resolver problemas relacionados a roteirização de veículos.

Estudos como o de Reinelt (1994) comparam as diversas heurísticas já existentes com a de Clarke e Wright, sempre aplicando-as ao VRP e concluiu que nenhuma delas pode dar uma solução melhor (1 – 2%) que a heurística de economia de Clarke e Wright. Esse é um dos motivos que justificam a utilização do método em centenas de softwares, devido a sua porcentagem que é obtida como ótimo absoluto.

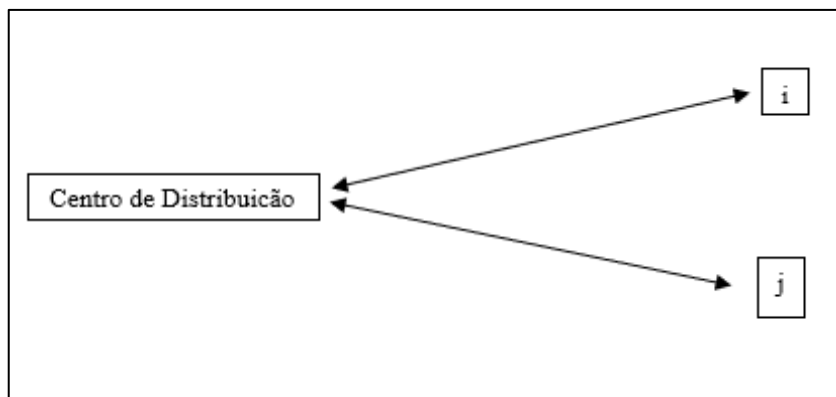
Para Ballou (2006), a abordagem do método das economias por Clarke & Wright esteve em evidência ao longo dos anos por sua flexibilidade para aplicação computacional, considerando a rapidez, gama de restrições, número moderado de paradas e soluções próximas das ótimas.

O algoritmo de Clarke e Wright, tem objetivo de gerar roteiros que respeitem restrições de capacidade e tempo, assim como muitos outros, o que pode ser dito como diferencial é que visa um cenário onde toda a mercadoria seja entregue com distâncias mínimas (NOVAES, 2015).

Para entender de maneira facilitada como esse método funciona, a Figura 4, onde deve-se imaginar que todo ponto de demanda é atendido por apenas um veículo. Depois, é designado a um veículo atender dois pontos de demanda, denominados i e j , com isso é possível obter a economia de distância, na Figura 5.

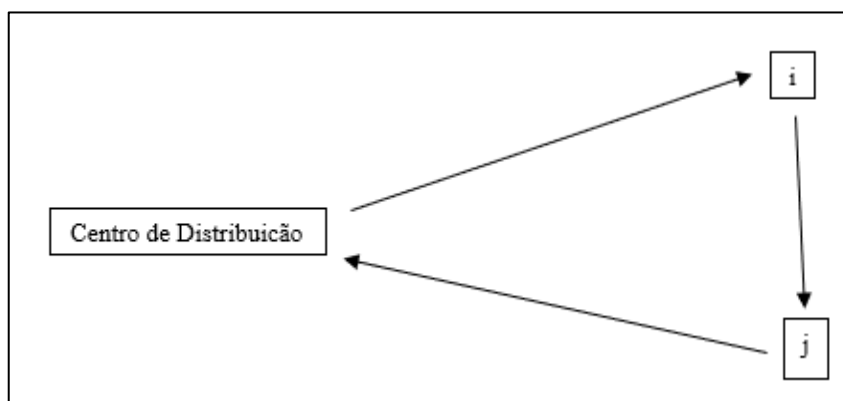
É notável que ao utilizar os veículos para entregas separadamente, se torna inviável do ponto de vista econômico, quando se existe a possibilidade de utilizar o mesmo veículo para mais de uma entrega, caso tenha capacidade suficiente.

Figura 4 - Situação inicial da simplificação da teoria de Clarke e Wright.



Fonte: Adaptado de Novaes (2015).

Figura 5 - Método de Clarke e Wright aplicado.



Fonte: Adaptado de Novaes (2015).

Novaes (2015), menciona que o método de Clarke e Wright se baseia no conceito de ganho, em que este representa a geração de roteiros que buscam minimizar as distâncias percorridas ou redução do número de veículos utilizados.

Assim, conforme Novaes (2015), a economia obtida é calculada para todas as conexões entre os nós e o centro de distribuição, sempre respeitando as restrições impostas pelo problema, algumas podendo ser relacionadas a capacidade, tempo de duração do percurso, quantidade de pontos visitados, etc.

Dentro da utilização do método das economias deve-se ficar atento aos detalhes, pois quando a capacidade do caminhão utilizado para o transporte, superar o somatório das demandas dos clientes o problema se torna um Problema do Caixeiro Viajante (CLARKE E WRIGHT, 1964).

Deve ficar claro que a abordagem dos problemas utilizando o método de Clarke e Wright não irá garantir uma solução ótima, no entanto, devido a complexidade deste tipo de problema, uma boa aplicação fornecendo dados precisos, criam maiores chances de ter ótimas soluções.

2.7 MÉTODO DA VARREDURA

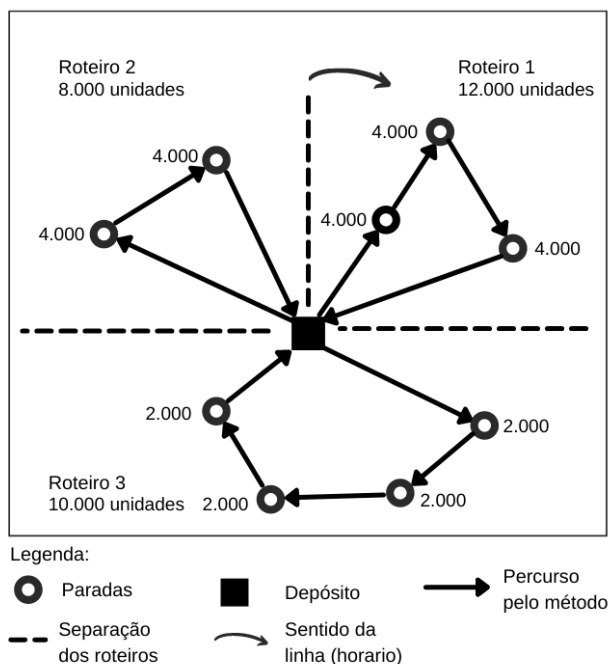
O método da varredura, também chamado de *sweep algorithm*, é de acordo com Ballou (2006), um método simples e exige pouca capacidade de processamento das máquinas e pode ser feito até manualmente, até mesmo para problemas grandes. O índice de erro médio é de 10%. Esse índice passa ser aceitável quando se necessita da obtenção de uma solução boa ao invés da ótima.

O Método é resumido por Ballou (2006) em algumas etapas:

- a) Aponte todas as paradas do veículo em um mapa ou grade, inclusive o depósito;
- b) Em seguida, trace uma linha reta em qualquer direção, partindo do depósito. Gire essa linha no sentido horário ou anti-horário, até ela convergir com uma parada;
- c) Verifique se a parada está incluída no roteiro e se a capacidade do veículo irá ser ultrapassada. Caso seja ultrapassada, continua-se com o giro da linha até a próxima convergência;
- d) Caso a capacidade cumulativa do veículo for ultrapassada, exclui-se o último ponto e define-se o roteiro. E inicia-se um novo roteiro com o veículo no partindo da origem e a primeira parada será o ponto excluído;
- e) O processo acaba quando todas as paradas estiverem incluídas.

Na Figura 6, é possível verificar que, com a aplicação do método da varredura os roteiros ficam simples de serem interpretados, separados e as rotas ficam bem evidentes.

Figura 6 - Exemplificação do método da varredura.



Fonte: Adaptado de Novaes (2015).

Tratando-se das desvantagens, esse método, primeiramente se atribui as paradas para depois estabelecer a sequência, não considerando questões relativas ao tempo, como duração da viagem e as janelas de tempo nas entregas. (BALLOU, 2006).

2.8 SOFTWARE DE ROTEIRIZAÇÃO

Segundo Melo e Filho (2001), o processo de adquirir um sistema de roteirização pode permitir ganhos significativos, tanto financeiro, com a redução dos custos operacionais, quanto em termos de qualidade do serviço, assim, fidelizando maior quantidade de clientes. Esses ganhos são de suma importância para integração da cadeia de suprimentos e obtenção de vantagens competitivas.

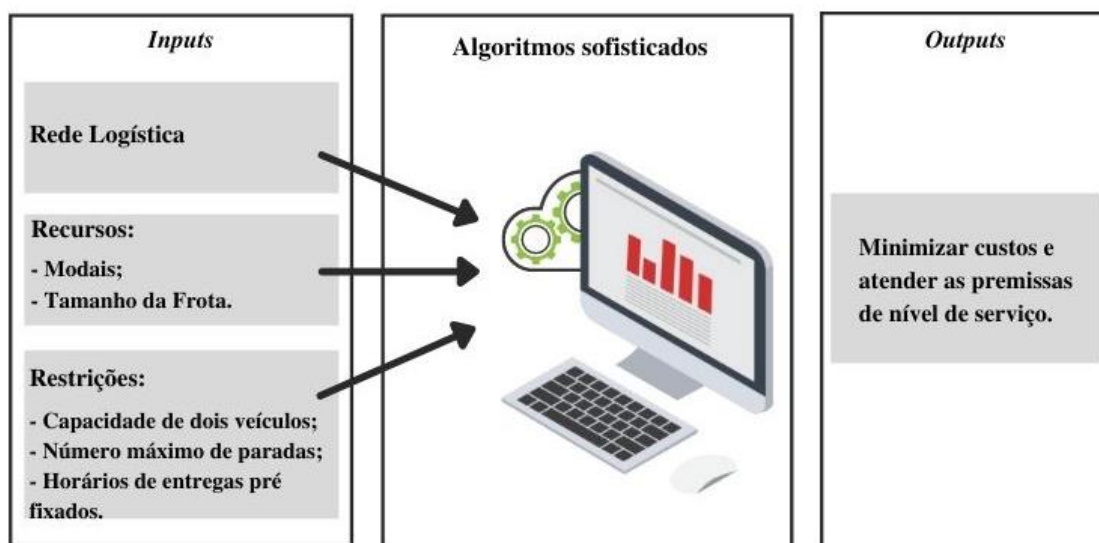
Os softwares reduzem o tempo e esforço utilizado nos métodos manuais e podem obter soluções ótimas para problemas complexos e que exigiram muito tempo e cálculos se realizados manualmente, outra vantagem é para atualizar ou adicionar dados, logo que precisando refazer tudo manualmente.

No Brasil é fácil encontrar diversos softwares, onde grande parte é desenvolvida no exterior e suas heurísticas de soluções muitas vezes não são disponibilizadas pelos desenvolvedores.

De acordo com Branco e Olivia (2014), existem diversos softwares disponíveis ao público, sendo que cada um tem funcionalidades e complexidades próprias. Devido a isso, sem um estudo e avaliação correta de qual programa se pretende adquirir, poderão ocorrer erros na entrada de dados e processamento de informações. Além de mal implantado o sistema pode não ser o que realmente era necessário, gerando prejuízos e problemas para a empresa.

Para entender a Figura 7, é necessário entender quais são os inputs que fornecem dados para suprir a demanda dos algoritmos.

Figura 7 - Apresentação esquemática do funcionamento de um software de otimização aplicado ao transporte.



Fonte: Adaptado de Branco e Olivia (2014) apud Ravagnolli (2006).

Gonçalves (2013) afirma que as redes logísticas incluem facilidades como manufatura, armazenagem, intermediários, varejistas. Quanto maior é a amplitude espacial das redes, mais complexas elas serão.

O Modal, segundo Gonçalves (2013), é a modalidade de transporte que será utilizada. As modalidades de transportes levam em conta características essenciais que

devem ser analisadas, essas características são: disponibilidade do meio de transporte, velocidade, confiabilidade e capacidade.

O tamanho da frota irá determinar a quantidade de veículos disponíveis para utilização, capacidade de clientes atendidos por determinado período. O tipo de frota e quais categorias de veículos existem na frota definem a capacidade e tipo de produtos podem ser entregues e quais períodos os veículos podem rodar na cidade.

Conforme Novaes (2015) no que se trata das restrições, são completar os compromissos formados com os clientes, e respeitar tempos impostos pela jornada de trabalho, horários de carga e descarga, restrições de velocidade e tamanho do veículo em vias públicas.

Ainda conforme Branco e Olivia (2014), os softwares de roteirização seguem ideias implementadas computacionalmente através de softwares desenvolvidos com base na literatura.

Melo e Filho (2001) ainda caracterizam alguns sistemas de roteirização disponíveis e de grande relevância no mercado nacional, sendo eles:

- a) O Trucks: é um sistema que requer montagem, edição e atualização de uma rede viária realizada a partir de uma mesa digitalizadora, o que o torna um software complexo. A partir disso, os clientes são identificados no nível de quarteirão e o sistema define as rotas, excluindo trechos que apresentam barreiras naturais ou artificiais (obras, acidentes, congestionamentos);
- b) O TransCAD: é um sistema utilizado para armazenar, mostrar, gerenciar e analisar dados de transporte combinado com um sistema de modelagem e um SIG (Sistema de Informações Geográficas). Esse software apresenta dois métodos de resolução, para roteirização em pontos é usada a heurística de “Economias” de Clarke e Wright, já para a roteirização em nós é usada a heurística do Problema do Carteiro Chinês Misto;
- c) O ROTAcerta: foi desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em 1993, e sua aplicação está ligada a entregas domiciliares, desenvolvido para roteamento em áreas urbanas. Sua aplicação está ligada entregas de bebidas, cigarros, jornais ou qualquer outro produto;

- d) O Truckstops: utiliza a heurística do vizinho mais próximo para geração de roteiros. Ele permite inserção de dados geográficos, barreiras naturais ou artificiais no percurso. Sendo possível trabalhar com mais de 1700 clientes, ele trabalha com informações de paradas (nome, longitude e latitude) e informações de custo dos veículos.

Vale lembrar que esses softwares são estudados e citados na década de 1980 e 1990, no entanto com desenvolvimento na área de TI e com computadores mais potentes, hoje existem centenas de outros softwares, porém é difícil ter acesso ou adquirir os softwares vendidos para empresa devido ao elevado custo de aquisição.

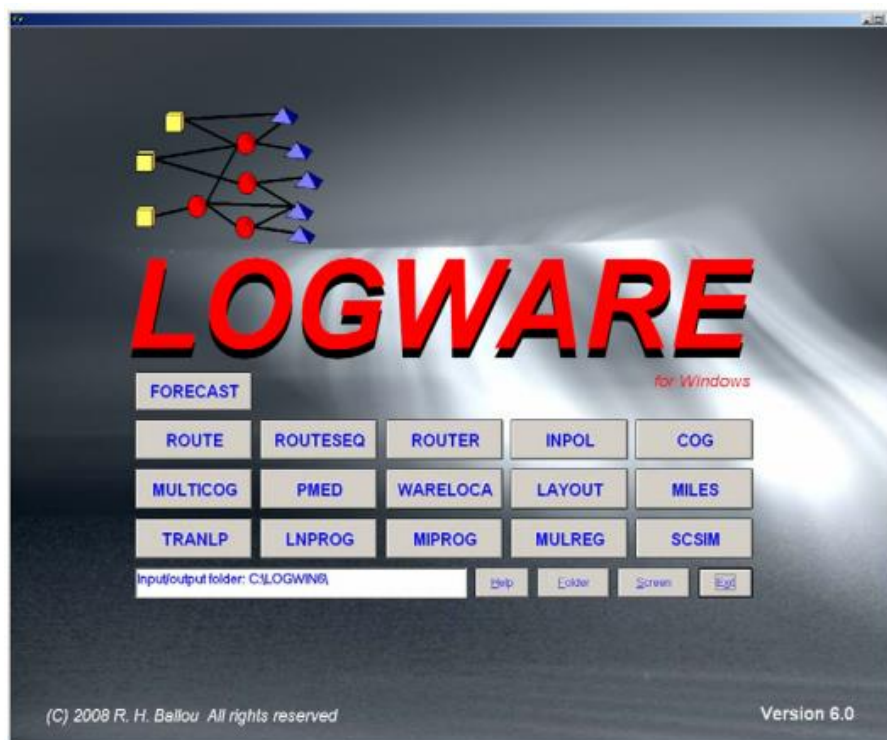
Durante a década de 1990, surgiu o americano logware que é um sendo gratuito e utilizado nas universidades principalmente, para o estudo de exercícios de Pesquisa Operacional no campo da logística, e sendo o programa usado neste trabalho para geração da rota atual e rota ótima da empresa estudada.

2.9 LOGWARE

O logware é um software desenvolvido por Ronald Ballou, para fins educacionais. Segundo Ballou (2008), o software é uma coleção de programas que podem ser utilizados para analisar uma variedade de problemas e estudos de casos relacionados a logística.

Apesar de ser um software simples e criado com fim didático, o logware contém 16 módulos, cada módulo tem uma especificidade e função diferente, os módulos são: *FORECAST; ROUTE; ROUTESEQ; ROUTER; INPOL; COG; MULTICOG; PMED; WARELOCA; LAYOUT; MILES; TRANLP; LNPROG; MIPROG; MULREG; SCSIM*. A tela inicial pode ser visualizada na Figura 8.

Figura 8 - Tela inicial do software Logware.



Fonte: Ballou (2008).

O método do Logware utilizado neste trabalho para determinar o melhor sequenciamento de rotas é o ROUTER, sua função é desenvolver rotas e horários para vários caminhões, servindo várias paradas. Esta função também apresenta um programa heurístico para resolver o problema do caixeiro viajante. (BALLOU, 2008).

2.10 PERECIBILIDADE

De acordo com a Resolução do Ministério da Saúde nº 216, de 15 de setembro de 2004, são considerados produtos perecíveis os produtos alimentícios, alimentos *in natura*, produtos semipreparados ou produtos preparados para o consumo que, pela sua natureza ou composição, necessitam de condições especiais de temperatura para sua conservação.

Segundo Carvalho, Guimarães e Araújo (2018), a perecibilidade é uma característica de tudo que tende a estragar-se, a deteriorar-se em determinado tempo. Os alimentos perecíveis têm muita umidade, o que favorece o crescimento de microrganismos, por isso eles acabam necessitando de temperaturas especiais, que lhe permitam ter maiores prazos de validade nas prateleiras e para os clientes.

Como para os laticínios a cadeia de abastecimento é imprescindível, é de suma importância que os produtos derivados do leite e considerados perecíveis sejam armazenados e transportados sob condições especiais (que varia entre a especificação técnica de cada produto), sempre seguindo a Norma NBR 14701 que dita as regras do transporte para produtos alimentícios refrigerados.

Vale salientar que o transporte refrigerado tem maior impacto econômico dentro da logística, pois a carroceria é especial com isolamento e para manter os produtos sempre congelados ou resfriados é utilizada uma fonte de combustível. Além de um veículo diferenciado, ele deve estar regularizado com alvará sanitário ou certificado de vistoria. O motorista também deve ser treinado adequadamente sobre os cuidados com o transporte, quais os riscos de contaminação e deterioração dos produtos.

Os produtos perecíveis estão presentes no dia a dia do brasileiro, e os cuidados com esse tipo de alimento acabam encarecendo o produto final, com objetivo de entregá-lo ao cliente com a melhor qualidade, maior durabilidade e sem levar riscos ao consumidor.

3 METODOLOGIA

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

De acordo com Lozada e Nunes (2018), a pesquisa científica tem como objetivo maior servir para a construção do conhecimento. A ideia é procurar a verdade e oferecer avanços que permitam colocar o conhecimento a serviço da humanidade e de sua evolução.

A pesquisa pode ser classificada quanto aos propósitos da pesquisa, abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Quanto a abordagem, esta pesquisa pode ser classificada como quantitativa, pois, segundo Silva e Menezes (2001), a pesquisa quantitativa considera tudo que pode ser quantificável, isso se significa traduzir números, opiniões e informações para analisá-las e classificá-las.

A natureza da pesquisa é considerada pesquisa aplicada, pois de acordo com Gil (2008), a pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos.

Quanto aos objetivos, a pesquisa tem caráter exploratório, conforme Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, formulando problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Dos procedimentos tem-se uma pesquisa bibliográfica que foi realizada em livros, teses, dissertações e materiais disponíveis *online*, sempre buscando autores renomados e fontes confiáveis.

No trabalho são abordados modelos matemáticos que segundo Aline Dresch (2019), compreendem um conjunto de variáveis de controle em um domínio específico da aplicação e um conjunto de variáveis de desempenho que tem função de medir a qualidade das decisões obtidas a partir de relações causais e quantitativas que são definidas entre as variáveis de controle. E as variáveis de desempenho podem ter natureza física como nível de estoque de um produto ou o consumo energético de um equipamento, ou variáveis econômicas, como

lucros, custos ou receitas. O modelo matemático será resolvido pela aplicação do problema do caixeiro viajante por meio do software Logware.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada em um laticínio na cidade de Dourados, que atende clientes já fidelizados nas cidades de Dourados, Campo Grande, Sidrolândia e Maracaju. É importante mencionar que cidade escolhida para a criação de roteiros foi Campo Grande.

A coleta de dados, foi realizada a partir de uma abordagem prática na empresa, com 2 visitas e o acompanhamento do processo de entregas, tudo com objetivo de conhecer a operacionalidade de distribuição da empresa e obter os dados para realização do trabalho.

As informações de operação da empresa, foram obtidas por entrevistas semiestruturadas com colaboradores que possuem maior conhecimento sobre os fatos e entre eles o sócio proprietário. Inicialmente foi necessário aplicar uma entrevista com um funcionário do setor administrativo e entregador de produtos da empresa. A coleta de informações foi feita primeiramente com objetivo de conhecer a empresa e todo o fluxo de processos, com foco no processo de pedidos (vendas, clientes, entregas, equipe de entrega e promotores de vendas).

Com objetivo de modelar a roteirização para entrega dos produtos, houve a mensuração dos dados atuais das entregas, sendo eles pontos de distribuição, rotas, distâncias, mix de produtos, capacidade dos veículos, custo de operação dos veículos e tempo médio de entrega por cliente. Todos os pontos de entrega foram na cidade de Campo Grande - MS, que é o principal mercado consumidor da empresa.

Os pontos de distribuição determinados são referentes aos clientes da semana 3 do mês de novembro, todos os pontos são coletados por ordem sequencial de entrega que o motorista irá realizar, esta ordem é criada pelo motorista de maneira empírica baseado nas entregas que irão acontecer naquele dia. Com essa coleta de dados, foi possível compilar os dados atuais de entrega e gerar qual os valores gastos atualmente com a distribuição de produtos para os clientes. Com os dados atuais pode haver a comparação com os resultados ótimos gerados pelo software, assim então mostrando qual impacto de roteirizar as entregas.

Com todos os dados coletados referentes a quantidade de produtos e pontos de entrega, foram marcados no mapa de Campo Grande todos os locais de entrega que o motorista passou. Após a determinação dos pontos foi feita uma adaptação do mapa da cidade em coordenadas x e y. O objetivo da adaptação foi trabalhar com as coordenadas de cada ponto de entrega dentro do software logware, para então ser possível compilar os dados e gerar as rotas e relatórios.

Todos os dados são inseridos de maneira manual no software, primeiramente gerando o estado atual com base na sequência de clientes visitados fornecido pelo motorista. Criando os relatórios gerais de custo, relatórios capacidade do veículo e relatórios de gastos com motoristas e caminhão. E para a criação do relatório de rota ótima, são utilizados os mesmos dados, porém agora a sequência de clientes a serem visitados é definida pelo logware, gerando novos relatórios, com base nas mudanças ocorridas na rota.

4 RESULTADOS

4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A empresa atua no ramo de laticínios desde o ano de 1985, inicialmente no estado de Minas Gerais, no ano de 1989 foram convidados a iniciar suas atividades em Aral Moreira no estado de Mato Grosso do Sul, e em 1997 que firmou suas instalações na cidade de Dourados, onde hoje possuem toda sua produção.

Atualmente a empresa atende principalmente as duas maiores cidades do estado sendo elas Campo Grande e Dourados, além de algumas cidades menores no entorno de Dourados. A empresa tem origem e administração familiar, tendo em vista que seu fundador ainda é presente nas decisões cotidianas.

A clientela da empresa é formada principalmente por supermercados e padarias. Em Dourados são 16 clientes, nos quais alguns clientes são redes com vários supermercados pela cidade, já em Campo Grande são 33 clientes, também tendo redes com mais diversas unidades espalhadas pela cidade. Para suprir a demanda de pedidos, a empresa conta com 3 motoristas, sendo que dois ficam em Dourados e o outro faz viagens quinzenalmente para Campo Grande com caminhão, normalmente o caminhão utiliza menos de 50% da sua capacidade que é de 3500 kg, em Campo Grande existe um centro de distribuição com refrigeradores para o armazenamento dos produtos e hospedagem do motorista, que faz as entregas na cidade em cerca de três dias. Durante a volta da viagem de Campo Grande o motorista passa por outros clientes em cidades menores que são Sidrolândia e Maracaju.

A empresa tem horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 07:00 às 16:20 com intervalo para almoço das 11:00 às 13:00, e sábado até 11:00. As vendas e pedidos são realizadas por três promotores de vendas, um em Dourados e dois na cidade de Campo Grande. Nas cidades próximas que são atendidas, as vendas e pedidos são feitos por telefone ou por e-mail.

Atualmente a empresa opera com 16 colaboradores, tendo um mix de 20 produtos comercializados, alguns produtos possuem tamanhos e pesos diferentes. Todo o portfólio de produtos é com base em queijos conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Mix de produtos da empresa.

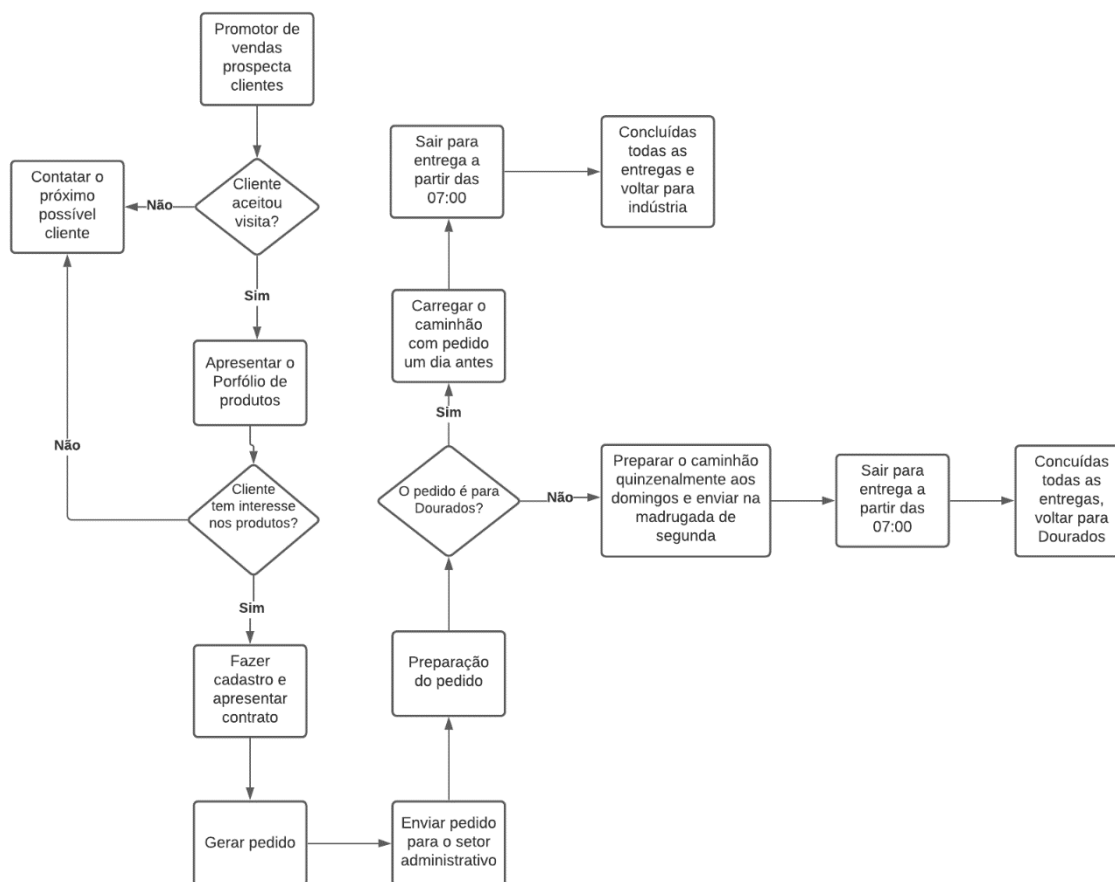
Mix de Produtos	
Queijo Minas Frescal	Queijo Minas Padrão grande
Queijo Minas Padrão	Queijo Prato Lanche pequeno
Queijo Minas Padrão pequeno	Queijo Muçarela
Queijo Muçarela Nozinho Apimentado	Queijo Prato Lanche grande
Queijo tipo Gruyère	Ricota Fresca
Queijo Provolone Defumado	Queijo Provolone Defumado Bolinhas para Churrasco
Queijo Parmesão	Requeijão Cremoso com Amido
Queijo Provolone Defumado Trança	Queijo Muçarela Tipo Nozinho
Requeijão	Queijo Provolone
Queijo Provolone Fresco Tiras	Queijo Provolone Fresco Cabaça

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os problemas relacionados a entregas, se dão principalmente devido à falta de um setor dedicado a logística na empresa. Por ser uma empresa de pequeno porte, os recursos da empresa são investidos em outras áreas como ampliação e melhorias na estrutura física atual.

Como é uma empresa familiar e com poucas pessoas qualificadas, fica difícil entender qual a importância de criar bons roteiros de distribuição e como isso pode impactar na empresa como um todo, sendo esse o objetivo secundário do trabalho. Na Figura 9, pode-se entender como é o processo completo de vendas da empresa, desde como é feito o contato com o cliente até o momento da saída para entrega.

Figura 9 – Fluxograma logístico de compras da empresa.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

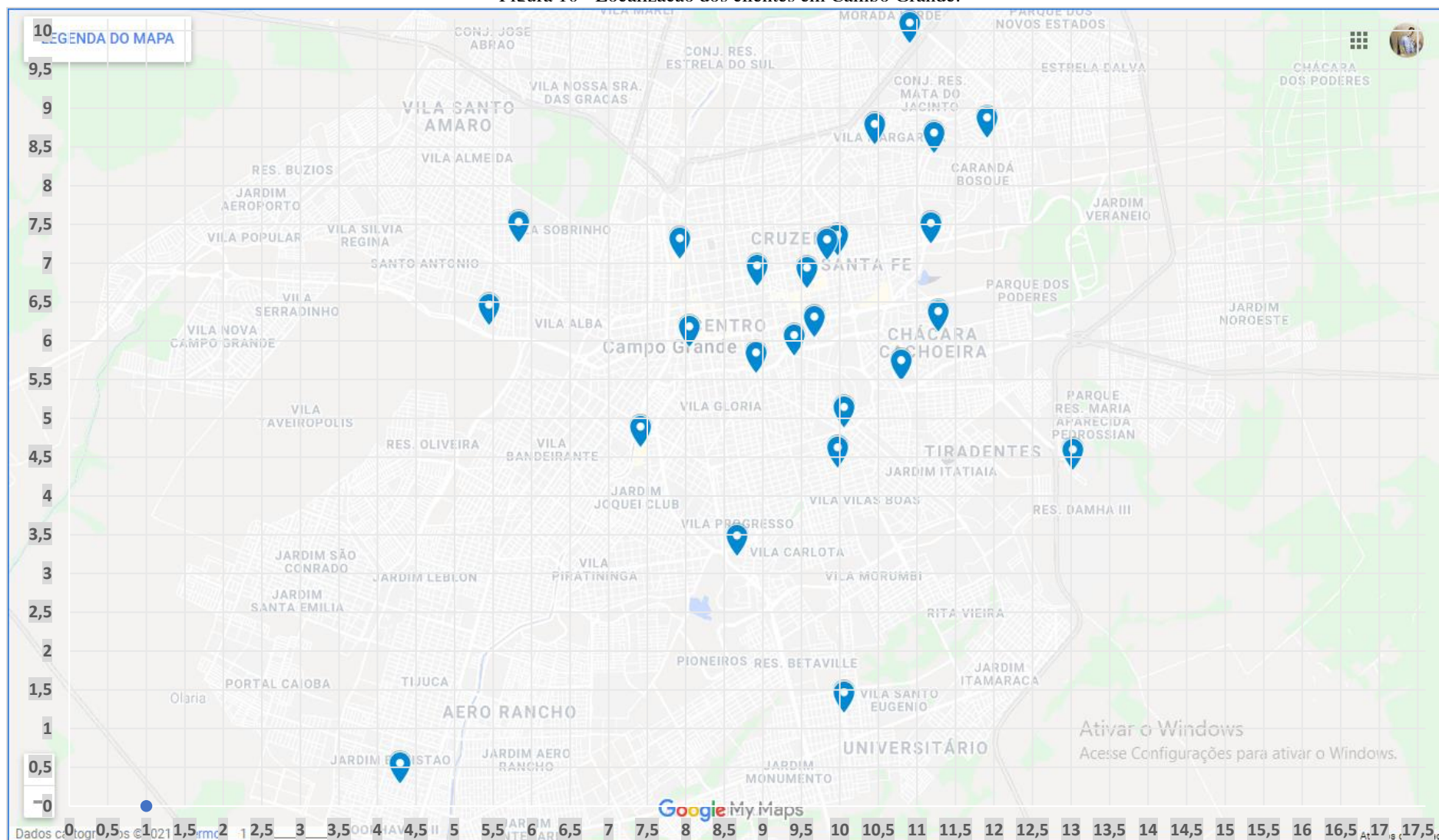
Dentro do fluxograma na Figura 9, é possível verificar que a empresa conta com dois processos de envio, um é para Dourados e outro é para fora da cidade. No momento todos os clientes estão na rota entre Dourados e Campo Grande, assim quando o entregador sai carregado para a capital, na hora de retornar ele passa pelos clientes que necessitam de produto nas cidades de Sidrolândia ou Maracaju que são pontos intermediários na rota de distribuição.

4.2 COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES

Para a coleta de dados, a empresa forneceu os 24 pontos de entrega na cidade de Campo Grande. A cidade foi priorizada, pois atualmente é o lugar em que se encontram os maiores clientes e gastos logísticos, devido ao tamanho da cidade e a distância da sede.

Como dito, todos os pontos foram marcados no mapa utilizando um software de localização geográfica (Google Maps®), foi possível marcar precisamente o local de cada cliente. Por ser um software antigo e fornecido para estudos o logware não possui tecnologia SIG (sistema de informação geográfica). Tendo em vista que as coordenadas x e y foram coletadas, elas devem ser passadas de maneira que o software consiga ler, já a escala do mapa foi convertida para milhas, uma vez que software não utiliza quilômetros. Todos os pontos são mostrados na Figura 10.

Figura 10 - Localização dos clientes em Campo Grande.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor utilizando Google Maps (2021).

Uma etapa fundamental dentro da coleta de dados é a sequência de entregas usadas atualmente, o motorista é quem monta a rota, a Tabela 1 exibe o endereço em ordem de entrega, além de exibe as coordenadas de cada local que é mostrado na Figura 10. Os endereços dos clientes não são revelados detalhadamente por pedido de confidencialidade por parte da empresa.

Tabela 1 - Coordenadas utilizadas para identificar os clientes.

Endereços	Sequência de Paradas	Coordenadas Y	Coordenadas X
R. Alto Garças - Jardim Batistão	0	0,3	4,3
Av. Calógeras - Centro	1	5,9	8
R. Sergipe - Centro	2	7,2	9,95
Av. Mato Grosso - Vila Suíça	3	7,08	9,8
R. Euclides da Cunha - Centro	4	6,7	9,55
R. Sete de Setembro - Centro	5	6,05	9,68
Av. Bom Pastor - Vila Vilas Boas	6	4,38	9,95
R. Sebastião Lima - Centro	7	5,6	8,9
R. Madressilva - Carandá Bosque	8	8,6	11,9
R. Pontalina - Vila Santo Eugenio	9	1,3	10,05
R. 14 de Julho - Centro	10	7,05	7,9
Av. Pres. Vargas - Papa João Paulo II	11	7,3	5,8
Av. Cônsul Assaf Trad - Morada Verde	12	9,85	10,9
Av. Duque de Caxias - Santo Antônio	13	6,2	5,4
R. Álvares de Azevedo - Vila do Polonês	14	8,4	11,2
R. Raul Pires Barbosa - Vila Manoel da Costa Lima	15	7,27	11,07
R. Joaquim Murtinho - Tiradentes	16	5,5	10,8
Av. Eduardo Elias Zahran - Jardim Bela Vista	17	4,9	10,05
Av. Costa e Silva - Vila Olinda	18	3,3	8,65
Av. Pres. Ernesto Geisel - Jardim Jóquei Club	19	4,6	7,4
R. Maracaju - Centro	20	6,2	8,9
Travessa da Oratória - Res. Damha II	21	4,35	13
R. Joaquim Murtinho - Centro	22	5,8	9,4
R. Naviraí - Vila Margarida	23	8,55	10,45
Av. Mato Grosso - Centro	24	7,3	11,18

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com todas as coordenadas marcadas, foi preciso saber qual a demanda de cada cliente. Como a empresa trabalha com muitos tipos de queijos, todos os dados de pesos utilizados foram feitos com base no peso médio do pedido de cada cliente (convertido em libras-LB), como apresentado na Tabela 2. A explicação dos valores da coluna “Tempo de entrega” na Tabela 2, é realizada na conceitualização do campo “*Load Time*”, feita na Figura 13.

Tabela 2 - Sequência de paradas, modo de entrega, peso, coordenadas dos clientes e tempo de entrega.

Sequência de Paradas	Entrega	Peso (LB)	Coordenadas X	Coordenadas Y	Tempo de entrega (min)
0	-	0	4,3	0,3	0
1	D	88,20	8	5,9	16,64
2	D	9,70	9,95	7,2	6,28
3	D	3,00	9,8	7,08	5,4
4	D	272,10	9,55	6,7	40,92
5	D	87,76	9,68	6,05	16,58
6	D	3,31	9,95	4,38	5,44
7	D	7,76	8,9	5,6	6,02
8	D	13,98	11,9	8,6	6,85
9	D	4,23	10,05	1,3	5,56
10	D	20,62	7,9	7,05	7,72
11	D	272,32	5,8	7,3	40,95
12	D	261,95	10,9	9,85	39,58
13	D	192,19	5,4	6,2	30,37
14	D	14,55	11,2	8,4	6,92
15	D	45,07	11,07	7,27	10,95
16	D	16,98	10,8	5,5	7,24
17	D	37,11	10,05	4,9	9,9
18	D	395,14	8,65	3,3	57,16
19	D	44,10	7,4	4,6	10,82
20	D	10,58	8,9	6,2	6,4
21	D	12,13	13	4,35	6,6
22	D	44,98	9,4	5,8	10,94
23	D	39,69	10,45	8,55	10,24
24	D	63,72	11,18	7,3	13,41
Total		1.961,17			

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Tabela 2, mostra a demanda que foi coletada, convertida em libras de cada cliente, além das coordenadas. O modo de entrega do laticínio são todas “D” que representa *delivery*, já o ponto “0” marcado na tabela representa o Centro de Distribuição, por isso o peso está inexistente e os tempos de entregas serão utilizados no software para calcular os tempos de entrega.

Todas as informações contidas na Tabela 1 e 2, são compiladas para o formato e linguagem que o software trabalha, vale ressaltar que essa etapa acontece fora da plataforma do logware, por meio de planilhas eletrônicas do MS-Excel®.

Iniciando os processos dentro do módulo *router* mostrado na Figura 11, existem diversas abas além de campos para preenchimento de informações, algumas dessas informações são fundamentais que os dados sejam os mais precisos.

Figura 11 - Tela inicial do modo *router* do logware.

Parameters	Stops	Vehicles
Problem label <input type="text" value="Roteirizacao em laticinio"/>		
Grid corner with 0,0 coordinates (NW, SW, SE, or NE) <input type="text" value="SW"/>		
DEPOT DATA		
Depot description <input type="text" value="Centro Distribuicao"/>		Located in zone <input type="text" value="0"/>
Horizontal coordinate <input type="text" value="4.3"/>	Vertical coordinate <input type="text" value="0.3"/>	
Earliest starting time (min.) <input type="text" value="420"/>	Latest return time (min.) <input type="text" value="1020"/>	
Default vehicle speed (miles per hour) <input type="text" value="12.4"/>	After how many hours will overtime begin <input type="text" value="10"/>	
GENERAL DATA		
Percent of vehicle in use before allowing pickups <input type="text" value="100"/>	Horizontal scaling factor <input type="text" value="1"/>	
Maximum TIME allowed on a route (hours) <input type="text" value="10"/>	Vertical scaling factor <input type="text" value="1"/>	
Maximum DISTANCE allowed on a route (miles) <input type="text" value="9999"/>		
LOAD/UNLOAD TIME FORMULA		
Fixed time per stop <input type="text" value="0"/>	Variable time per stop: By weight <input type="text" value="0"/>	By cube <input type="text" value="0"/>
Duration of 1st break (min.) <input type="text" value="120"/>	To begin after <input type="text" value="660"/>	
Duration of 2nd break (min.) <input type="text" value="0"/>	To begin after <input type="text" value="9999"/>	
Duration of 3rd break (min.) <input type="text" value="0"/>	To begin after <input type="text" value="9999"/>	
Duration of 4th break (min.) <input type="text" value="0"/>	To begin after <input type="text" value="9999"/>	
<input type="button" value="Continue"/>		

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na tela inicial do modo *router*, na Figura 11, o “*Problem label*” é o nome do problema, que foi atribuído “Roteirização em laticínio”. Logo abaixo pode-se ver a sigla SW (Sudoeste) preenchida, esse a direção dentro do mapa em qual região estão localizadas as

coordenadas 0,0. O tópico “*depot data*”, são dados referentes aos dados do depósito, como o nome “Centro de Distribuição”, por não estar cadastrado em nenhuma zona de velocidade foi atribuído o valor “0” para o campo “*located zone*”. Os campos “*Horizontal coordinate*” e “*Vertical coordinate*”, são preenchidos respectivamente pelas coordenadas 4,3 e 0,3, representando o centro de distribuição determinado na Tabela 1 pela sequência 0. Já nos campos “*Earliest starting time*” e “*Lastest return time*” preenchidos por 420 e 1020 minutos respectivamente, esses campos indicam o início da jornada de trabalho 420 minutos que é às 7:00 horas da manhã, pois o minuto zero é equivalente a 00h00min, já 1020 minutos representa o final do expediente as 17:00 horas.

O campo “*Default vehicle speed*” é preenchido com 12,45 milhas por hora, esse é o valor da velocidade média do veículo dentro da cidade fornecido pelo motorista, no tópico “*After how many hours will overtime begin*” está preenchido com “10”, pois corresponde a 8 horas de turno mais 2 horas de almoço, assim, depois de 10 horas que se iniciam as horas extras.

Já em “*General data*” ou dados gerais, o campo “*Percente of vehicle in use before allowing pickups*” é preenchido com 100 pois é a porcentagem do caminhão que poderá ser utilizada. Os quadros denominados “*Horizontal scaling factor*” e “*Vertical scaling factor*” são preenchidos com o número “1” pois existem fatores de multiplicação aplicados dentro do tráfego para corrigir o fato das rotas serem resolvidas em linha retas e na prática os trajetos não são em linha retas, mas esse fator determinado 1,21 já foi aplicado dentro da escala de distâncias do mapa da cidade. Para o quadro “*Maximum Time allowed on a route (hours)*” foi preenchido com “10” pois é o tempo máximo que o motorista irá permanecer na rota, já em “*Maximum Distance allowed on a route (miles)*” o valor é “9999” pois significa que não tem limites de milhas que o motorista poderá percorrer em uma rota.

Por fim, o campo “*Fixed time per stop*” que é o tempo fixo de parada e “*Variable time per stop: by weight*” que é o tempo de para de acordo com o peso, foi determinado em “0” e “0” respectivamente, pois este tempo não foi calculado fixamente e sim individualmente para cada pedido. E a “*duration of 1 st break*” é referente a duração parada para almoço com tempo de 120 minutos, e o “*To begin after*” é referente à quando irá se iniciar o horário de pausa, sendo aos 660 minutos equivalentes as 11h.

Outro conjunto de dados importante é a de “*Vehicles*” mostrado na Figura 12, os dados que são inseridos nesta seção são apenas dois, a “*Cap. in weight*” que é referente a capacidade do veículo em libras o valor foi de “7716lb” ou 3500 kg, outro item preenchido e de grande importância é o “*Vehicle cost per mi.*”, que é o custo do veículo por milha, o valor inserido foi de “1,72”.

Figura 12 - Dados sobre o veículo e motorista.

Parameters		Stops				Vehicles				
Veh. no.	Vehicle description	Veh. type	No.	Cap. in weight	Cap. in cube	Vehicle fixed cost	Vehicle cost per mi.	Driver fixed cost	Driver cost per hr	€
1	Caminhao 1	1	5	7716	9999	0	1,72	0	13,13	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para construir o custo por milha do veículo é preciso saber os custos variáveis e fixos inclusos no transporte, houve a busca pelas informações como manutenção, consumo médio de combustível, seguro, depreciação e Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA). A obtenção precisa desses dados é fundamental para criação do custo por milha rodada do veículo, esse custo foi estimado em R\$ 1,72/milha, a utilização desta unidade de medida é porque o logware opera com milhas.

Já “*Drive cost per hour*” foi calculado com base no salário bruto do motorista e as horas trabalhadas no mês de novembro. Em uma jornada de 8 horas diárias de segunda a sexta e aos sábados a jornada é de 4 horas, o mês teve 20 dias úteis e 4 sábados trabalhados, totalizando 176 horas trabalhadas, e um custo médio de R\$ 13,13 por hora, sendo considerados todos os gastos com o motorista.

E a última aba preenchida no software é a de “*Stops*” sendo exibida na Figura 13, que são as paradas, para ter dados nessa aba deve ser preenchido o arquivo do software de maneira externa em blocos de notas, nesta aba é mostrada a sequência em “*Stop no.*”, os endereços em “*Stop description*”, o “*Stop type*” são preenchidos com “D” como mostrado na Tabela 2, a coluna “*Weight*” representa o peso de produto que cada cliente irá receber, lembrando que todos os pesos são em libras, a coluna “*Cube*” ficou com valor zero, pois a restrição do caminhão será por peso e não por volume. As coordenadas X e Y dos clientes

são apresentadas somente nesta aba. A coluna “*Load time*” é o tempo de carregamento, neste caso foi atribuída o tempo de descarga, os cálculos foram feitos usando um multiplicador encontrado nos tempos de espera e descarga fornecidos pelo entregador, o valor foi de 0,132 libras por minuto, mais um acréscimo de 5 minutos por pedido, que é o tempo médio para estacionar, preparar notas e entrar em contato com o cliente.

Figura 13 - Descrição das paradas realizadas.

Parameters		Stops					Vehicles			
Stop no.	Stop description	Stop type	Weight	Cube	X coordinate	Y coordinate	Zone	Load time	TW Begin1	
1	Av. Calogeras.	D	88,2	0	8	5,9	0	16,64	0	
2	R. Sergipe	D	9,702	0	9,95	7,2	0	6,28	0	
3	Av. Mato Grosso	D	2,99	0	9,8	7,08	0	5,4	0	
4	R. Euclides da Cunha	D	272,097	0	9,55	6,7	0	40,92	0	
5	R. Sete de Setembro	D	87,759	0	9,68	6,05	0	16,58	0	
6	Av. Bom Pastor	D	3,307	0	9,95	4,38	0	5,44	0	
7	R. Sebastiao Lima	D	7,76	0	8,9	5,6	0	6,02	0	
8	R. Madressilva	D	13,98	0	11,9	8,6	0	6,85	0	
9	R. Pontalina	D	4,234	0	10,05	1,3	0	5,56	0	
10	Rua 14 de Julho	D	20,616	0	7,9	7,05	0	7,72	0	
11	Av. Pres. Vargas	D	272,317	0	5,8	7,3	0	40,95	0	
12	Av. Consul Assaf Trad	D	261,95	0	10,9	9,85	0	39,58	0	
13	Av. Duque de Caxias	D	192,19	0	5,4	6,2	0	30,37	0	
14	R. Alvares de Azevedo	D	14,55	0	11,2	8,4	0	6,92	0	
15	R. Raul Pires Barbosa	D	45,07	0	11,07	7,27	0	10,95	0	
16	R. Joaquim Murinho	D	16,98	0	10,8	5,5	0	7,24	0	
17	Av. Eduardo Elias Zahran	D	37,11	0	10,05	4,9	0	9,9	0	
18	Av. Costa e Silva	D	395,136	0	8,65	3,3	0	57,16	0	
19	Av. Pres. Ernesto Geisel	D	44,1	0	7,4	4,6	0	10,82	0	
20	R. Maracaju	D	10,58	0	8,9	6,2	0	6,4	0	
21	Travessa da oratoria	D	12,13	0	13	4,35	0	6,6	0	
22	R. Joaquim Murinho	D	44,98	0	9,4	5,8	0	10,94	0	
23	R. Navirai	D	39,69	0	10,45	8,55	0	10,24	0	
24	Av. Mato Grosso	D	63,724	0	11,18	7,3	0	13,41	0	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com os dados todos inseridos de maneira correta e de acordo com as unidades de medidas do programa, foram gerados os gráficos de rotas e relatórios de custos. Inicialmente foi gerado o gráfico da rota atual que o motorista faz, com objetivo de analisar os custos da rota atual e da rota ótima gerada pelo gráfico.

A rota atual é realizada em 3 dias, normalmente segunda-feira, terça-feira e quarta-feira. Onde cada dia será determinado por uma rota, e cada rota terá uma quantidade de pontos a serem visitados.

Com a Tabela 3, é possível mensurar a quantidade de pontos que o motorista passa ao longo dos três dias, que é o tempo necessário atualmente para que ele possa percorrer os 24 clientes que a empresa atende na cidade. Mesmo aparentemente sendo poucos pontos, muitos clientes estão em bairros distantes.

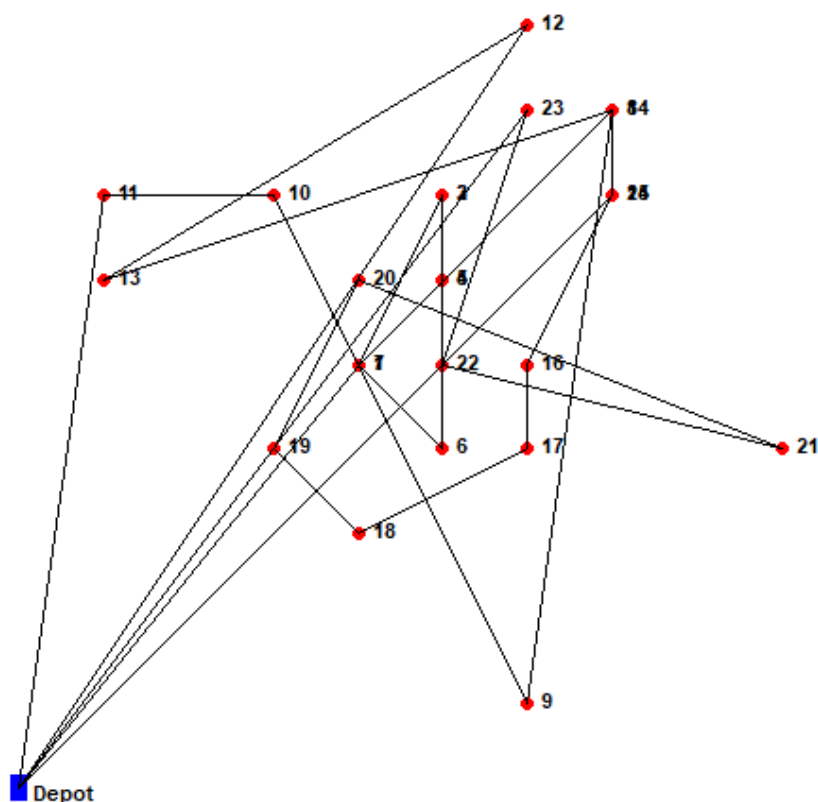
Tabela 3 - Sequência de clientes por rota.

	Rota 1	Rota 2	Rota 3
	1	12	24
	2	13	-
	3	14	-
	4	15	-
	5	16	-
	6	17	-
	7	18	-
	8	19	-
	9	20	-
	10	21	-
	11	22	-
	-	23	-
Total	11	12	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Figura 14, mostra qual é a rota atual que o motorista realiza, é perceptível que todos os percursos são em linha reta, como já dito o software não possui sistema SIG, logo todos os pontos são plotados no espaço de acordo com as coordenadas de cada cliente.

Figura 14 - Rota atual de entrega.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De acordo com a Tabela 4, no estado atual a empresa realiza 3 rotas, a sequência das rotas é mostrada na Tabela 1, lembrando que cada rota é um dia diferente. Ao analisar a rota 1, ela tem tempo de 7,9 horas de tempo total, onde 3,3 horas foi só no percurso entre os pontos de entrega e 2,5 horas para descarga dos produtos, tendo 11 paradas e percorrendo 64,37 km, seu custo foi de R\$ 142,58. A rota 2 teve um custo de R\$ 185,51 para percorrer 90,12 km, com 12 paradas ao longo do trajeto, esse tempo de parada foi de 3,3 horas e o tempo total de rota foi 10 horas. Por fim a rota 3 só inclui 1 ponto de entrega por isso só tem 1 parada, com percurso de 32,18 km, tempo de rota de 1,9 horas e um custo de R\$ 44,06.

Tabela 4 - Relatório geral da rota atual

Rota	Tempo de rota (horas)	Tempo entre pontos (horas)	Tempo de parada (horas)	Número de paradas	Distância percorrida (km)	Custo por rota (R\$)
1	7,9	3,3	2,5	11	64,37	R\$ 142,58
2	10	4,6	3,3	12	90,12	R\$ 185,51
3	1,9	1,6	0,3	1	32,18	R\$ 44,06
Total	19,8	9,5	6,1	24	186,68	R\$ 372,15

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao verificar os dados da Tabela 5, é perceptível que o caminhão utiliza apenas 25,39% da sua capacidade máxima de carga, sendo assim, atualmente o motorista sai para entrega ele não precisa carregar o caminhão com mais produtos para entregar em outro dia no centro distribuição, só é necessário manter a temperatura ideal, saindo de Dourados até o último dia de entrega.

Tabela 5 - Capacidade utilizada do veículo no estado atual.

Rota	Capacidade utilizada (%)	Peso da carga(kg)	Capacidade total (kg)
1	10,13	354,71	3499,91
2	14,44	505,30	3499,91
3	0,82	28,57	3499,91
Total	25,39	888,58	3499,91

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível notar que a Tabela 6, mostra de onde surgem os custos por rotas mais detalhadamente, percebe-se que os custos do motorista são 57,87% maiores em relação aos custos do caminhão e o custo do motorista é equivalente a 68,90% do custo das rotas. Como é exibido na Tabela 4, a rota 1 e rota 2 tem 11 e 12 paradas respectivamente enquanto a rota 3 só tem 1 ponto de parada, sendo que o custo da rota 1 é 11,84% do custo total e só tem um ponto de entrega como objetivo, os custos incluem a distância saindo e voltando para o centro de distribuição. O motorista não recebeu horas extras durante as rotas pois só trabalhou durante o horário comercial, assim tendo no máximo 8 horas diárias trabalhadas.

Tabela 6 - Custos atuais do motorista e caminhão.

Rota	Motorista	Caminhão	Total
1	R\$ 102,43	R\$ 40,15	R\$ 142,58
2	R\$ 129,74	R\$ 55,77	R\$ 185,52
3	R\$ 24,26	R\$ 19,80	R\$ 44,07
Total	R\$ 256,43	R\$ 115,72	R\$ 372,15

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Tabela 7, são apresentados os horários de cada entrega. É constatado que o trajeto terminou às 14h52min, quando o caminhão volta para o centro de distribuição, o intervalo denominado *Break* é referente ao tempo de almoço que o motorista possui.

Tabela 7 - Tempos da rota 1 atual.

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
1	Av. Calógeras	07:32	07:48	16	9,65
2	R. Sergipe	07:59	08:05	6	3,21
3	Av. Mato Grosso	08:05	08:10	5	0
4	R. Euclides da Cunha	08:15	08:55	40	1,60
5	R. Sete de Setembro	08:55	09:11	16	0
6	Av. Bom Pastor	09:21	09:26	5	3,21
7	R. Sebastião Lima	09:33	09:39	6	1,60
8	R. Madressilva	10:00	10:06	6	6,43
9	R. Pontalina	10:41	10:46	5	11,26
	<i>Break 120 minutos</i>				
10	Rua 14 de Julho	13:20	13:27	7	11,26
11	Av. Pres. Vargas	13:37	14:17	40	3,21
	Centro de Distribuição	14:52	-----	---	11,26

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Sendo a rota com mais pontos de entrega a rota 2, mostrada na Tabela 8, tem os maiores tempos de parada como o ponto 18 com 57 minutos de parada, além de maior tempo de rota total, iniciando as 7:00 horas e finalizando as 16h58min.

Tabela 8 - Tempos da rota 2 atual.

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
12	Av. Cônsul Assaf Trad	07:54	08:33	39	17,70
13	Av. Duque de Caxias	09:02	09:32	30	9,65
14	R. Álvares de Azevedo	10:03	10:09	6	9,65
15	R. Raul Pires Barbosa	10:14	10:24	10	1,60

Continua...

Continuação...

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
16	R. Joaquim Murtinho	10:36	10:43	7	3,21
17	Av. Eduardo Elias Zahran	10:48	10:57	9	1,60
	<i>Break 120 minutos</i>				
18	Av. Costa e Silva	13:08	14:05	57	3,21
19	Av. Pres. Ernesto Geisel, 2300	14:12	14:22	10	1,60
20	R. Maracaju	14:33	14:39	6	3,21
21	Travessa da Oratória	15:06	15:12	6	8,04
22	R. Joaquim Murtinho	15:33	15:43	10	6,43
23	R. Naviraí	15:58	16:08	10	4,82
	Centro de Distribuição	16:58	-----	---	16,09

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Por fim, a Tabela 9 apresenta o ponto de entrega da rota 3, só existe um ponto de entrega com parada de 13 minutos para descarga do produto, após isso o motorista retorna para o centro de distribuição.

Tabela 9 - Tempos da rota 3 atual.

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
24	Av. Mato Grosso, 4250	07:49	08:02	13	16,09
	Centro de Distribuição	08:51	-----	--	16,09

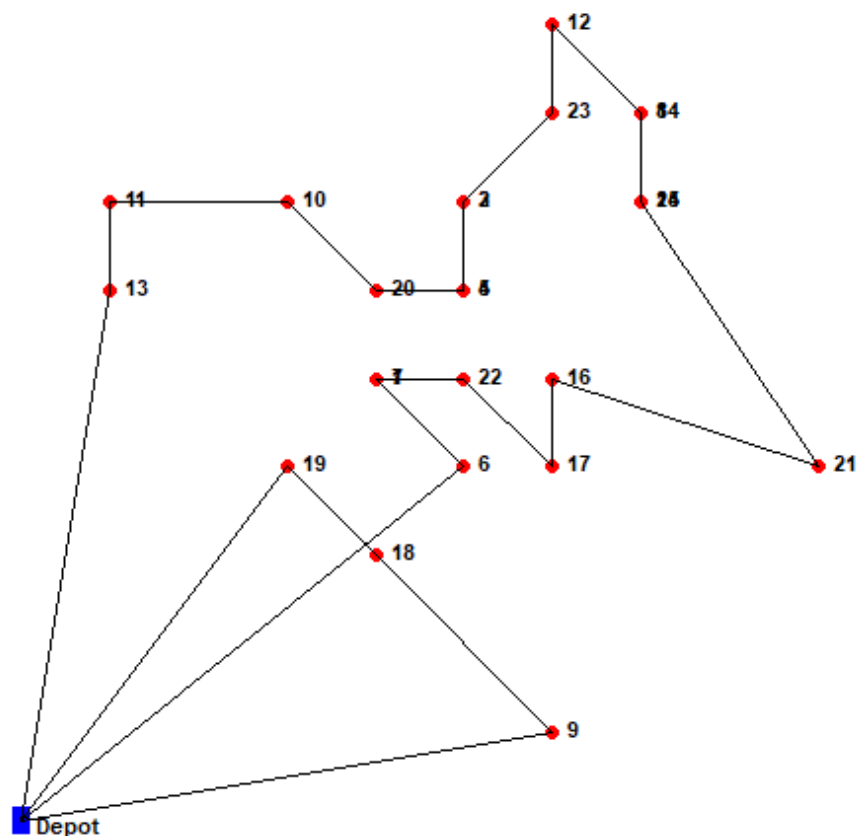
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com os dados inseridos no software, foi possível obter a solução ótima, essa solução é gerada a partir dos dados já utilizados para gerar a solução atual, o objetivo de

gerar a solução ótima é comparar com o estado atual e obter o roteiro de distribuição com menor custo.

De acordo com Ballou (2014), é possível verificar que as rotas possuem um formato de gota, esse é um dos meios visuais que podem indicar uma boa rota de distribuição, outro indicativo visual de um bom roteiro, é o fato de não haver cruzamento entre os links (nós) de uma mesma rota. Visualmente também houve comparação com a Figura 14, que existem muito menos rotas e se tornou uma imagem mais limpa.

Figura 15 - Solução ótima fornecida pelo software.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os resultados da geração de uma rota otimizada podem ser vistos inicialmente na Tabela 10, onde foram geradas 2 rotas. A rota 1, tem um tempo total de 9,8 horas com 21 pontos de entrega visitados, a distância para percorrer esses pontos foi de 56,32 km, o tempo percorrido entre os pontos foi de 2,9 horas e o custo total da rota foi de R\$ 163,08. Analisando a rota 2, teve um tempo de 2,5 horas e do tempo de rota 1,3 foi em trânsito entre

os clientes, com apenas 3 paradas e 24,14 km percorridos, o custo total desta rota foi de R\$47,53.

Tabela 10 - Relatório geral da solução ótima

Rota	Tempo de rota (horas)	Tempo entre pontos (horas)	Tempo de parada (horas)	Número de paradas	Distância percorrida (km)	Custo por rota (R\$)
1	9,8	2,9	4,9	21	53,32	R\$ 163,08
2	2,5	1,3	1,2	3	24,14	R\$ 47,53
Total	12,3	4,2	6,1	24	80,46	R\$ 210,61

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É importante lembrar que as capacidades mostradas na Tabela 11 não irão se alterar, mesmo sendo um fator de restrição, o caminhão utilizado pela empresa só utiliza 25,39% da sua capacidade para atender todos os clientes da rota, mas isso é uma oportunidade onde a empresa pode buscar mais clientes e aproveitar a viagem do caminhão para atender mais pontos ou levar maiores quantidades de produto para os clientes já existentes. Mas pode-se notar que a rota 1, acabou utilizando em apenas um dia 19,65% dos 25,39% da capacidade, isso é equivalente a entregar 77,39% de todos os produtos em apenas uma rota, se comparada com a rota 2 utilizada atualmente mostrada na Tabela 5, o máximo entregue em um dia foi de 56,87% de todos os produtos que deveriam ser entregues, sendo a rota com maior capacidade utiliza, a rota 2.

Tabela 11 - Capacidade utilizada do caminhão na rota ótima.

Rota	Capacidade utilizada (%)	Peso da carga(kg)	Capacidade total (kg)
1	19,65	687,64	3499,91
2	5,74	200,94	3499,91
Total	25,39	888,58	3499,91

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os custos com motorista e com o caminhão vistos na Tabela 12, são visivelmente mais baixos se comparar a solução ótima e atual. Com uma rota otimizada as distâncias entre os clientes são menores, o que reduz os custos do caminhão, já que o motorista está

trabalhando com maior efetividade. Na Tabela 12, os custos do motorista em relação ao total são de 75,95% e os custos do caminhão correspondem a 24,05% dos custos totais da rota.

Tabela 12 - Custos ótimos do motorista e caminhão.

Rota	Motorista	Caminhão	Total
1	R\$ 127,75	R\$ 35,33	R\$ 113,95
2	R\$ 32,20	R\$ 15,33	R\$ 35,14
Total	R\$ 159,95	R\$ 50,66	R\$ 210,61

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Tabela 13, é visto que em apenas um dia com boa roteirização foram atendidos 21 pontos de entrega, alguns pontos tem distância como zero, mas isso se dá, pois, alguns pontos são extremamente pertos e o software insere o valor zero quando a distância está menor que 1 milha, ou seja, menos que 1,60 km, mas como o tempo é de acordo com o peso e um valor mínimo, mesmo com distância zero, pode-se ver tempos de parada de no mínimo 5 minutos.

Tabela 13 - Sequência da rota 1 fornecida pela solução ótima.

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
6	Av. Bom Pastor	07:32	07:37	5	9,65
7	R. Sebastião Lima	07:44	07:50	6	1,60
1	Av. Calógeras	07:50	08:06	16	0
22	R. Joaquim Murinho	08:11	08:21	10	1,60
17	Av. Eduardo Elias Zahran	08:28	08:37	9	1,60
16	R. Joaquim Murinho	08:42	08:49	7	1,60
21	Travessa da Oratória	09:04	09:10	6	4,82
24	Av. Mato Grosso	09:29	09:42	13	6,43
15	R. Raul Pires Barbosa	09:42	09:52	10	0
14	R. Álvares de Azevedo	09:57	10:03	6	1,60
8	R. Madressilva	10:03	10:09	6	0
12	Av. Cônsul Assaf	10:16	10:55	39	1,60

Continua...

Continuação...

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
	<i>Break 120 minutos</i>				
23	R. Naviraí	13:00	13:10	10	1,60
2	R. Sergipe	13:17	13:23	6	1,60
3	Av. Mato Grosso	13:23	13:28	5	0
4	R. Euclides da Cunha	13:33	14:13	40	1,60
5	R. Sete de Setembro	14:13	14:29	16	0
20	R. Maracaju, 1427	14:34	14:40	6	1,60
10	Rua 14 de Julho, 3351	14:47	14:54	7	1,60
11	Av. Pres. Vargas, 1336	15:04	15:44	40	3,21
13	Av. Duque de Caxias, 2270	15:49	16:19	30	1,60
	Centro de Distribuição	16:49	-----	---	9,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com a rota 2, que finaliza o roteiro de entrega o horário de finalização exibido na Tabela 14, mostra que o caminhão terminou as entregas as 08h58min e retornou para o centro de distribuição, sendo assim ele pode retornar mais rapidamente e atender os clientes no trajeto de volta, situados em Maracaju e Sidrolândia.

Tabela 14 - Sequência da rota 2 fornecida pela solução ótima.

Sequência	Endereço	Horário de chegada	Horário de saída	Tempo de parada (minutos)	Distância até próxima parada (km)
19	Av. Pres. Ernesto Geisel, 2300	07:25	07:34	10	8,04
18	Av. Costa e Silva, 1525	07:42	08:39	57	1,60
9	R. Pontalina, 360	08:53	08:58	5	4,82
	Centro de Distribuição	09:28	-----	---	9,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É analisado que no estado atual o cliente 18 que detém 57 minutos de tempo de parada estava na rota 2 exibida na Tabela 8, onde era o dia com maior número de entregas dentre as três rotas, o que levava a uma grande ocupação do tempo de entrega da rota 2. Porém, na rota ótima o cliente 18 foi alocado na rota 2, sendo o dia com menor número de entregas (apenas três clientes) para serem feitas.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com todos os dados obtidos, tanto da rota atual utilizada pela empresa quanto da rota ótima gerada pelo software, é possível comparar todas essas informações e extrair métricas que podem ser fundamentais para tomadas de decisão e poder mostrar o impacto que a roteirização pode fazer nas empresas.

Os relatórios gerais mostrados nas Tabelas 4 e 10, vão ser a base para análise dos dados obtidos.

Ao se observar a Tabela 15, as reduções acontecem em todos quesitos, com a utilização do software é possível analisar e comparar qual o tamanho do impacto que a roteirização quando feita de maneira correta pode causar.

Tabela 15 - Comparação de resultados.

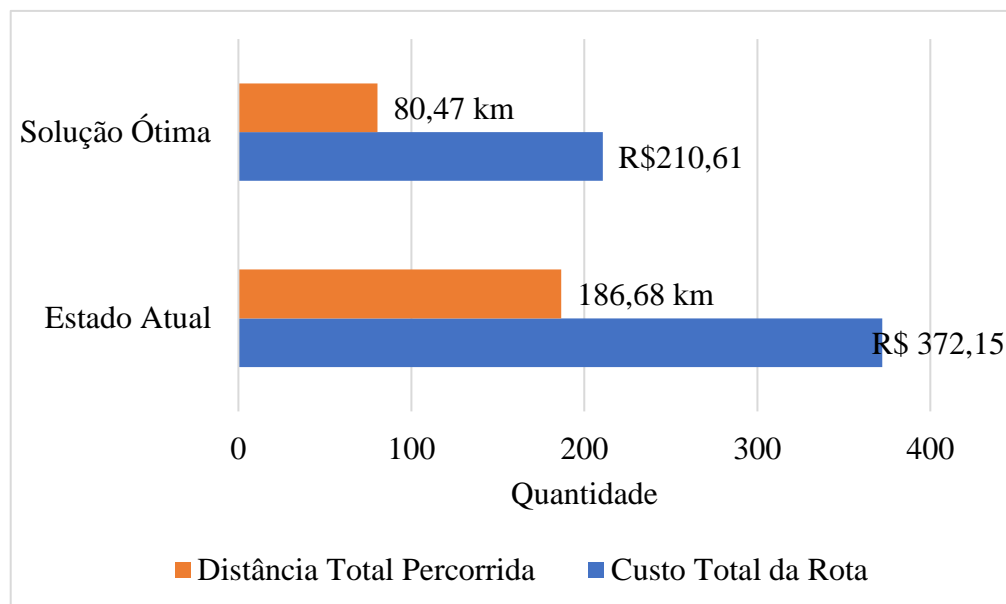
Informações	Estado atual	Solução ótima obtida	Redução	Redução (%)
Rotas	3	2	1	33,33%
Tempo total de rota (horas)	19,8	12,3	7,5	37,88%
Tempo total de trânsito entre rotas (horas)	9,5	4,2	5,3	55,79%
Tempo de parada (horas)	6,1	6,1	-	-
Distância total percorrida (km)	186,68	80,46	106,21	56,89%
Custo total da rota (R\$)	R\$ 372,15	R\$ 210,61	R\$ 161,54	43,41%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Pode-se notar que o tempo entre os pontos permanece o mesmo, isso ocorre pois os tempos de entrega não foram alterados, no entanto os tempos entre as rotas pode ser reduzido em 5,3 horas. Além do mais, o tempo total para realizar a entrega nos 24 clientes reduziu em

7,5 horas, isso é quase um dia de trabalho poupado fazendo as entregas. A partir do Gráfico 2, é possível fazer mais comparativos entre o estado atual em que a empresa se encontra e a solução gerada pelo software logware.

Gráfico 2 - Comparativo entre estado atual e solução ótima.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A logística é um facilitador para o mercado, a empresa pode usá-la para atender o cliente com maior qualidade, fornecendo o produto na hora exata e com baixo custo, sempre combatendo os desperdícios. É evidente que a empresa no seu estado atual está com grandes desperdícios, foi visto que a empresa pode reduzir 43,41% só no custo total da sua rota, além do percurso total que pode ser reduzido em 56,89%, o impacto disso é que o motorista fica livre mais cedo para fazer outros serviços, inclusive diminui custo com o caminhão.

A redução do valor dos custos com o caminhão chegou a 56,22% como é visto na Tabela 16, pois a eficiência no transporte trouxe uma redução nos quilômetros rodados, tendo em vista que foram reduzidos 106,21 km do trajeto. A rota ótima conseguiu entregar uma economia de 37,60% com o motorista, isso se dá ao fato de ser reduzido 7,5 horas da rota total passando de três dias de rota para apenas dois dias.

Tabela 16 - Redução com motorista e caminhão.

	Estado atual da empresa	Solução ótima obtida	Redução	Redução (%)
Motorista	R\$ 256,43	R\$ 159,94	R\$ 96,43	37,60%
Caminhão	R\$ 115,72	R\$ 50,66	R\$ 65,06	56,22%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Fica evidente, que a aplicação do software pode colocar a empresa em um âmbito mais competitivo, já que seu custo geral pelo trajeto pode ser reduzido em 43,41% indo de R\$372,15 para R\$210,61, reduzindo um dia de rota, pois atualmente são 3 dias de entregas e com solução ótima passou a ser um dia inteiro e o segundo dia só vai até as 08h58min. O tempo de trânsito entre as rotas acaba caindo de 9,5 horas para 4,2 horas, sendo 5,3 horas economizadas sem desperdícios de combustível e mão de obra.

Se houver pensamento a longo prazo com a utilização do software, é possível fazer projeções com as economias. Na Tabela 15 a redução de 7,5 horas dentro trajeto de 19,8 horas resultou em R\$ 161,54 de economia para uma rota, supondo que os motoristas vão trabalhar 176 horas por mês como foi em novembro, e a cada 19,8 horas trabalhadas possa existir uma economia de R\$ 161,54, a Tabela 17 pode mostrar a estimativa de economia mensal para um motorista.

Tabela 17 - Estimativa de economia mensal e anual para um motorista.

Horas trabalhadas no mês	Rota atual(horas)	Economia(R\$)	Economia mensal por motorista(R\$)	Economia anual por motorista (R\$)
176	19,8	R\$ 161,54	R\$ 1.435,91	R\$ 17.230,93

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A economia acontece quando a empresa adere a utilização de um software, no caso do laticínio existem 3 motoristas, podendo ter uma redução de até R\$ 4.307,73 por mês ou R\$51.692,76 por ano. Essas estimativas são suposições com base nos dados atuais da empresa. Mas a economia desses valores pode proporcionar melhoras na estrutura da empresa, dar mais ênfase em áreas que ainda não foram criadas como é o setor de logística, até mesmo a compra de um software de roteirização mais robusto e completo.

Além disso, a partir do estudo foi possível identificar uma subutilização dos recursos de distribuição, informação que pode justificar futuro estudo para expansão de pontos de venda.

4.4 SUGESTÃO DE MELHORIAS PARA A EMPRESA

De acordo com as análises dos dados fornecidos pela empresa do estado atual e da criação de roteiros para a empresa, é perceptível que a empresa enfrenta problemas que pode caracterizar como pequeno, mas podem ter impactos relativamente altos nos custos.

Portanto é recomendado que a empresa analise a necessidade de determinar um responsável pela área logística, tendo em vista que todos os seus produtos são entregues pelos próprios motoristas e não empresas terceirizadas, sendo essa uma medida que pode ser tomada a mais longo prazo. Compreendendo sobre o assunto, muitas medidas poderão ser tomadas de maneira diferente. Uma das medidas pode ser buscar mais clientes tanto em principalmente em Campo Grande, com boas estratégias de vendas, pois assim podem aproveitar os 74% da capacidade do caminhão que não são utilizadas, tendo em vista que é uma cidade distante, com uma grande população e muitas oportunidades.

E como uma das principais sugestões e de curto prazo, é a implantação de um software de no mínimo criação de roteiros ótimos. Existem centenas de softwares disponíveis, para todos os níveis de empresa e custos, softwares mais robustos tem podem gerar informações mais detalhadas, como custos envolvidos na operação, consumo de combustível, sincronia com *Customer Relationship Management (CRM)*, que possibilitam a proximidade com o cliente. Existem softwares mais baratos com preço de até R\$ 60,00 como o Deliforce®, até mesmo softwares mais completos e como é o caso do Agileprocess® ou Cobli® que tem planos diferentes e variam de acordo com a necessidade do cliente.

A utilização de softwares de baixo custo, pode ter o seu retorno em dias ou semanas, mas deve ser desenvolvido rapidamente, pois a empresa está desperdiçando recursos, clientes e competitividade.

E com as reduções nos valores gastos com os trajetos e ainda levando em conta a capacidade ociosa do veículo, a empresa pode buscar aumentar sua carteira de clientes nas

idades que já fazem entregas, ou ampliar o número de cidades em que fornece seus produtos.

Por ser uma empresa mais antiga e com forte cultura familiar, a empresa precisa acompanhar as tecnologias que irão facilitar e melhorar as atividades exercidas atualmente, a área de atuação da empresa e qualidade dos produtos tem um amplo mercado consumidor a ser explorado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho aplicado conseguiu demonstrar os impactos de otimizar os processos logísticos em um laticínio da cidade de Dourados. Além de mostrar como a não abordagem ou abordagem errônea da logística pode gerar desperdícios ao longo do processo de entrega.

Com a utilização do software logware, o objetivo foi alcançado, tendo em vista que os comparativos entre estado atual do laticínio e com a solução ótima gerada, mostraram resultados expressivos com a simples implantação de um software destinado a roteirização de entrega.

Após os comparativos, foi possível sugerir melhorias para serem implantadas na empresa, tanto a curto quanto a longo prazo.

Vale mencionar que dentro do comparativo do estado atual da empresa com a solução gerada, foi estimada uma economia de R\$ 161,54 dentro da rota de entrega com 24 clientes, essa economia foi de 43,41% do custo atual para realizar esta rota, ainda após a roteirização houve redução de 56,89% do trajeto percorrido, em comparação com a rota ótima.

A tecnologia consegue fornecer diversas alternativas para melhorar o desempenho das atividades na indústria, e para a roteirização não é diferente, existem diversos programas que a empresa pode comprar, contratar ou até mesmo utilizar gratuitamente, com certas limitações.

O trabalho foi apresentado para a empresa e ficou para sob análise, para serem estudados os melhores softwares buscando um que melhor atendesse as necessidades da empresa no momento.

Fica evidente, portanto, que com aplicação de softwares de logística, em uma empresa que nunca havia utilizado, mostra a possibilidade de melhorar e otimizar o processo de entrega, aumentar competitividade, reduzir desperdícios e ainda ter custos cada vez menores.

Uma análise a respeito da expansão dos pontos de venda pode ser conduzida, pois o estudo demonstra a subutilização dos recursos de distribuição.

6 REFERÊNCIAS

ALINE DRESCH, et al. **Metodologia científica para engenharia** (organização de Cauchick-Miguel, P. A). 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019

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

_____. São Paulo: Atlas, 2014.

_____. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª ed. São Paulo: Editora Bookman, 2006.

_____. **LOGWARE: Selected computer programs for logistics/supply chain planning**. 6ª ed. Weatherhead School of Management, 2008.

BAPTISTA, Paulo; GASPAR, Pedro Dinis; OLIVEIRA, João. **Higiene e segurança alimentar na distribuição de produtos alimentares**. Guimarães: Forvisão D.L, v. 2, p. 1, 2006.

BELFIORE, Paula Prado. **Scatter Search para problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea, janelas de tempo e entregas fracionadas**. 2006, 203p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/LvV7mwtTn73tNSRnDXg3QVt/?lang=pt>>. Acesso em: 28 abril de 2021.

BRANCO, Fábio José Ceron; OLIVIA, Aguiar Gigioli. Roteirização de transporte de carga Estudo de caso: distribuidora de tinta e seu método de entregas. **Rev. FAE**. Curitiba, v. 17, n. 2, p. 56-81, jul./dez. 2014. Disponível em: <<https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/18/18>>. Acesso em: 03 julho 2021.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216 de 15 de setembro de 2004. Disponível em: <https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html>. Acesso em: 6 de julho de 2021.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. 4ª Ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CAMOLESI, Fátima Aparecida. **LOGÍSTICA**. Assis, 2011. 78 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Fundação Educacional do Município de Assis. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811260252.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

CARLSON, Stephan. "Königsberg bridge problem". **Encyclopedia Britannica**, 30 jul. 2010, <<https://www.britannica.com/science/Konigsberg-bridge-problem>>. Acesso em: 26 de julho de 2021.

CARVALHO, Dárlinton Barbosa Feres; OLIVEIRA, Guilherme Arantes de; SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. **Método de Pesquisa em Vizinhança Variável aplicado à resolução do Problema de Roteirização de Veículos**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional-SBPO, 2003, Natal -RN. Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2003. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Publicacoes/VRP-SBPO2003.pdf>>. Acesso em: 1 de junho de 2021.

CARVALHO, Karolayne Baeta; GUIMARÃES, Marilene; ARAUJO, Rosimar Regina. **Promoção da saúde e qualidade de vida no trabalho através da educação alimentar e nutricional**. Barbacena: IF SUDESTE MG, 2018. Disponível em: <http://antigo.barbacena.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/cartilha_ifnutri_modulo_publicacao_okr.pdf>. Acesso em: 3 de junho de 2021.

CAXITO, Fabiano. **Logística: um enfoque prático**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CLARKE, George; WRIGHT, Jerry. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. **Operations Research**. v. 12 (4), p. 568-581, agosto/1964.

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

FERREIRA, Leonardo Rodrido. **Evolução dos sistemas logísticos e sua crescente importância no mundo globalizado**. Curitiba, 2003. Trabalho realizado para MBA (Gerência de Sistemas) - Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51472/Leonardo%20Rodrigo%20Ferreira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

FINCO, Nina. O que é roteirização e como fazer. **COBLI**. 2019. Disponível em: <<https://www.cobli.co/blog/o-que-e-roteirizacao/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDBARG, Marco César; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Disponível em: <http://web.ist.utl.pt/luis.tarrataca/classes/linear_programming/OtimizacaoCombinatoriaeProgramacaoLinear.pdf>. Acesso em: 26 de julho de 2021.

Gomes, Marcos José Negreiros et al. O problema do carteiro chinês, algoritmos exatos e um ambiente MVI para análise de suas instâncias: sistema XNÊS. **Pesquisa Operacional** [online]. 2009, v. 29, n. 2, pp. 323-363. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-74382009000200005>>. Epub 02 Out 2009. Acesso em: 28 de novembro de 2021.

GONÇALVES, Eduardo do Nascimento. **Logística: a importância da roteirização no setor de distribuição**. 2016, 48 f. Monografia (Pós-graduação em Logística Empresarial) – Universidade Candido Mendes – AVM Integrada Pós-graduação *Lato Sensu*,

Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K233065.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2021.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. **Logística e cadeia de suprimentos: o essencial**. Barueri, São Paulo: Manole, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Nota Técnica da Logística dos Transportes no Brasil 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/redes_e_fluxos_geograficos/logistica_dos_transportes/Nota_tecnica_da_Logistica_dos_Transportes_no_Brasil_2014_20191031.pdf>. Acesso em: 9 setembro 2021.

ILOS. **Custos Logísticos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/DOWNLOADS/PANORAMAS/Nova_Brochura%20_CustosLog2017.pdf>. Acesso em: 3 de julho de 2021.

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

LAPORTE, Gilbert et al. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. **International Transactions in Operational Research**. Oxford, v.7, n. 4/5, p. 285-300, agosto/2000.

LOZADA, Gisele; NUNES, Karina da Silva. **Metodologia científica**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

MELO, André Cristiano da Silva.; FILHO, Virgílio José Martins. Sistema de Roteirização e Programação de Veículos. **Pesquisa Operacional** v.21, n.2, p.223-232, julho/2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pope/a/TFh7mPx3Mj9RvQpgKxR6SDp/?lang=pt>>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

NARUO, Mauro Kenji. **O estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas**. 07 julho de 2003. 286 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de

São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-30092010-115258/publico/Dissertacao_Mauro_Naruo.pdf>.

Acesso em: 17 junho de 2021.

NOVAES, Antônio Gonçalves. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

RABUSKE, Marilene. **Introdução à teoria dos grafos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

REINELT, Gerhard. **The Traveling Salesman Computational Solutions of TSP Applications**. Ed Springer-Verlag: Berlim, 1994.

RESENDE, Paulo Tarso Vilela de. **Custo logísticos no Brasil em 2017. Fundação Dom Cabral**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/Materiais/pesquisa-custos-logisticos2017.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2021.

ROSSI, Lucca. 3 opções de sistema de roteirização de entrega gratuitos. **Capterra**. 2020. Disponível em: <<https://www.capterra.com.br/blog/1833/roteirizacao-entregas-gratuitos>>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.

ROTEIRIZAÇÃO e separação de entregas e coletas. Agileprocess. 2021. Disponível em: <<https://agileprocess.com.br/roteirizacao-2/>>. Acesso em: 21 novembro de 2021.

SANTOS, Rafael Lorenzo; LEAL, José Eugenio. **Solução de um problema de roteirização com janelas de tempo através de um algoritmo de múltiplas colônias de formigas**. Transportes, v. 15, n. 2, p. 5-16, dez, 2007

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Disponível em: <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf>>. Acesso em: 15 abril de 2021.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKI, Philip; SIMCHI-LEVI, Edith. **Cadeia de Suprimentos: Projetos e Gestão**. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.

7 APÊNDICE A

Questionário aplicado na coleta de informações

- Em que ano a empresa surgiu?
- Vocês atendem quais cidades?
- Vocês produzem a matéria prima (leite), ou compram de terceiros?
- Quantos entregadores/motoristas existem na empresa? Eles são registrados? salário médio? É horário fixo ou trabalham fora do horário comercial recebendo horas extras?
- Quantos veículos para entrega vocês utilizam? Qual o modelo deles, e se são adaptados com câmaras frias ou não? Qual capacidade máxima em volume e peso dos caminhões?
- Só carregam com o que vão entregar em um cliente? Os produtos são separados por clientes dentro do veículo? Ocorre operações de coleta?
- Qual o horário de trabalho para os entregadores? Existe uma Janela de entrega nos clientes ou em determinada região?
- O entregador que carrega (na empresa) e descarrega (no cliente) os produtos? O entregador atua como vendedor?
- Existem um ciclo de visita ou entrega nos clientes?
- Existe uma relação de Custo Operacional com caminhões?
- Vocês utilizam algum software para criar os roteiros? Como eles são montados?
- Como são feitos os pedidos? O cliente liga ou vocês têm vendedores para possíveis clientes?
- Qual o mix de produtos de vocês?
- Os produtos tem medidas de peso padronizadas?
- Existe periodicidade de entregas?