

Pedro Henrique Franco
Orientadora: Simone Becker Lopes

RESUMO

A competitividade das empresas vem aumentando constantemente, fazendo com que a logística seja sempre aperfeiçoada, principalmente no setor de transportes. Para essa melhoria vem sendo muito utilizado, a tecnologia do SIG – Sistemas de informações geográficas – que ajuda no desenvolvimento das rotas. Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo analisar rotas de uma determinada empresa do setor alimentício, localizada na cidade de Joinville-SC. O processo será feito através de 3 cenários: Cenário Atual, onde será feito um acompanhamento na rota para identificar o método e caminhos utilizados pelos motoristas, em seguida será realizado o segundo cenário, ao qual será implementado o software QGIS com as informações anotadas, para verificar a melhor rota e propor um caminho alternativo, e por fim uma comparação entre eles mostrando os resultados. Dentro do estudo conseguimos alcançar nossos principais objetivos, criando uma redução no caminho percorrido e por consequência disso reduzir também custos e poluentes.

Palavras-chave: Roteirização. SIG. Rotas ótimas.

ABSTRACT

The competitiveness of companies is constantly increasing, making logistics always improve, especially in the transport sector. For this improvement, the technology of GIS – Geographic Information Systems – has been widely used, which helps in the development of routes. In this context, the work aims to analyze routes of a particular company in the food sector, located in the city of Joinville-SC. The process will be done through 3 scenarios: Current Scenario, where the route will be monitored to identify the method and paths used by the drivers, then the second scenario will be carried out, to which the QGIS software will be implemented with the annotated information, to check the best route and propose an alternative route, and finally a comparison between them showing the results. Within the study, we were able to achieve our main objectives, creating a reduction in the path traveled and, consequently, also reducing costs and pollutants.

Keywords: Scripting. GIS. Optimal Routes.

1. INTRODUÇÃO

Com a alta concorrência do mercado, cada vez mais as empresas buscam atualizar os processos logísticos, com o intuito de explorar estratégias que visam a redução de custos e melhorar a qualidade dos produtos e serviços prestados, tanto pelo setor de transporte, compras de insumos e circulação ou armazenagem de materiais (CARDOSO; TEODORO, 2004).

Para Ballou (2006), o elemento mais importante em termos de custos logísticos, é o custo com transportes, que representam de um a dois terços dos custos logísticos totais. Todavia, com o custo de transporte compondo o custo agregado total do produto, à medida que o custo de transporte for reduzido, poderá também ser reduzido o custo final do produto.

E para diminuir esses custos, as empresas que possuem diversos produtos a serem entregues em diferentes locais e que necessitam de alguns veículos para a entrega, tem como problema designar a melhor combinação dos produtos transportados, o melhor veículo, e principalmente a melhor rota a ser percorrida (RODRIGUES, 2007).

Após trabalhar cerca de 3 anos na empresa referida, e acompanhar todos os setores envolvidos, notei um problema referente ao planejamento de transportes e foi aí que surgiu a ideia de fazer um trabalho visando um aperfeiçoamento nas entregas.

Com base nisso, o objetivo desse trabalho é melhorar a roteirização da empresa do setor alimentício, buscando uma nova alternativa para as rotas e uma redução de custos e poluentes. Para a realização dos objetivos propostos, a seção 2 explica quais parâmetros devem ser seguidos. É possível identificar através dos resultados do estudo o desempenho das ferramentas e softwares, que tem como principal função, otimizar as rotas e minimizar os gastos e impactos negativos.

Por fim, para a rota com maior redução de distância foi realizado um levantamento em campo e a análise comparativa dos resultados (rota real x rota otimizada), através dos indicadores de quilometragem percorrida, tempo de deslocamento, tempo de atendimento, emissão de poluentes e custos com combustível.

2. METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada é baseada em um estudo de casos aplicado para uma empresa alimentícia de Joinville. As análises foram baseadas em informações fornecidas pela empresa, assim como na coleta de dados em campo, durante o acompanhamento das rotas percorridas pelos motoristas (apresentado na seção 4.2.2).

A ferramenta Google Earth foi utilizada para levantamento das rotas praticadas pelos motoristas da empresa e as rotas mínimas alternativas foram obtidas através do software QGIS, utilizando o complemento ORS tools(seção 4.3).

Sendo assim, este capítulo apresenta as características do estudo, e tem como objetivo detalhar passo a passo os procedimentos metodológicos utilizados em cada etapa.

a) Revisão bibliográfica e qualificação para uso das ferramentas:

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica com abordagem nos assuntos de planejamento de transportes, roteirização e rotas ótimas. Além disso, foi necessário o aprendizado para uso dos softwares e aplicativos de roteirização utilizados no estudo, ao qual o autor não tinha domínio até então.

b) Levantamento de dados:

A etapa seguinte englobou o levantamento de dados, com relação ao tamanho de frota, frequência de entregas, número de clientes, pontos de entrega (endereço de clientes) e rotas utilizadas pelos entregadores.

c) Análise do modelo atual:

Nessa etapa foi realizado o acompanhamento juntamente com a frota para verificar, na prática, os métodos utilizados pelos motoristas, a fim de analisar a rota e a definição de grupos de clientes. E após a inserção de dados na plataforma do Google Earth obtiveram-se os dados do cenário atual.

d) Rotas ótimas:

Com os grupos de clientes definidos, foram inseridos os dados de localização na plataforma do QGIS, para que, com a função ORS tools, pudessem ser geradas as rotas alternativas. Dentre suas funções, foi utilizada a busca pelo menor caminho ou caminho ótimo, com a base de dados do Google Maps para dimensionamento da malha viária.

e) Aplicação:

Após os resultados evidenciarem a redução na distância percorrida para todas as rotas, foram passados os novos percursos aos motoristas da empresa para aplicação, na prática, dos novos caminhos durante uma determinada semana, o que permitiu a análise comparativa dos cenários atual (rotas praticadas) e alternativo (rotas otimizadas) através de outros indicadores.

f) Análise comparativa de dados

Por fim, foi feita uma comparação dos indicadores das rotas para analisar possíveis reduções de quilometragem, tempo de rota, poluentes e principalmente de custos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Diante do presente estudo, faz-se necessário o entendimento teórico dos tópicos que serão abordados.

3.1 PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Para Campos (2019) o primeiro passo para desenvolvimento e planejamento de transportes é realizar uma conversa com a empresa e levantar dados necessários de estudo como quantidade e localização de pontos, frequência de transporte, modelo do veículo, dados e custos do veículo, além das rotas e tempos de trajeto.

Segundo Ballou (2006), as principais atividades que incorporam um sistema logístico empresarial são: serviços ao cliente, previsão de demanda, controle de estoque, manuseio de materiais, comunicações de distribuição, processamento de pedidos, peças de reposição e serviços de suporte, escolha de locais para

instalações fabris e de armazenagem, embalagem, manuseio de produtos devolvidos, reciclagem de sucata, armazenagem e estocagem e, por fim, tráfego e transporte.

Para Tadesco (2011) é através dos transportes que insumos e forças de trabalho alcançam seus destinos, realizando o desenvolvimento e distribuição de recursos, gerando assim crescimento na economia.

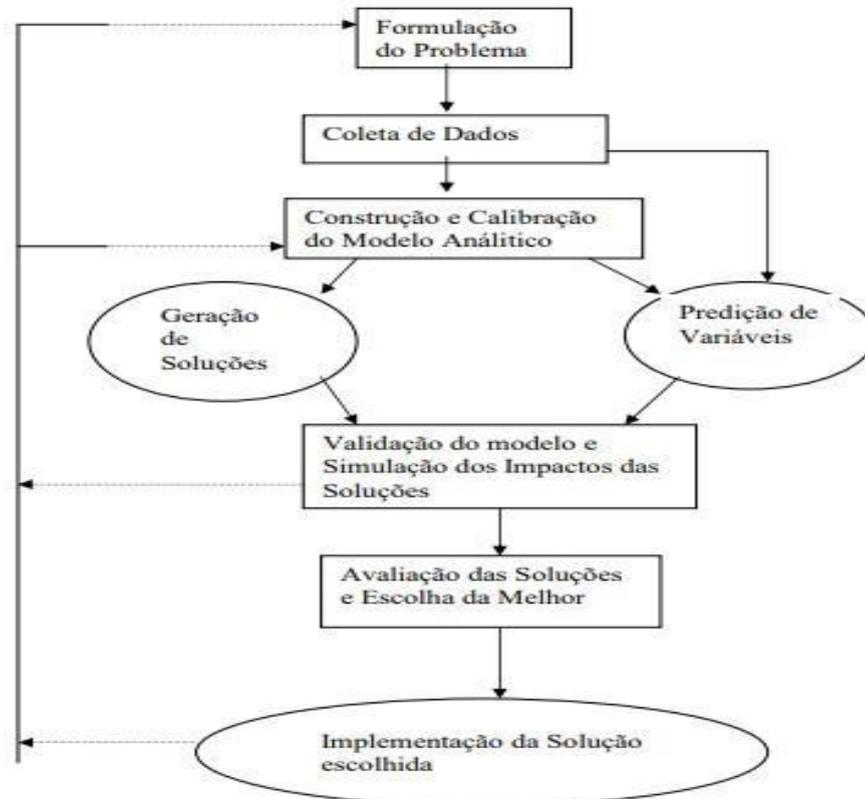
Além disso, o transporte urbano contribui para outras funções da economia, nos setores de produtos processados, reparados, modificados e armazenados. Logo essa movimentação não só agrega valor de local do produto, mas também se torna parte indispensável do desenvolvimento econômico de produção e consumo de uma região (DUTRA, 2004)

Para fundamentar a oferta de transportes é vital identificar sua demanda na região de estudo, prevendo sua distribuição. Esta avaliação é executada através de modelos de planejamento, que por sua vez, tem por objetivo definir o comportamento da demanda. Desta forma, designar a melhor opção para área examinada (CAMPOS, 2013).

Na elaboração gerada por Campos (2013) um planejamento de transportes compreende as seguintes etapas:

1. Definição dos objetivos e prazos;
2. Diagnóstico dos sistemas de transporte;
3. Coleta de dados
4. Escolha dos modelos a serem utilizados para avaliação da demanda futura;
5. Alternativas de ofertas de transporte;
6. Avaliação das alternativas (custo e impactos);
7. Escolha da alternativa;
8. Desenvolvimento do plano de transporte acompanhado de um programa de financiamento;
9. Implementação das alternativas de acordo com um cronograma de desembolso de recursos;
10. Atualização dos procedimentos

Figura 1: Fluxograma básico de planejamento de transportes



Fonte: Campos, 2013, p.3.

3.2 ROTERIZAÇÃO

Segundo Novaes (2007), a definição do processo de roteirização é um conjunto de decisões a serem tomadas quanto ao conjunto de clientes a serem visitados e ao cronograma de sequenciamento das visitas, considerando as restrições e recursos disponíveis.

O período que as mercadorias mantêm-se em rota, diz respeito à quantidade de fretes realizados pelo veículo em determinado tempo, ocasionando impacto nos custos de transporte. Por isso, uma das maiores aflições do setor logístico são com relação aos equipamentos e ao pessoal, a fim de quantificar a eficiência do transporte Ballou (2006).

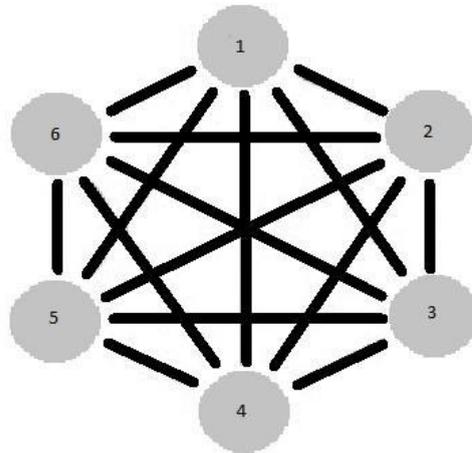
3.2.1 O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

O problema de roteamento de veículos (PRV) tem por finalidade gerar uma rota para cada veículo da frota, fazendo com que inicie e finalize o processo no mesmo local de origem, de modo que todos os clientes sejam atendidos, e com um gasto do total do percurso de forma minimizada (PELIZARO, 2000).

Para (BELFIORE e FÁVERO, 2012), o PCV consiste em executar um único caminho com a menor rota possível, e priorizando a minimização dos custos, que permitem o caixeiro viajante (ou veículo) passarem por todos os nós (clientes ou

idades) de uma rede. Para exemplificar a figura 2 mostra um problema com seis vértices, que representam pontos de entrega (nos).

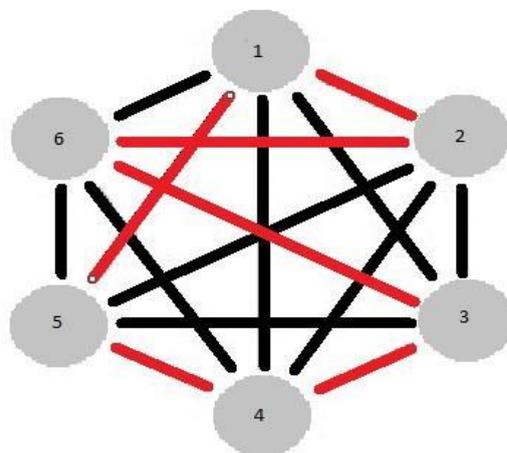
Figura 2: Grafo de um PCV



Fonte: O Autor (2022).

Na figura 2 mostra o grafo de PCV, onde sua distância, tempo e entre outras medidas de rota podem ser descritas através de cada vértice que está ligada nos pontos. E como já falado anteriormente o intuito do método é que o viajante parta de um ponto inicial e cruze os pontos selecionados e retorne ao ponto de partida, com a proposta de trilhar o menor caminho. Podemos verificar esse processo conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3: Rota de um PCV



Fonte: O Autor (2022).

O problema do PCV funciona de ordem exponencial, quanto mais pontos a serem visitados, maior também o grau de dificuldade de resolução do trajeto (CUNHA, 2000). A figura 3 mostra um exemplo de caminho com seis nós, e são identificados 120 caminhos possíveis. A complexidade R do PCV é calculada em função de n vértices, como descreve a equação (A)

$$(A) R(n) = (n-1)!$$

Para Ballou (2006), o PCV com problemas básicos não demonstram restrições. Elas foram inseridas nos modelos conforme foram surgindo necessidades em situações reais, virando uma dificuldade em obter soluções ótimas para determinados tipos de problema.

3.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) é designado a sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos (CÂMARA, 2005).

Para Smith e Sicherman (1981), os SIG referem-se a um conjunto de funções automatizadas, que fornecem aos profissionais capacidades avançadas de armazenamento, acesso, manipulação e visualização de informação georreferenciada.

3.3.1 GOOGLE EARTH

Dentre as ferramentas SIG mais conhecidas e utilizadas por iniciantes e especialistas está o Google Earth Pro. Trata-se de um software que permite aos usuários acessar conteúdos, incluindo mapa e terreno, imagens, dados e avaliações de empresas, trânsito, além de outras informações fornecidas pela plataforma e seus usuários (GOOGLE, 2015).

O Google Earth é um programa em que possibilita visualização geográfica e catalográfica, pois é formado por imagens de satélite que podem ser compostas por informações de limites políticos, físicos, sociais e ambientais através de simbologia catalográfica.

E além de gratuita, a ferramenta possibilita uma variedade diversificada com relação a sua interação (análise de um imóvel ou até mesmo de um continente inteiro), sem contar as perspectivas multitemporais (com recursos que permitem verificar imagens de diferentes períodos de um mesmo lugar). Fazendo com que sejam realizados trabalhos integrados em diversas temáticas, em diversas perspectivas (MARTINS, SEABRA e CARVALHO, 2013).

3.3.2 SOFTWARE QGIS

O QGIS é uma ferramenta SIG gratuita, gerenciada de forma independente, que pode ser utilizada em sistemas operacionais: Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. Utilizada para criar, visualizar, analisar e gerar informações, e é também um software de código aberto da Open Source Geospatial Foundation (OS GEO).

E segundo Medeiros (2012), trata-se de um software de fácil utilização e de constante evolução, pois possui uma rede de voluntários e usuários que constantemente atualizam a plataforma e ampliam funções e complementos.

O plug-in ORS tools, utilizado no estudo, determina o caminho mais rápido ou mais curto ao seguir determinado trajeto, desenvolvendo um método para a heurística do PCV. O complemento utiliza base de dados do Google Maps para gerar distâncias, geometria e outras informações. Após é designado um ponto inicial, que também será o ponto final, e os demais pontos serão como nós de rede. E apesar desses complementos utilizarem uma interface do programa QGIS, os dados são fornecidos por uma biblioteca interna, que pode ser utilizada através do código fonte (STEINIGER; HUNTER, 2013).

Ayala Filho (2016) destaca que a utilização do QGIS como um SIG-T (Sistemas de informações Geográficas para transportes) só é possível por causa das suas características open source, o que gera aos usuários oportunidades e rotinas para desenvolverem a criação de estudos de transporte.

4. ESTUDO DE CASOS

4.1 A EMPRESA ANALISADA

A organização referida neste estudo foi uma empresa de produção, venda e distribuição de ovos, denominada Ovos Kesting, localizada na cidade de São Ludgero – SC, onde é feita toda parte de produção, embalagem e venda, e sua distribuidora implantada na cidade de Joinville - SC, onde atua desde 1995.

Atualmente contam com 12 colaboradores desde a administração até a produção. O produto de produção e comercialização é o ovo, ele é dividido em 5 tamanhos(P,M,G,E,J) e apesar de falarmos tamanho, sua divisão é feita através do peso, duas tonalidades(branco e vermelho/marrom) e vendido em dois formatos(dúzia e bandeja com 30 unidades).

Figura 4: Tonalidade dos Ovos



Fonte: EPM Embalagens

Figura 5: Tamanho dos Ovos



Fonte: Granja G. Killer

A distribuição é feita através de dois caminhões pequenos de carga, e atendem em média 60 clientes de pequenos comércios e varejos, uma ou duas vezes por semana. As entregas são realizadas segundas, terças, quintas e sextas, sendo elas entregas únicas ou divididas entre manhã e tarde.

4.1.2 VEÍCULO UTILIZADO PELA EMPRESA

Para a distribuição das mercadorias, a empresa utiliza um transporte próprio. O veículo é um caminhão Sprinter, modelo 515 com rodado duplo a diesel, ano 2017, e com consumo médio de 7,5 km/ l no urbano.

Figura 6 – Veículo da Empresa.



Fonte: O Autor (2022)

4.2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente, a definição de rotas e sua estrutura ficam ao encargo do colaborador responsável pelas entregas, ou seja, o próprio motorista quem define, em conjunto com a administração, o percurso e a ordem dos clientes a serem atendidos durante a semana.

O agrupamento de clientes em rotas foi feito de acordo com a região e os dias que cada comércio poderia receber as entregas, portanto são clientes fixos que recebem visitas uma ou duas vezes por semana. O sequenciamento do caminho, é realizado pelo motorista de acordo com seu bom senso e sua experiência.

4.2.1 Pontos de Entrega

Para a realização desse estudo, iremos utilizar as informações e rotas de apenas um dos caminhões. E para que o estudo fosse realizado de maneira mais precisa a empresa disponibilizou os dados de localização em graus decimais, apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Localização de Pontos

Pontos	Latitude	Longitude
Origem/destino – O/D	-26.336.744	-48.906.767
Cliente 1 – C1	-26.338.278	-48.880.559
Cliente 2 – C2	-26.336.595	-48.857.679
Cliente 3 – C3	-26.348.332	-48.853.834
Cliente 4 – C4	-26.355.036	-48.838.714
Cliente 5 – C5	-26.358.856	-48.833.295
Cliente 6 – C6	-26.368.680	-48.826.780
Cliente 7 – C7	-26.369.143	-48.822.712
Cliente 8 – C8	-26.369.645	-48.820.776
Cliente 9 – C9	-26.368.589	-48.827.889
Cliente 10 - C10	-26.365.366	-48.837.133
Cliente 11 – C11	-26.368.727	-48.842.334
Cliente 12 – C12	-26.365.089	-48.837.242
Cliente 13 – C13	-26.419.405	-48.783.054
Cliente 14 – C14	-26.548.962	-48.714.876
Cliente 15 – C15	-26.406.398	-48.800.049
Cliente 16 – C16	-26.376.932	-48.827.910
Cliente 17 – C17	-26.347.155	-48.831.517
Cliente 18 – C18	-26.345.618	-48.833.877
Cliente 19 – C19	-26.315.382	-48.847.716
Cliente 20 – C20	-26.333.639	-48.835.013
Cliente 21 – C21	-26.359.529	-48.806.327
Cliente 22 – C22	-26.350.317	-48.818.774
Cliente 23 – C23	-26.349.836	-48.818.624
Cliente 24 – C24	-26.346.848	-48.809.022
Cliente 25 – C25	-26.348.509	-48.793.506

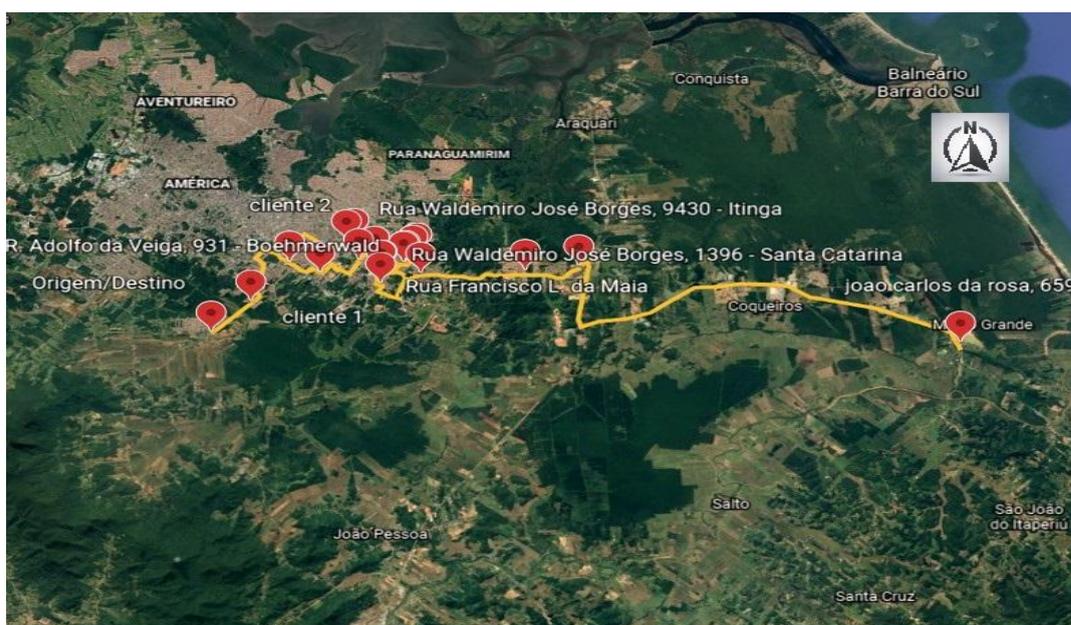
Cliente 26 – C26	-26.340.468	-48.795.413
Cliente 27 – C27	-26.332.168	-48.816.952
Cliente 28 / 28b – C28/C28B	-26.286.990 / -26.287.568	-48.904.974 / -48.900.255
Cliente 29 – C29	-26.282.072	-48.906.984
Cliente 30 – C30	-26.277.529	-48.909.111
Cliente 31 – C31	-26.262.142	-48.924.530
Cliente 32 – C32	-26.276.110	-48.914.934
Cliente 33 – C33	-26.321.341	-48.832.668
Cliente 34 – C34	-26.316.721	-48.816.923
Cliente 35 – C35	-26.316.973	-48.816.162
Cliente 36 – C36	-26.322.977	-48.815.097
Cliente 37 – C37	-26.321.220	-48.816.408
Cliente 38 – C38	-26.330.967	-48.817.455
Cliente 39 – C39	-26.359.993	-48.818.276
Cliente 40 – C40	-26.361.869	-48.814.661
Cliente 41 – C41	-26.360.488	-48.832.446
Cliente 42 – C42	-26.346.280	-48.791.732
Cliente 43 – C43	-26.339.302	-48.766.052
Cliente 44 – C44	-26.340.865	-48.771.297
Cliente 45 – C45	-26.351.022	-48.772.439
Cliente 46 – C46	-26.349.651	-48.766.879
Cliente 47 – C47	-26.352.759	-48.779.947
Cliente 48 – C48	-26.332.839	-48.906.669
Cliente 49 – C49	-26.328.926	-48.907.989
Cliente 50 – C50	-26.325.734	-48.908.363
Cliente 51 – C51	-26.286.943	-48.923.012
Cliente 52 – C52	-26.292.869	-48.909.760
Cliente 53 – C53	-26.295.918	-48.900.017
Cliente 54 – C54	-26.283.030	-48.904.845
Cliente 55 – C55	-26.275.571	-48.914.382
Cliente 56 – C56	-26.279.672	-48.899.165
Cliente 57 – C57	-26.287.413	-48.920.442
Cliente 58 – C58	-26.329.684	-48.907.336
Cliente 59 – C59	-26.345.708	-48.810.214
Cliente 60 – C60	-26.335.715	-48.816.886
Cliente 61 – C61	-26.343.887	-48.787.966

Fonte: O Autor (2022)

4.2.2 ROTA ATUAL

Durante a semana do dia 20/12/2021 a 24/12/2021, juntamente com a empresa e sob a supervisão da administração, foi realizado um acompanhamento da frota no percurso e analisado os dados referentes a rota utilizada pela mesma. As figuras 7, 8, 9, 10, 11 e 12 a seguir mostram a divisão de clientes por rota e dia da semana e seus respectivos resultados.

Figura 7 – Rota 1 (segunda feira, manhã)

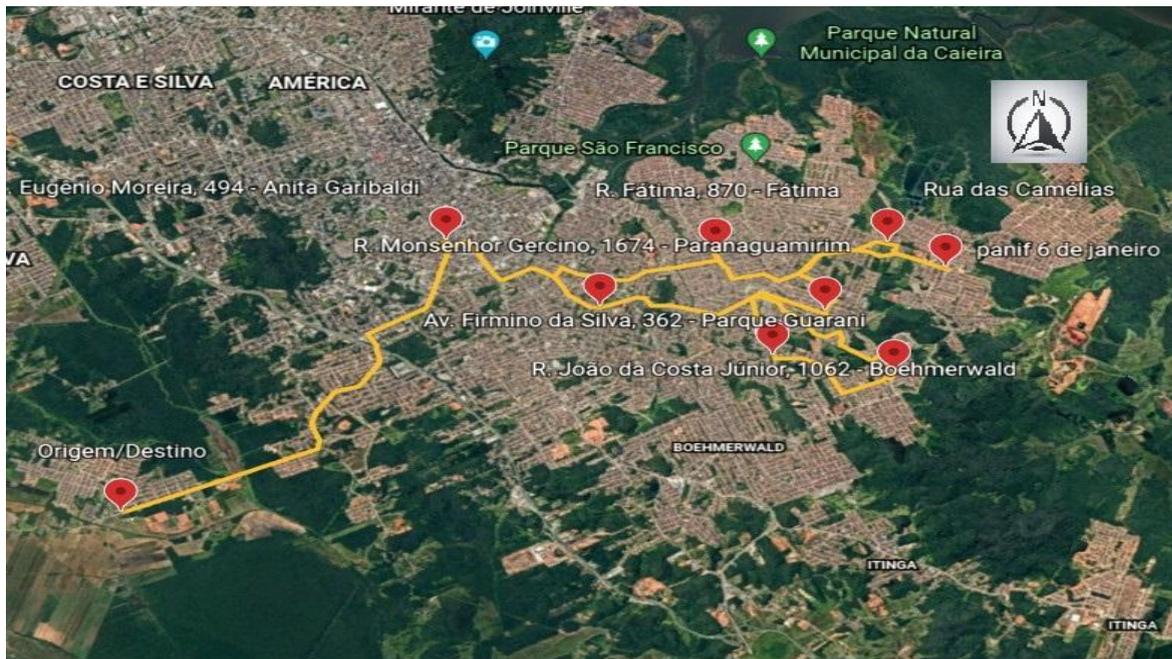


Fonte: Adaptado Google Earth Pro, 2022

A primeira rota de segunda-feira de manhã apresentada na figura 7, contou com o seguinte sequenciamento de clientes: O/D -> C1 -> C2 -> C3 -> C4 -> C5 -> C6 -> C7 -> C8 -> C9 -> C10 -> C11 -> C12 -> C13 -> C14 -> C15 -> C16 -> C17 -> C18 -> O/D, e teve o total de 91,1 km.

Já a segunda rota de segunda-feira a tarde apresentada na figura 8, foi na ordem de sequenciamento dos clientes: O/D -> C19 -> C20 -> C21 -> C22 -> C23 -> C24 -> C25 -> C26 -> C27 -> O/D, e o total de 41,2 km.

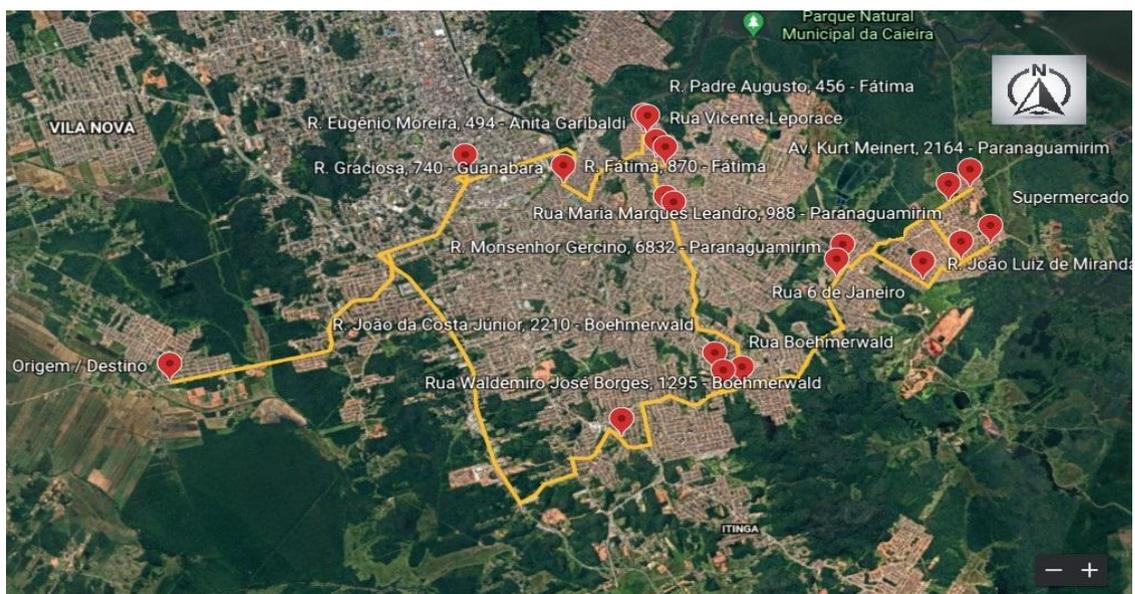
Figura 8 – Rota 2 (segunda feira, tarde)



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2022.

Na terceira rota de terça-feira apresentada na figura 9, foi feito o sequenciamento de clientes: O/D -> C33 -> C34 -> C35 -> C36 -> C37 -> C38 -> C27 -> C39 -> C40 -> C41 -> C42 -> C25 -> C43 -> C44 -> C45 -> C46 -> C47 -> C10 -> C19 -> O/D, com o total de 52,1 km.

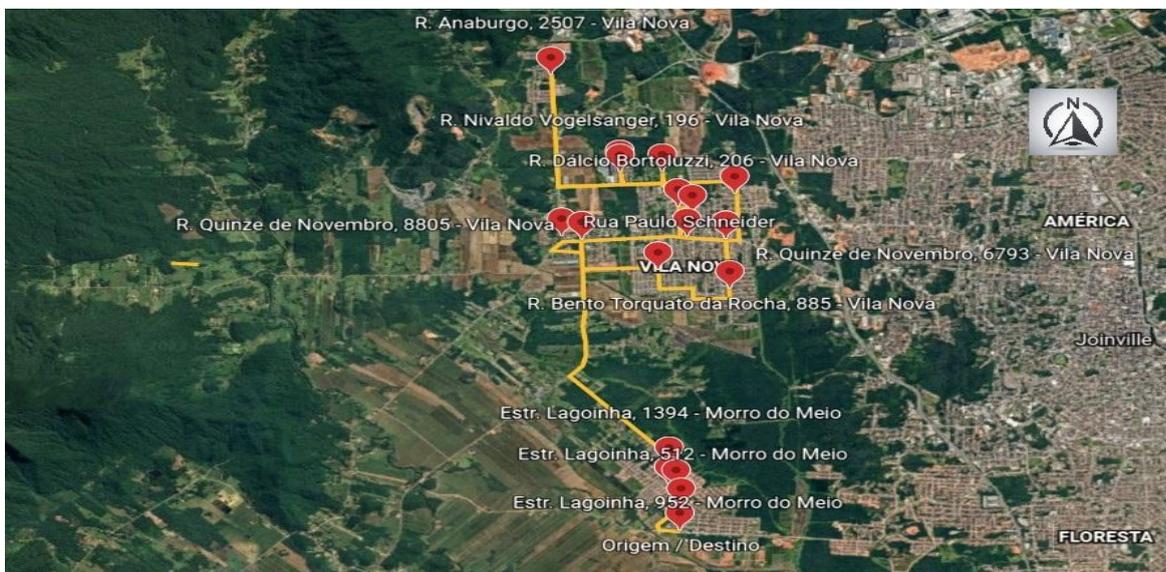
Figura 9 – Rota 3 (terça-feira)



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2022.

Na quarta rota de quinta feira de manhã mostrado na imagem 10, foi feito o sequenciamento de clientes: O/D -> C48 -> C58 -> C49 -> C50 -> C51 -> C52 -> C53 -> C54 -> C28 -> C28b -> C29 -> C30 -> C31 -> C32 -> C55 -> C56 -> C57 -> O/D, e total de 37,8 km.

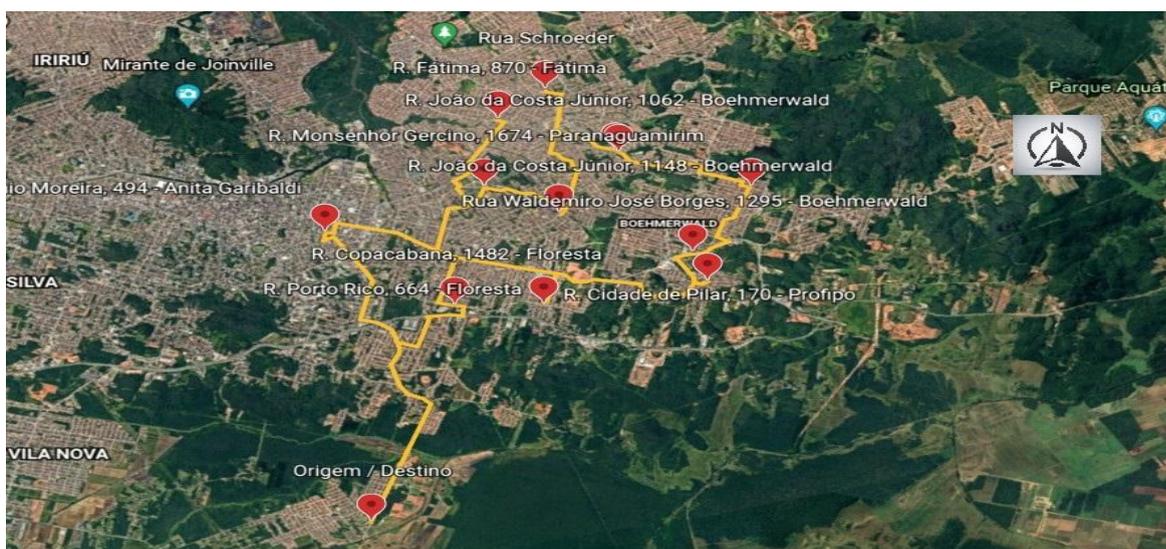
Figura 10 – Rota 4 (Quinta feira, manhã)



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2022.

Na quinta rota de quinta feira a tarde, apresentada na imagem 11, foi realizado o sequenciamento de clientes: O/D -> C19 -> C3 -> C11 -> C10 -> C8 -> C22 -> C23 -> C17 -> C18 -> C20 -> C27 -> C2 -> O/D, e total de 40,2 km.

Figura 11 – Rota 5 (quinta feira, tarde)



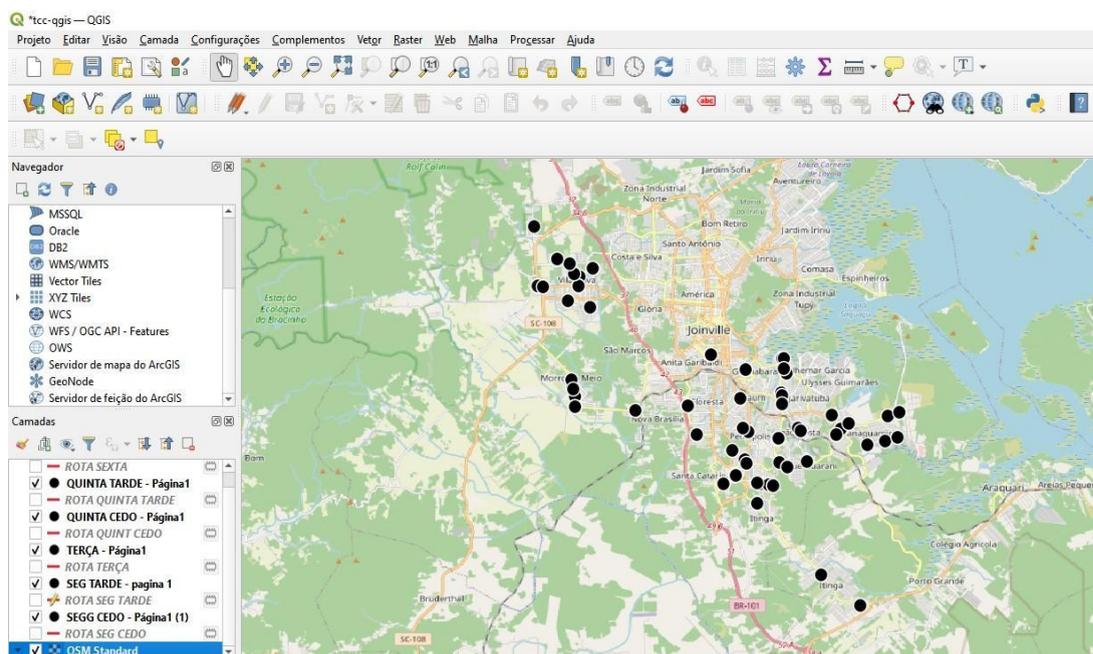
Fonte: adaptado de Google Earth Pro, 2022.

A versão do QGIS utilizada foi a 3.16, onde foi possível utilizar a ferramenta de ORS tools, que soluciona computacionalmente a rota inserida e ao final, cria uma nova camada com a rota ótima.

E para complemento da rota gerada foi adicionado ao QGIS também a ferramenta de mapeamento do Google Maps Satélite, através da instalação do complemento QuickMapServices, da qual pode-se ter uma melhor visualização das localizações do estudo.

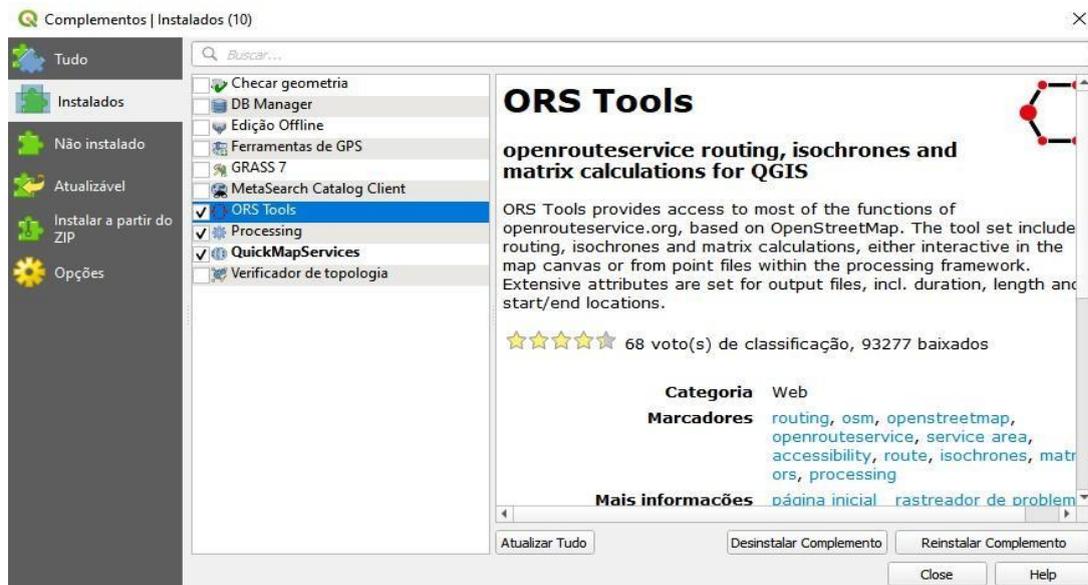
A figura 13 apresenta a tela do QGIS com suas camadas e pontos inseridos e a figura 14 mostra os complementos utilizados.

Figura 13 – Interface do QGIS com camadas e pontos inseridos.



Fonte: O Autor (2022)

Figura 14 – Complementos utilizados.



Fonte: Adaptado de QGIS, 2022

Após todos os complementos instalados no software QGIS, para gerar a melhor rota é intuitivo, basta selecionar os pontos da rota desejada e programar as opções, são elas: obter o caminho mais rápido, caminho recomendado ou o de menor distância. Para as metas desse estudo foi utilizado o de menor distância.

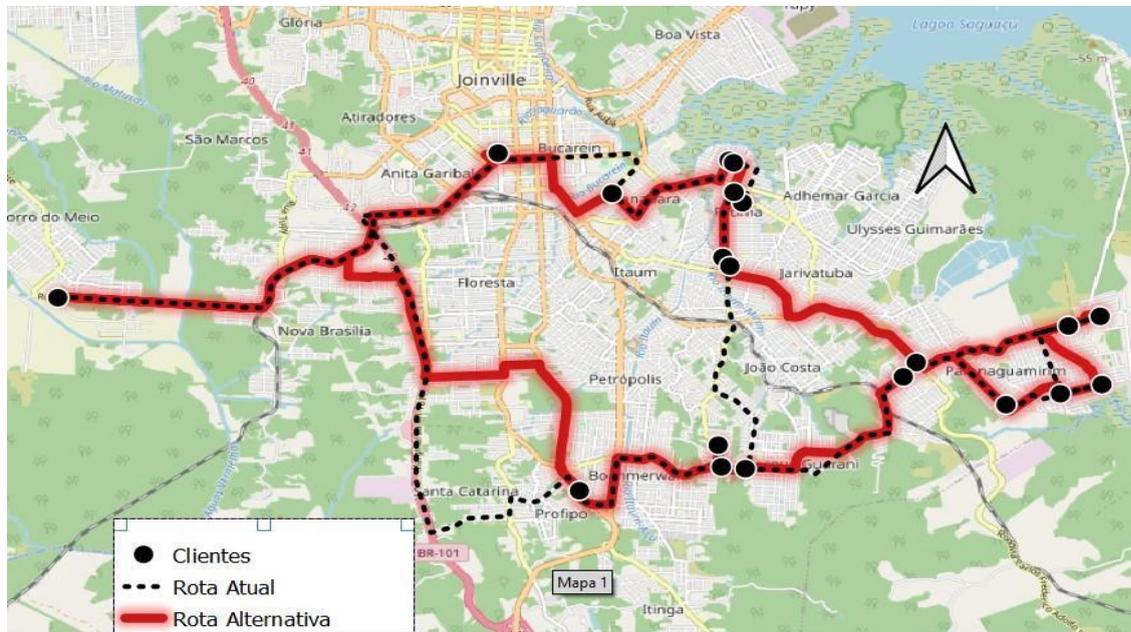
Dando seguimento, devem-se selecionar também outras opções referentes ao trabalho, como: opção caixeiro viajante, início fixo, destino fixo, ida e volta, evitar BR, evitar centro, entre outras funções que variam de acordo com cada trabalho. Por fim, basta executar para que seja gerada uma nova camada de linha, com a rota ótima.

4.3.1 ANÁLISE DAS ROTAS ALTERNATIVAS

Como resultado, foi apresentada a nova rota de segunda feira de manhã na figura 15 com a sequência de visitas: O/D -> C1 -> C2 -> C3 -> C18 -> C17 -> C5 -> C4 -> C11 -> C10 -> C12 -> C9 -> C6 -> C7 -> C8 -> C16 -> C15 -> C13 -> C14 -> O/D, com 87,2 km.

Para a nova rota de terça feira, mostrado na figura 17 foi apresentada a sequência: O/D -> C19 -> C33 -> C34 -> C35 -> C37 -> C36 -> C38 -> C27 -> C42 -> 44 -> 43 -> C46 -> C45 -> C47 -> C25 -> C40 -> C39 -> C41 -> C10 -> O/D, com 43,6 km.

Figura 17 – Rota Alternativa (terça-feira).



Fonte: O autor (2022)

Para a nova rota de quinta feira de manhã, na figura 18 foi apresentada a sequência: O/D -> C48 -> C58 -> C49 -> C50 -> C52 -> C53 -> C56 -> C28 -> C28b -> 54 -> 29 -> C30 -> C55 -> C32 -> C31 -> C57 -> C51 -> O/D, com 28,1 km.

Figura 18 – Rota Alternativa (quinta feira, manhã)



Fonte: O autor (2022)

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS ROTAS

A tabela 2 apresenta a comparação da Rota atual com a Rota alternativa com relação a sequência dos clientes utilizados pelo software. E para melhor visualização foi utilizado a cor (verde) para identificar os clientes que seguiram no mesmo posicionamento da rota anterior, e a cor (rosa) para os que mudaram de posição.

Tabela 2 – Rota Atual x Rota Alternativa.

SEG	SEG	SEG	SEG	TERÇ	TERÇ	QUIN	QUIN	QUIN	QUIN	SEX	SEX
ATUAL	QGIS	ATUAL	QGIS	ATUAL	QGIS	ATUAL	QGIS	ATUAL	QGIS	ATUAL	QGIS
O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D	O/D
C1	C1	C19	C19	C33	C19	C48	C48	C19	C2	C33	C19
C2	C2	C20	C27	C34	C33	C58	C58	C3	C3	C34	C33
C3	C3	C21	C22	C35	C34	C49	C49	C11	C11	C35	C34
C4	C18	C22	C23	C36	C35	C50	C50	C10	C10	C36	C35
C5	C17	C23	C21	C37	C37	C51	C52	C8	C8	C37	C37
C6	C5	C24	C25	C38	C36	C52	C53	C22	C22	C38	C36
C7	C4	C25	C26	C27	C38	C53	C56	C23	C23	C27	C38
C8	C11	C26	C24	C39	C27	C54	C28	C17	C27	C60	C27
C9	C10	C27	C20	C40	C42	C28	C28 B	C18	C17	C39	C60
C10	C12	O/D	O/D	C41	C44	C28B	C54	C20	C18	C40	C24
C11	C9			C42	C43	C29	C29	C27	C20	C59	C59
C12	C6			C25	C46	C30	C30	C2	C19	C24	C42
C13	C7			C43	C45	C31	C55	O/D	O/D	C42	C61
C14	C8			C44	C47	C32	C32			C25	C43
C15	C16			C45	C25	C55	C31			C43	C41
C16	C15			C46	C40	C56	C57			C61	C25
C17	C13			C47	C39	C57	C51			C10	C40
C18	C14			C10	C41	O/D	O/D			C19	C39
O/D	O/D			C19	C10					O/D	O/D
				O/D	O/D						

Fonte: O Autor (2022)

A partir da definição das novas rotas, foi passado para o motorista nos dias 07/02/2022 a 11/02/2022 os determinados trajetos para então uma análise de forma prática sobre os indicadores.

Como esperado os trajetos mostraram uma boa redução de quilometragem e tempo de deslocamento, por se tratar de uma rota previamente calculada e sequenciada. Logo o indicador de distância teve bom resultado e por consequência disto o indicador de custo também melhorou.

Contudo por se tratar de uma empresa de menor porte, onde o foco está nos pequenos comércios que visam além de preço e qualidade do produto, o bom atendimento e educação do entregador, o fator tempo de jornada de trabalho não mudou significativamente. Ou seja, para o estudo e para o motorista continuou o

mesmo tempo de trajeto diário, porém o motorista ganhou mais tempo para melhor atender os clientes.

Tabela 3 – Diferença de quilometragem entre Rota Atual e Alternativa.

Semana	Rota atual	Rota Alternativa	Diferença	Percentual
Rota 1 – Segunda manhã	91,1 km	87,2 km	-3,9 km	-4,28 %
Rota 2 – Segunda tarde	41,2 km	34,7 km	-6,5 km	-15,77 %
Rota 3 – Terça	52,1 km	43,6 km	-8,5 km	-16,31 %
Rota 4 – Quinta manhã	37,8 km	29,2 km	-8,6 km	-22,75 %
Rota 5 – Quinta tarde	40,2 km	36,4 km	-3,8 km	-9,45 %
Rota 6 – Sexta	52,7 km	47,1 km	-5,6 km	-10,62 %
Total:	315,1 km	278,2 km	-36,9 km	-11,71 %

Fonte: O Autor (2022)

Observando a tabela 3, nota-se uma redução de 36,9 km no trajeto percorrido pelo motorista. Levando em consideração o consumo de 7,5 km/l do veículo mostrado no tópico 4.1.2, e com o preço médio do diesel de R\$ 5,30, Podemos concluir que num mês, considerando os 16 dias de trabalho, poderia haver uma redução em torno de 105,00 reais, o que significa num ano, aproximadamente 1250,00 reais. É de se realçar que esta é a redução de custos de apenas um dos caminhões, tendo em vista que a empresa possui outro veículo de entrega.

Nesse atual cenário, seria interessante a utilização de alguma aplicação que permitisse obter automaticamente as coordenadas, para que fosse rápido obter a rota ótima para futuras mudanças de trajeto ou novas rotas de novas frotas.

4.4.1 Acompanhamento de rota alternativa

Visando um estudo mais detalhado, dia 24/02/2022 e 03/03/2022 novamente foi realizado um acompanhamento na rota juntamente com o motorista para analisar melhor os resultados. Foi escolhido o trajeto de quinta de manhã pelo fato de ter o melhor desempenho na redução de quilometragem. A tabela 4 e 5 mostram os desempenhos de tempo.

Tabela 4: Acompanhamento da rota alternativa de quinta de manhã.

Quinta manhã						
Ponto/ Referência	hora início	>	hora fim	Ponto/ Referência	tempo de rota/deslocamento	tempo de atendimento
origem/destino	07:05	>	07:07	Cliente 48	2min	3min
Cliente 48	07:10	>	07:12	Cliente 58	2min	4min
Cliente 58	07:16	>	07:17	Cliente 49	1min	10min
Cliente 49	07:27	>	07:29	Cliente 50	2min	12min
Cliente 50	07:41	>	07:51	Cliente 52	10min	9min
Cliente 52	08:00	>	08:05	Cliente 53	5min	8min
Cliente 53	08:13	>	08:18	Cliente 56	5min	7min
Cliente 56	08:25	>	08:32	Cliente 28 / 28b	7min	22min
Cliente 28 / 28b	08:54	>	09:02	Cliente 28 / 28b	8min	12min
Cliente 28 / 28b	09:14	>	09:17	Cliente 54	3min	6min
Cliente 54	09:23	>	09:25	Cliente 29	2min	2min
Cliente 29	09:27	>	09:30	Cliente 30	3min	6min
Cliente 30	09:36	>	09:38	Cliente 55	2min	9min
Cliente 55	09:47	>	09:48	Cliente 32	1min	9min
Cliente 32	09:57	>	10:05	Cliente 31	8min	12min
Cliente 31	10:17	>	10:26	Cliente 57	9min	11min
Cliente 57	10:37	>	10:39	Cliente 51	2min	12min
Cliente 51	10:51	>	11:03	origem/destino	12min	-
					1h/24min	2h/34min
Total						3h/58min

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 5: Acompanhamento da rota normal de quinta de manhã.

Quinta manhã						
Ponto/ Referência	hora início	>	hora fim	Ponto/ Referência	tempo de rota/deslocamento	tempo de atendimento
origem/destino	07:05	>	07:07	Cliente 48	2min	4min
Cliente 48	07:11	>	07:13	Cliente 58	2min	3min
Cliente 58	07:16	>	07:17	Cliente 49	1min	9min
Cliente 49	07:26	>	07:28	Cliente 50	2min	15min
Cliente 50	07:43	>	07:54	Cliente 51	11min	15min
Cliente 51	08:09	>	08:16	Cliente 52	7min	7min
Cliente 52	08:23	>	08:27	Cliente 53	4min	8min
Cliente 53	08:35	>	08:42	Cliente 54	7min	3min
Cliente 54	08:45	>	08:51	Cliente 28 / 28b	6min	15min
Cliente 28 / 28b	09:06	>	09:08	Cliente 28 / 28b	2min	10min
Cliente 28 / 28b	09:18	>	09:20	Cliente 29	2min	5min
Cliente 29	09:25	>	09:29	Cliente 30	4min	9min
Cliente 30	09:38	>	09:46	Cliente 31	8min	15min
Cliente 31	10:01	>	10:07	Cliente 32	6min	5min
Cliente 32	10:12	>	10:13	Cliente 55	1min	5min
Cliente 55	10:18	>	10:25	Cliente 56	7min	10min
Cliente 56	10:35	>	10:43	Cliente 57	8min	13min
Cliente 57	10:56	>	11:08	origem/destino	12min	-
					1h/32min	2h/31min
Total						4h/03min

Fonte: O Autor (2022)

E como concluído anteriormente, além do ganho em termos de redução de distâncias de rotas que foi de 8,6 km, podemos observar que o tempo de deslocamento diminuiu 8 minutos, gerando 3 minutos a mais de atendimento e reduzindo 5 minutos do tempo total de entrega. Porém foram poucas medições por contas de tempo e prazo, logo não temos uma precisão se realmente houve um bom desempenho com relação ao tempo total.

Contudo com esse estudo na rota de quinta-feira de manhã nota-se que, o que realmente gasta o tempo da rota é o tempo de atendimento, considerando o tempo de descarregar o produto, espera no local e recebimento de pagamento. Logo esse seria um novo indicador para um possível novo estudo futuramente.

4.5 REDUÇÃO DE POLUENTES

O transporte é um importante meio de implantar estratégias de sustentabilidade por provocar muitos problemas ambientais, econômicos e sociais, dentre eles poluição do ar, emissão de gases, alta demanda de terra e infraestrutura, entre outras (Hesse, 1995).

Segundo Carvalho (2011), a emissão de CO₂/L de diesel aproximadamente é de 3,2 kg, considerando um fator médio de 2,6 kg de CO₂ para cada litro de diesel queimado na combustão, e 0,6 kg de CO₂ emitido para produzir e distribuir o combustível.

Considerando esse estudo, podemos verificar que devido a redução de aproximadamente 36,9 km semanais e 1.771,2 km anuais, que geram em torno de 4,9 litros de combustível semanais e 236 litros de combustível anuais, e considerando o fator de conversão de CO₂ de 3,2kg por litro, logo temos um redução de poluentes semanal de 17,6 kg e um total de 846,7 kg anualmente.

E novamente podemos ver que além da redução de custos e distâncias de percurso de rota, a redução de poluentes é outro ganho visível principalmente em longo prazo, mais um benefício do planejamento adequado de desenvolvimento de rotas.

5 CONCLUSÃO

Com a realização desse estudo percebe-se a importância fundamental de otimizar o processo de entrega, minimizando custos, viagens desnecessárias e perda de tempo. Esse trabalho propôs um estudo de roteirização no planejamento atual da empresa Ovos Kesting, com o objetivo de analisar, propor e testar um novo cenário no planejamento de rotas, sobretudo com o objetivo específico de reduzir a distância total percorrida pelo veículo de entregas semanalmente, e como consequência, reduzir os custos.

A primeira etapa se deu por uma análise do cenário atual das rotas de entrega, onde pode ser constatado que, por uma falta de planejamento de transporte, o veículo estava percorrendo um caminho maior do que devia.

Sendo assim, foi proposto um cenário alternativo, onde houve a simulação das rotas na ferramenta SIG, na semana em que foram realizados os diagnósticos iniciais, com a finalidade de mostrar os benefícios a serem obtidos através dessa implementação de roteirização.

Os resultados obtidos no cenário alternativo demonstraram a possibilidade da redução da distância percorrida pelo veículo, ocasionando indiretamente numa redução também de custos.

E com o intuito de verificar a aplicabilidade do estudo, foi conduzido um teste com as novas rotas, onde tiveram bom desempenho e foram de acordo com as expectativas. E apesar do indicador de tempo mudar relativamente pouco, por conta do padrão de atendimento, o tempo de visita aumentou, gerando um melhor desempenho de visita do entregador, devido ao horário mais flexível.

O objetivo geral e específico do estudo foram alcançados, portanto pode se descrever esse estudo como apropriado, pois além dos benefícios diretos de redução de custos e distâncias percorrida, também gerou um benefício indireto com

relação a aperfeiçoar sempre o planejamento, inicialmente da frota, mas podendo abrir caminhos para outras áreas da empresa.

Sendo assim, sugere-se a empresa para a continuidade desse processo a implementação de um software que realize essas etapas descritas no estudo para sua constante evolução.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, sugerem-se os seguintes tópicos:

- Analisar o indicador de tempo de atendimento
- Realizar um estudo mais detalhado na entrega, com relação a quantidades de produto e volume do veículo.
- Fazer um estudo nos outros veículos da empresa.

6. REFERÊNCIAS

AYALA FILHO, G. G. M. **Uso de plataformas livres de sistemas de informação geográfica aplicados em estudo de transportes.** Curso de Engenharia de transportes e logística - Universidade de Santa Catarina, 2016.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos, logística empresarial.** 5ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BELFIORE, P. P.; FÁVERO, L. P. L. **Pesquisa operacional para cursos de administração, contabilidade e economia.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2012.

CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A. et al. (org.) **Bancos de dados geográficos.** Curitiba: MundoGEO, 2005. p. 11-52.

CAMPOS, D. O. **Estudo de melhorias no sistema de transporte de uma empresa de serviços contábeis de Joinville-sc.** Curso de Engenharia de transportes e logística - Universidade de Santa Catarina, 2019.

CAMPOS, V. B. C. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos.** Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CARDOSO, M. A. P. G.; TEODORO, D. S. D. **Logística e produção: uma revisão bibliográfica sobre o sistema Just in Time.** Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antonio Seabra. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.fateclins.edu.br/v4.0/trabalhoGraduacao/WqhzMsDPwmZx6f2dybRoxuRgCYZyFaj8C8bBb.pdf>>

CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros.** Instituto de pesquisa econômica aplicada, 2011.

DUTRA, N. G. S. **O Enfoque De “City Logistics” Na Distribuição Urbana De Encomendas.** Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOOGLE. **Termos de Serviço adicionais do Google Maps/Google Earth.** 2015. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR_br/help/terms_maps.html>. Acesso em: 05/12/2022.

HESSE, M. **Urban space and logistics: On the road to sustainability?** World Transport Policy & Practice, vol.1, n.4, p. 39-45, 1995.

MARTINS, L. J.; SEABRA, V. da S.; DE CARVALHO, V. S. G. **O uso do Google Earth como ferramenta no ensino básico da Geografia**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, 2013.

MEDEIROS, A. M. L. **Cinco razões para começar a usar o QGIS**. Brasil FOSSGIS. n. 6 p. 44-47, 2012.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OZERNOY, V. M.; SMITH, D. R.; SICHERMAN, A. Evaluating computerized GIS using decision analysis. **Interfaces**, v. 11, n. 5, p. 92-100, 1981.

PELIZARO, C. **Avaliação do desempenho do algoritmo de um programa comercial para roteirização de veículos**. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil - Transportes, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

STEINIGER, S.; HUNTER, A. J. S. The 2012 free and open source GIS software map – A guide to facilitate research, development, and adoption. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 39, p. 136–150, 2013.

TEDESCO, G. M. I. Sistema de transporte rodoviários de cargas: uma proposta para sua estrutura e elementos. **Revista Transportes**, v. 19, n. 2, p. 57-65, 2011.