

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO DE TRANSPORTE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

DUTRA, A. L. L.; LIMA, M. X. V. F.; ROCHA, M. S.; RESENDE, V. H. M.

Escola Politécnica e de Artes
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiânia-GO-Brasil

RESUMO: O presente artigo aborda o tema da roteirização de cargas no setor de logística, com ênfase em uma indústria voltada para o ramo alimentício. O objetivo desta pesquisa consiste em realizar uma análise crítica da situação atual da roteirização nessa indústria específica, bem como destacar a necessidade imperativa de otimização na gestão das rotas de entrega. O intuito é reduzir os custos operacionais de transporte e aprimorar os níveis de serviço oferecidos aos clientes. A partir de análises críticas comparativas da roteirização, foram examinados dados coletados em dois períodos distintos, considerando indicadores como quantidade de entregas, quilometragem percorrida, peso da carga e custos de fretes. Essas informações permitiram uma visão abrangente do sistema logístico de transporte, bem como possibilitaram a realização de comparações pertinentes. Verificou-se um aumento aproximado de 33,12% no peso total das cargas, uma redução de aproximadamente 16,26% nos custos relacionados às mesmas, e um pagamento médio 41,70% superior ao valor do frete recomendado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres. Contudo, identificam-se oportunidades de aprimoramento no que tange à adoção de tecnologias avançadas e à análise de dados para embasar as decisões estratégicas.

Palavras-chave: Logística, Roteirização, Distribuição;

ABSTRACT: This article addresses the topic of cargo routing in the logistics sector, with a focus on the food industry. The objective of this research is to conduct a critical analysis of the current situation of routing in this specific industry and highlight the imperative need for optimization in delivery route management. The aim is to reduce operational transportation costs and enhance the levels of service provided to customers. Through comparative critical analysis of routing, data collected in two distinct periods were examined, considering indicators such as the number of deliveries, distance traveled, cargo weight, and freight costs. These pieces of information allowed for a comprehensive view of the logistics system and enabled relevant comparisons to be made. An approximate increase of 33.12% in the total weight of the cargos was observed, along with a reduction of approximately 16.26% in the associated costs, and an average payment 41.70% higher than the freight rate recommended by the National Land Transportation Agency. However, opportunities for improvement have been identified regarding the adoption of advanced technologies and data analysis to support strategic decision-making.

Keywords: Logistics, Route planning, Distribution.

1. Introdução

Com o advento da globalização, a logística teve que se adaptar à informatização e ao uso da tecnologia da informação como aliada mais que bem-vinda à constante competição para colocar o produto certo, na quantidade certa, no tempo certo, pelo preço certo na casa do cliente.

Roteirização de cargas é um problema relevante para empresas que possuem seus clientes dispersos geograficamente e que realizam a entrega de mercadorias ou a prestação de serviços, pois é necessário ir até eles [1]. Sendo assim, faz-se necessária a tentativa de diminuir os custos associados a este processo logístico (feito por veículos como carro, caminhão ou outro), por meio de uma otimização das rotas existentes da empresa ou depósito até os clientes.

À medida que a tecnologia se desenvolve, *softwares* específicos para problemas de roteirização de veículos se tornam disponíveis, tendo então a oportunidade de obter resultados positivos. O problema de roteirização das cargas requer levar em consideração diversas variáveis como prazo de entrega prometido, tempo de carga e descarga, número e capacidade de caminhões, rota a ser percorrida, características da mão de obra, a existência das janelas de tempo envolvidas, o tipo de produto levando em consideração as características específicas de cada produto, como prazo de validade, fragilidade durante o manuseio e transporte e necessidade de refrigeração [2].

De todas as despesas da empresa, os custos de distribuição do produto trazem um valor relativamente alto ao produto acabado. Uma vez que as variáveis são priorizadas e analisadas, a roteirização de cargas visa a redução do custo, melhorar os processos de entrega e o nível de serviço.

Segundo a Confederação Nacional de Transporte, o transporte rodoviário é o principal modal no Brasil, de forma que mais de 65% de toda a carga transportada no país utiliza este sistema [3]. Portanto, os custos logísticos relativamente altos associados aos processos afetam diretamente o setor de Transporte Rodoviário de Cargas (TRC). De acordo com o plano de transporte e logística da CNT, o custo logístico dessa modalidade representa 11,6% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil [4].

A motivação para a decisão de trabalhar esse assunto deu-se com a intenção de estudar o problema para assim analisar os processos de roteirização adotados indústria alimentícia em questão e ressaltar a necessidade da otimização da gestão de roteirização de entregas dos

produtos comercializados, na redução dos custos operacionais de transporte, e melhorar os níveis de serviço ao cliente. Na distribuição de alimentos frágeis e perecíveis, o problema de roteirização torna-se ainda mais complexo, já que variáveis como manuseio cuidadoso do produto, velocidade de entrega, manutenção da frota, segurança da carga e minimização de devoluções devem ser consideradas.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo verificar e analisar criticamente a situação atual da roteirização no setor de inteligência logística de uma Indústria de Alimentos.

2. Referencial teórico

2.1 Logística

Logística é uma área de estudo e prática que envolve o planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo de bens, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. Envolve diversas atividades, como transporte, armazenagem, gerenciamento de estoques, processamento de pedidos, embalagem e trânsito de materiais, planejamento de rotas, entre outras. O objetivo principal da logística é maximizar a eficiência e minimizar os custos ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Isso envolve o gerenciamento cuidadoso de recursos, a otimização de processos, a redução de desperdícios e a melhoria contínua. A logística desempenha um papel fundamental em diversos setores, como manufatura, varejo, transporte, distribuição, *e-commerce* e serviços [5, 6, 7].

2.2 Logística de Transportes

Em logística, define-se transporte como a movimentação de produtos entre regiões geográficas ou comerciais, aumentando o nível de serviço do sistema logístico, estabelecendo as alternativas viáveis para a distribuição de produtos, levando em consideração aspectos como local a ser atendido, modais oferecidos, oferta e demanda, custo e velocidade [7]. O setor de transportes é composto pelos segmentos rodoviário, ferroviário, aquaviário, aéreo e dutoviário que prestam serviços de movimentação de pessoas e cargas [8].

Quanto ao setor rodoviário tem-se que:

O transporte rodoviário por caminhão possui capacidade de se ajustar mais facilmente às variações na demanda. Firms individuais podem entrar ou sair da atividade em uma região, ajustando o seu investimento às unidades transportadas por rodovia, razoavelmente estável com respeito ao volume de carga. Por outro lado, o mesmo não

acontece com outras modalidades de transporte, como a ferroviária e hidroviária, cuja capacidade de ajustamento do investimento à demanda é muito lenta, resultando em variações do custo fixo por unidade transportadora. [9]

Neste trabalho foi dada ênfase ao modal rodoviário.

2.3 Planejamento Logístico e Roteirização

Planejar é uma palavra-chave na logística, pois seu objetivo principal é fazer a intermediação de mercadorias da origem ao destino. O planejamento faz parte do ambiente logístico, simplificar as atividades, proporcionar às organizações processos mais flexíveis e, por outro lado, fornecer aos clientes, produtos e/ou serviços da melhor forma e no tempo necessário [10].

A roteirização por raio é uma técnica utilizada em logística para otimizar as rotas de entrega de mercadorias, reduzindo o tempo e o custo envolvido no processo. Dentre as alternativas de redução de custos operacionais logísticos, a roteirização é uma ferramenta que pode ser utilizada para minimizar a distância percorrida, aumentar ganhos possíveis e reduzir desperdícios [11].

2.4 Roteirização Empírica x Heurística

A roteirização empírica é um processo que envolve a experiência e o conhecimento adquiridos por um colaborador ou por uma equipe em relação às rotas mais eficientes para entrega de cargas ou passageiros. Esse processo não envolve a utilização de *softwares* especializados ou algoritmos para otimizar a rota, mas sim a escolha de caminhos com base na observação da experiência dos roteiristas. Nesse método, os colaboradores são responsáveis por determinar a melhor rota a ser seguida, levando em consideração as características do trajeto, como condições das estradas, distância a ser percorrida, quantidade de entregas, entre outros fatores.

Já a roteirização heurística é um processo que utiliza algoritmos e técnicas matemáticas para otimizar a rota de entrega de cargas ou passageiros. Esses algoritmos consideram fatores como o número de entregas, o tempo de viagem, o tráfego, as restrições de peso e tamanho, a disponibilidade de recursos e as preferências do cliente. A roteirização heurística é geralmente usada em grandes empresas com rotas complexas e variáveis [12].

2.5 Desempenho do Sistema Logístico

A utilização de um sistema de roteirização pode trazer ganhos significativos, tanto do ponto de vista econômico, ao reduzir os custos operacionais, quanto na qualidade do serviço permitindo maior volume e fidelização dos clientes [13]. Ganhos de grande importância para uma melhor integração da cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, para a obtenção de vantagens competitivas.

As melhores métricas em logística são o tempo total do ciclo do pedido e sua variabilidade, já que essas incluem muitas variáveis importantes para os clientes. Alguns dos indicadores mais estudados são: o processamento dos pedidos, acuracidade na documentação dos pedidos, transporte, disponibilidade de produto e estoque, produtos danificados e tempo de processamento da produção e armazenagem [6]. No entanto, ainda há muitos outros indicadores que podem ser usados, podendo estes serem adaptados ao projeto do sistema logístico operado pela empresa.

3. Materiais e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido numa indústria de alimentos, localizada na cidade de Anápolis – GO, com a análise de dados dos períodos de janeiro a abril de 2022 comparados ao período de janeiro a abril de 2023.

Atuante no setor de alimentos e bebidas, os produtos comercializados pela empresa estão presentes em todos estados brasileiros, sendo um *mix* diverso no segmento de cafés: moído, grãos, *cappuccino*, solúvel, descafeinado, linha completa de expresso com máquinas e ainda um conjunto de biscoitos veganos.

A logística da empresa atualmente é dividida para atender a demanda em 7 áreas comerciais, compostas por um ou mais estados do país. O departamento comercial é conduzido em cada uma das áreas por gerentes, supervisores e vendedores, onde gerenciamento é feito dividindo-se o grupo de clientes de acordo com as características de cada estabelecimento, considerando a demanda e a região geográfica em que se localizam os mesmos. A empresa possui diversos clientes, dos quais nem todos efetuam pedidos semanalmente, o que altera a rota de entregas frequentemente.

Para o alcance do objetivo foram necessárias as seguintes etapas: conhecer o sistema de roteirização de veículos adotado para distribuição e entrega de seus produtos; definição da área

comercial e a rota que foi analisada; e análise comparativa com a teoria dos critérios adotados na roteirização da empresa.

O estudo do problema abordado neste trabalho delimitou-se pela distribuição de produtos a partir da fábrica, com destino a diversos clientes, levando em consideração restrições como: a capacidade máxima do veículo, custo por tonelada do frete, distância percorrida e a necessidade de cada cliente, sem ultrapassar a capacidade do veículo.

3.1 Identificação dos Mecanismos de Roteirização dos Veículos e Definição da Rota de Estudo

Os dados da pesquisa foram coletados a partir de dois instrumentos: entrevista não estruturada e a análise de documentos com dados primários fornecidos pela empresa.

A coleta de informações na entrevista não estruturada foi realizada com o gerente de distribuição e com a assistente de distribuição da empresa para identificação do processo logístico, as práticas, os problemas e os mecanismos utilizados para o controle e a gestão da roteirização. Foram analisados documentos como por exemplo: o *book* da distribuição, procedimentos operacionais padrão (POP), instruções de trabalho, guia básico das áreas comerciais entre outros, que contribuiriam para compreender a história da empresa, bem como entender como é feito gerenciamento da roteirização de veículos na empresa. Os dados foram analisados por meio da técnica análise de conteúdo, descrevendo os mecanismos e indicadores da roteirização feita na empresa [14]. A rota escolhida para análise será a de maior faturamento da região estudada. Além disso, possui um motorista agregado que transportou as cargas no mesmo caminhão durante todo esse período, permitindo maior equanimidade na análise.

3.2 Análise da Roteirização por Períodos

Para a rota definida no estudo, foi realizada uma coleta de dados, nos períodos de janeiro a abril de 2022 (neste período a roteirização era totalmente empírica), comparando esses resultados com o período de janeiro a abril de 2023 (período em que já se utilizava um sistema de roteirização criado pelo departamento de Tecnologia da empresa). Os dados utilizados na análise foram coletados por meio de documentos e relatórios fornecidos pela empresa e pela análise dos registros de dados do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*). Foi realizada uma análise descritiva e comparativa dos resultados para identificar possíveis diferenças no período estudado. Dessa forma os indicadores utilizados no estudo foram: quantidades de

entregas, os quilômetros percorridos por rota, o peso da carga por veículo e os custos dos fretes dos meses em questão.

3.3 Análise dos Critérios de Roteirização

Para esta análise comparou-se o valor pago no frete com o valor calculado de acordo com a tabela da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), verificando assim o atendimento aos requisitos da Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas [15]. Esta, apresenta como calcular custo de transporte de cargas por meio de valores pré-fixados para um piso mínimo a ser cobrado pelo serviço, tendo como objetivo chegar a um valor justo, levando em consideração a coleta, transporte e entrega da carga.

4. Resultados e Discussões

4.1 Identificação dos Mecanismos de Roteirização dos Veículos e Definição da Rota de Estudo

Na empresa em estudo as principais decisões referentes ao transporte são de responsabilidade do gerente da logística, que é o responsável pelas atividades de distribuição como: inteligência logística, carregamento, logística reversa e finalização de cargas. O departamento de inteligência logística é composto por doze colaboradores cuja missão é garantir uma entrega eficiente, ágil e com excelência, sempre buscando a satisfação dos clientes. Os auxiliares e assistentes de distribuição realizam atividades para gerenciar etapas do processo de distribuição como: contratação de motoristas, montagem de mapas de separação, roteirização por raio, criação de *ticket* para os motoristas, acompanhamento do *status* de viagem, entre outros. A seguir encontra-se descrito o processo logístico da empresa em estudo.

Após passar por todo um planejamento da produção e o abastecimento dos estoques, o processo logístico da empresa começa com o recebimento de pedidos no sistema *ERP* que são enviados por vendedores em todas as áreas comerciais para o setor de inteligência logística. Por consequência, começa todo o processo de contratação de frete, montagem do mapa, roteirização, montagem da carga e envio.

A empresa, utiliza o modal rodoviário em 90% do seu fluxo de processos, a entrega dos produtos é feita majoritariamente via motoristas terceiros e autônomos. Conta com o programa de motoristas agregados que surgiu em meados de 2019. Naquele cenário, a empresa possuía uma frota própria de 14 veículos e com o aumento do fluxo de cargas, verificou-se que ter uma

frota própria não se adequaria mais nos padrões da empresa. Pensando nisso, o projeto visou beneficiar tanto a empresa quanto os motoristas, foi aí que ela realizou um acordo com os motoristas: eles ganhariam um caminhão em troca prestariam serviço e seu valor de frete estaria atrelado a qualidade de entrega, reposições e devoluções em casos de avarias. A partir desse projeto a empresa deixou de possuir frota própria.

A roteirização desses veículos na situação é feita de forma empírica, onde o analista operacional, com base em seu conhecimento, define que trajeto cada veículo deve seguir. A necessidade de se utilizar um programa computacional que auxiliasse a tomada de decisões se deu devido à grande quantidade de pontos de parada, tornar o sistema mais heurístico, reduzir os custos de distribuição, melhorar a roteirização de uma supervisão.

A visualização dos pontos de entrega é feita pelo *Google Maps*¹. O serviço inclui mapas de ruas, pontos de referência e planejamento de rotas, que fornecem orientações ao viajar para diferentes destinos. Sua limitação é que não é possível adicionar mais de dez pontos no mapa. Isso, somado à demora para roteirizar manualmente, se tornam pontos negativos nesse formato empírico.

Goiás e Distrito Federal, juntos compõem a principal e mais importante área comercial. É dela que vem aproximadamente 55% do faturamento total da Empresa. Em 2022 essa área dobou seu faturamento comparado a 2021 e no início de 2023, entre os meses de janeiro a abril cresceu 40%, e por esse motivo essa é a região estudada e a rota escolhida foi a 22.000. O caminhão utilizado é um Ford Cargo 816 S, com capacidade de carga útil de 7.164 kg.

No processo de roteirização, a empresa dispõe o período de sábado até sexta-feira (23:59) para os vendedores finalizarem as vendas e adicionarem os pedidos dos clientes no sistema Protheus. Esses dados provenientes do ERP da empresa abrange os principais processos operacionais das empresas, correspondendo a uma gestão centralizada em que todos os departamentos possam ser administrados [16].

Os pedidos realizados na semana, são roteirizados nos sábados e possuem o prazo de entrega até a sexta-feira seguinte. Na Figura 1 está exemplificado o processo em uma semana do mês de maio de 2023.

¹ *Google Maps*: serviço *on-line* baseado em mapas populares, modernos e disponível gratuitamente pelo Google

Domingo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Legenda:
	1	2	3	4	5	6	■ Vendas
7	8	9	10	11	12	13	■ Roteirização
14	15	16	17	18	19	20	■ Carregamento
21	22	23	24	25	26	27	■ Data limite de entrega
28	29	30	31				

Figura 1: Calendário do processo de roteirização - maio de 2023

Isto posto, realizar a roteirização nos sábados mesmo que em meio período de trabalho traz benefícios pois ela é feita exclusivamente, então a assistente de distribuição já prioriza as rotas que serão roteirizadas. O que pode ocorrer quando a demanda está muito alta, é uma morosidade na roteirização e na montagem dos mapas por ser ainda uma roteirização majoritariamente empírica, em função disso mais de uma pessoa precisa ter experiência na roteirização já que isso ainda é fator decisivo [17].

A empresa está envolvida na gestão da roteirização de veículos, mas ainda está em estágios iniciais em relação ao uso da tecnologia e suas capacidades. A empresa elabora roteiros visando a redução de custos relacionados à distribuição de produtos. Os pontos de origem e destino são determinados pelo responsável pela logística, com base em conhecimento e experiência, porém com pouco uso de tecnologia [1, 6].

O carregamento dos mapas montados no sábado inicia no primeiro horário da segunda-feira (6:00) e normalmente gastam 5 horas para a finalização desses, pois tem disponibilidade das 13 docas, fazendo assim com que as mercadorias já saiam para as entregas na segunda e o prazo de quatro dias é suficiente e atende as demandas dos clientes. Em caso de alguma eventualidade, um feriado no sábado por exemplo, a roteirização passa para o próximo dia útil (segunda-feira) e o carregamento já tem início nesse mesmo dia no período vespertino.

4.2 Comparação da roteirização por períodos

Para a comparação da rota entre os períodos do estudo, avaliaram-se os seguintes indicadores: quantidade de entregas (Figura 2), peso total da carga (Figura 3), distância percorrida (Figura 4), valor total do frete (Figura 5) e o custo por quilograma carregado (Figura 6).

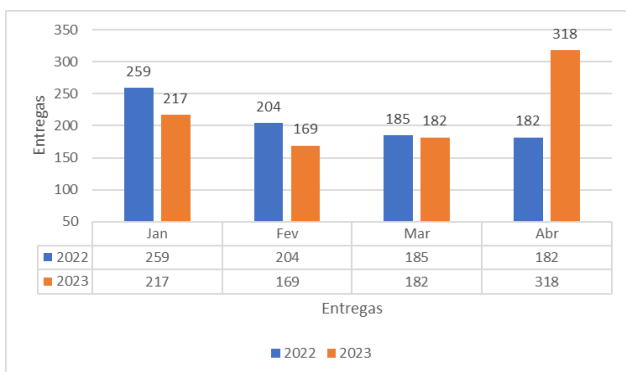


Figura 2: Quantidade de entregas em 2022 e 2023

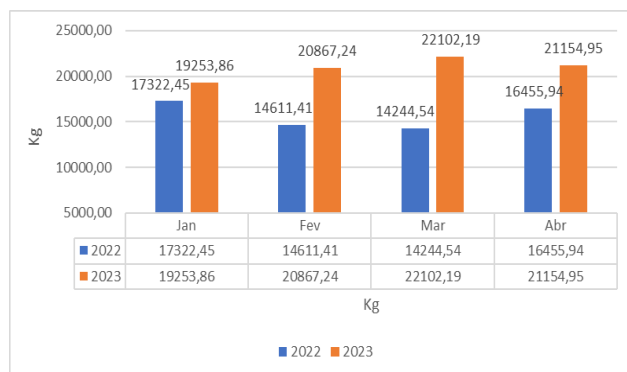


Figura 3: Peso carregado (Kg) em 2022 e 2023

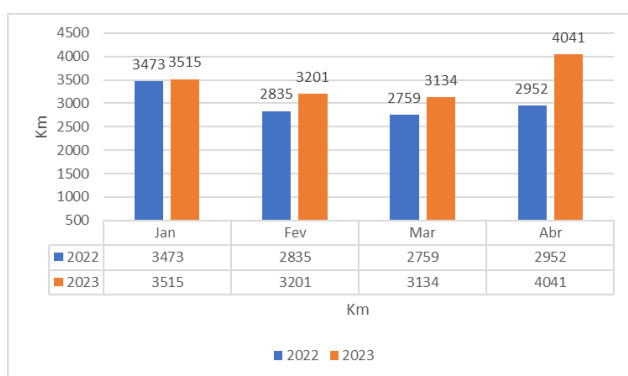


Figura 4: Distância percorrida (Km) em 2022 e 2023

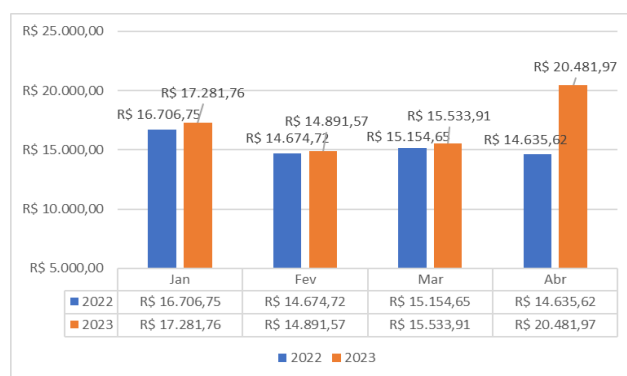


Figura 5: Valores dos fretes (R\$) em 2022 e 2023

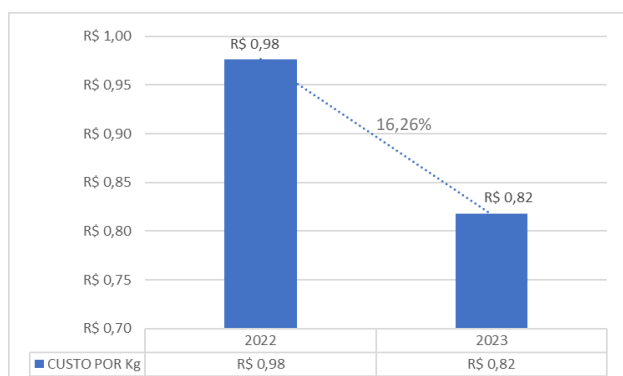


Figura 6: Custo pelo peso carregado (R\$) em 2022 e 2023

O período analisado foi para que não houvesse interferência, visto que para a indústria alimentícia o volume de vendas, produção e distribuição pode variar de acordo com o intervalo de meses do ano, sendo impactado por datas festivas, por clima, por eventos de vendas e outros. Quando consideramos ocasiões especiais ou temas que naturalmente despertam um interesse maior das pessoas por produtos e serviços relacionados, esse planejamento se torna ainda mais vantajoso como um diferencial. [18].

As quantidades de entregas (Figura 2) nos períodos de janeiro a março em 2023 foram menores do que em 2022, tendo ultrapassado apenas em abril, esse aumento já era esperado pelos relatórios da equipe gerencial, e os próximos meses a tendência é continuar avançando.

Embora a quantidade de entrega tenha sido menor, o peso carregado (Figura 3) e a distância percorrida (Figura 4) nos meses de 2023 foram maiores. Cada caminhão teve maior otimização do carregamento, recebendo maior quantidade de carga, e tendo também trajetos definidos de maior quilometragem, atendendo maior número de clientes. Esta foi uma vantagem para a empresa, pois o veículo saía uma só vez economizando custo de outro frete, desgaste de caminhão, contratação de motorista e pedágio.

A diferença no incremento dos valores de frete (Figura 5) em 2023 podem ser decorrentes da ampliação da distância percorrida, dos ajustes de valor de combustível, dos gastos com pedágio, bonificação do motorista entre outros. Foi feita a estimativa do valor por frete e houve um aumento no mesmo, porém o custo do frete pelo peso (Kg) carregado ficou menor (conforme observa-se na Figura 6), o somou-se os valores dos fretes dos meses em 2022 e em 2023 e pesos carregados nesses períodos, depois dividiu valor do frete e peso carregado no ano, assim obteve-se uma redução de aproximadamente 16,26% e tendo em vista que com o auxiliar de roteirização as cargas ficam mais organizadas e distribuídas em uma menor quantidade de caminhões, fazendo com que a carga saia mais pesada e compensando assim o valor do frete.

O Auxiliar de roteirização é uma ferramenta criada no *Qlik Sense* pelo setor de Tecnologia da Informação da empresa, onde tem-se relatórios personalizados e painéis dinâmicos que permitem explorar de forma fácil grandes volumes de dados, descobrindo insights relevantes de maneira ágil. A roteirização com o auxiliar, realçou todas as particularidades dos clientes tais como tamanho, estilo de venda (atacado ou varejo), agendamento, bem como localização do comprador. Promovendo maior rentabilidade econômica, uma vez que evita rotas extras, torna os custos mais assertivos, facilita a contratação, aumenta o tempo útil do funcionário, prioriza o melhor percurso para cada motorista, de forma a minimizar o custo/quilograma e tem uma visão ampla dos pedidos e da prioridade dos mesmos, como demonstrado na Figura 7.

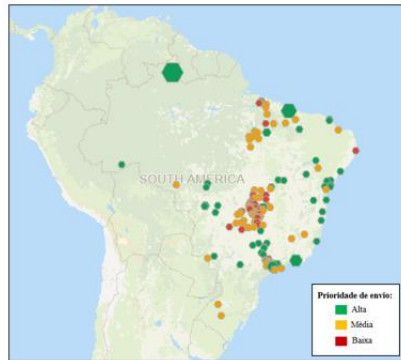


Figura 7: Visão do auxiliar de roteirização

As cores do auxiliar de roteirização definem a prioridade de envio: os locais indicados em verde estão com peso e quantidade de entregas favoráveis para o envio, amarelo está com prioridade média e vermelho prioridade baixa podendo esperar mais uns dias. É possível ver detalhes de entrega como agendamento, algumas observações e valores de descarga.

Com o uso do auxiliar de roteirização, foi realizada uma mudança na padronização dos fretes dos agregados do interior de Goiás, onde antes existia um valor fixo por rota e assim ia adequando-se de acordo com os custos gerais do semestre. Com a roteirização foi possível identificar que era mais compensativo pagar os motoristas agregados pela distância percorrida, diminuindo assim o custo por carregamento (Figura 6).

4.3 Análise dos critérios de roteirização

Complementando a análise comparou-se também o valor pago do frete pela empresa e o valor recomendado pela ANTT. A sua tabela de preços mínimos de frete, leva em consideração diversos fatores, como o tipo de carga, a distância percorrida, o tipo de veículo utilizado, os custos operacionais, entre outros.

Para o cálculo ANTT, primeiramente definiu o tipo de carga a ser transportada, conforme opções apresentadas no Anexo II da Resolução ANTT nº 5.867/2020, nesse caso a carga será do tipo “carga geral” [18]. Na sequência, identificou-se a quantidade de eixos da composição veicular a ser utilizada no transporte: Caminhão Ford Cargo 816 S, um eixo dianteiro e um eixo traseiro, então dois eixos, com capacidade de aproximadamente 7 toneladas, conforme apresentado no cap. 3.

Posteriormente, verificou-se a distância a ser percorrida na operação de transporte contratada nos períodos de janeiro a abril de 2022 e janeiro a abril de 2023. Por fim, usou os valores obtidos

nos passos anteriores para o cálculo do Piso Mínimo de Frete em Reais por viagem (R\$/viagem), conforme Equação (1).

$$\text{Piso Mínimo do Frete (R\$/viagem)} = (\text{Distância} \times \text{CCD}) + \text{CC} \quad (1)$$

Identificou o coeficiente de custo de deslocamento (CCD) = R\$ 3,0444 e coeficiente de carga e descarga (CC) = R\$ 335,46 para a quantidade de eixos carregados da composição veicular que será usada. O motorista é contratado para usar seu próprio veículo automotor e implemento rodoviário e não é uma operação de transporte de alto desempenho, diante disso usou-se a Tabela A e da Resolução ANTT nº 5.867, de 14 de janeiro de 2020 [19].

As Figuras 8 e 9 a seguir demonstram os valores que foram pagos pela empresa e os valores de acordo com o piso mínimo de fretes.

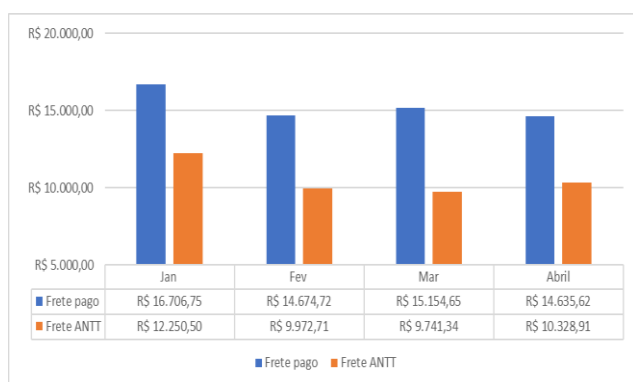


Figura 8: Valores de fretes em 2022

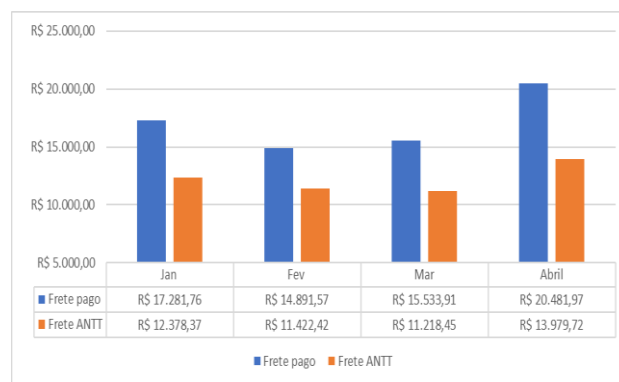


Figura 9: Valores de fretes em 2023

Pode-se observar, que nos dois períodos do ano de 2022 e do ano de 2023, a empresa em estudo paga em média 41,70% de valores superiores aos valores estabelecidos pela tabela de preços mínimos de frete da ANTT. Já que além de adicionar alguns custos a mais no valor do frete, a empresa paga uma bonificação para o motorista agregado de R\$ 500,00 em todos os fretes, além do que, a tabela gerou muitos debates e controvérsias desde sua implementação, com questionamentos sobre sua legalidade e efetividade [20].

O tema é complexo e ainda está em discussão nos órgãos competentes e no âmbito jurídico. É importante ressaltar que, embora a tabela tenha sido criada para garantir uma remuneração mínima justa para os transportadores, ela não impede que empresas paguem valores superiores se houver acordo entre as partes envolvidas.

5. Conclusão

A roteirização de veículos desempenha um papel crucial na otimização da cadeia produtiva de alimentos, permitindo uma entrega eficiente e oportuna de produtos perecíveis. Conclui-se que o objetivo do estudo foi alcançado, visto que os indicadores analisados permitiram ter uma avaliação que possibilitou fazer a comparação do sistema logístico e do departamento de inteligência logística da empresa, quando analisados no período proposto do trabalho.

Com as mudanças adotadas pela empresa, no período do estudo, foi possível observar melhoria no peso da carga total do veículo (com um aumento aproximado 33,12% comparado com 2022) e uma redução de, aproximadamente, 16,26% no custo da carga (por Kg). Foi possível também concluir que a empresa paga uma média de 41,70% a mais, no valor do frete, do que é o recomendado pela ANTT, indicando melhores condições de remuneração para motoristas e agregados.

No entanto, a roteirização eficiente é um fator decisivo para avançar na análise de dados e na tomada de decisões estratégicas, a adoção da tecnologia como uma ferramenta indispensável nesse processo pode trazer benefícios significativos, incluindo otimização de rotas, redução de custos operacionais, melhoria do serviço ao cliente e aumento da produtividade. Apesar dos desafios associados à implementação, é evidente que a tecnologia é um diferencial competitivo na roteirização de cargas.

Recomenda-se que os meses de análise sejam estendidos, incluindo outras rotas e motoristas para um melhor resultado e que a empresa invista em soluções baseadas em sistemas heurísticos para aprimorar a precisão e a agilidade na roteirização, além de explorar dados de monitoramento para identificar padrões e tendências que possam resultar em melhorias operacionais.

6. Referências Bibliográficas

1. CUNHA, C. B. Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
2. ALIOTTE, J. T. B.; FILASSI, M.; OLIVEIRA, A. L. R. (2022). Caracterização da logística de distribuição de frutas, legumes e verduras na Central de Abastecimento de Campinas/SP. Revista de Economia e Sociologia Rural, 60 (spe), 08 de nov. de 2021.
3. CNT. Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil, 11 de out. de 2016. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>

4. CNT, Confederação Nacional do Transporte. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>
5. DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1993.
6. BALLOU, R.H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. São Paulo: Atlas, 2007.
7. POZO, H. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
8. ARAÚJO, A. S. et al. Modais de Transporte no Brasil. Revista Pesquisa e Ação, 5(2), 1-27, 12 de junho 2019.
9. CAXEITA, J.; FILHO, A. H. Transporte e Logística em sistemas agroindustriais/ organizadores. José Vicente. São Paulo: Atlas, 2001.
10. MENEZES, T. S. Planejamento logístico como ferramenta para o aprimoramento do das almas-BA. CACHOEIRA-BA, 2012.
11. TEIXEIRA, R. G.; CUNHA, C. B. da. Heurísticas para o problema de dimensionamento e roteirização de uma frota heterogênea utilizando o algoritmo out-of-kilter. Transportes, v. 10, n. 2, 2002.
12. SILVA, B. C. H. Otimização de rotas utilizando abordagens heurísticas em um ambiente Georeferenciado. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado)-Curso de Ciência da Computação Próreitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.
13. MELO, A. C. S.; FERREIRA FILHO, V. J. M. Sistemas de roteirização e programação de veículos. Revista pesquisa operacional, v. 21, n. 2. 2001, p. 223-232.
14. MORAES, Roque. Análise de conteúdo. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
15. ANTT-AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas. GOV.BR, 19 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/cargas/politica-nacional-de-pisos-minimos-de-frete>
16. TOTVS. Protheus da TOTVS: conheça as principais funcionalidades, 04 de jun de 2019. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/erp/protheus-da-totvs/>
17. ENOMOTO, L.M.; LIMA, R. S. 1. Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista. UNIFEI. Produção, v. 17, n. 1, p. 094-108, Jan./Abr. 2007.
18. SEBRAE-SP. Datas comemorativas e temáticas. São Paulo, 2015. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/725a3e61cb704b4f69160b7877e17cf4/\\$File/7120.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/725a3e61cb704b4f69160b7877e17cf4/$File/7120.pdf)
19. BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.867, de 14 de janeiro de 2020. Disponível em: https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=detalharAto&tipo=RES&numeroAto=00005867&seqAto=000&valorAno=2020&orgao=DG/ANTT/MI&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=7114&cod_modulo=421&pesquisa=true
20. SUJUKI, W.T. Análise de métodos de precificação do transporte rodoviário de cargas e proposição de nova metodologia. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2019.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946 1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante ANA LUÍSA LUIZ DUTRA do Curso de Engenharia de Produção, matrícula 2021.2.0037.0007-6, telefone: (62) 99123-8901 e-mail analisadutra@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontificia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO DE TRANSPORTE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16 de junho de 2023.

Assinatura do autor: Ana Luísa Luiz Dutra

Nome completo do autor: Ana Luísa Luiz Dutra

Assinatura do professor-orientador: Ximena Vázquez

Nome completo do professor-orientador: M^{sc} Ximena Vázquez F. Lima