Utilização do método heurístico Clarke-Wright para otimização do processo de roteirização: estudo de caso de uma empresa especializada em panificação congelada

Cinthya France Rodrigues Costa[1], Lisandra Coelho Gonçalves Dias[2], Priscila Vieira Borges[3], Vanessa Kateline da Silva[4]

(cinthyafrance0901@hotmail.com)[1], (lisandra-coelho@hotmail.com)[2], (pri.lages@yahoo.com.br)[3] , (vanessakateline@outlook.com)[4]

Prof(a). Mariana Mendes Guimarães (Orientadora)

Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH Campus Cristiano Machado

Resumo: Os custos logísticos representam uma grande parcela das receitas das organizações. Por isso, entender quais são os custos logísticos associados a uma operação, bem como aplicar ferramentas e técnicas adequadas para sua otimização, sem dúvidas é uma estratégia fundamental para as empresas que desejam se manter saudáveis e em competitividade no mercado. Este trabalho propõe a aplicação do método heurístico Clarke-Wright em uma empresa especializada em panificação congelada, buscando solucionar problemas em seus processos de distribuição logística e reverter os custos elevados com despesas desnecessárias. Os resultados obtidos apontam que com a aplicação do método foi possível uma redução significativa dos custos operacionais logísticos.

Palavras-chaves: Economia de transportes, Diagrama de Causa e Efeito, Roteirização Método de Clarke-Wright.

1. Introdução

Segundo Chiavenato (2008), a definição geral da logística é denominada por todas as atividades associadas à movimentação de produtos. Deste modo, percebe-se que o processo logístico envolve também as tarefas de armazenamento, carregamento e entrega. Isto implica que toda movimentação, desde o fabricante até seu cliente final, estão envolvidos nos processos logísticos.

A busca por recursos eficientes, atualmente escassos, para a circulação de bens de um ponto de origem até um ponto de destino é o que se chama de economia de transportes. Dentre os maiores desafios da vida econômica dos transportes está a infraestrutura e o tipo de transporte. O consumidor, seja ele familiar, governamental ou empresas privadas, depende severamente de uma infraestrutura de transporte em condições que possibilite o deslocamento e entrega de seu produto/serviço a seus clientes finais, tais como: rodovias,

ferrovias, aeroportos, entre outros. O tipo de transporte (automóveis, trens, aviões, barcos etc.) pode também se encaixar nessa infraestrutura e impactar positiva ou negativamente na circulação de um bem ou pessoas .

O transporte em geral é essencial para o bom funcionamento da economia visto que se os bens não alcançarem seus respectivos mercados seu rendimento será menor e o transporte se tornará de alto preço. Logo, o padrão de vida diminui em razão do elevado preço dos insumos e/ou a diminuição da demanda. Além disso, a falta de infraestrutura dificulta a qualidade do serviço.

O serviço logístico tem sido capaz de ser mais eficiente graças a ferramentas tecnológicas como os algoritmos de roteamento. Devido ao uso de ferramentas para otimização de rotas, as empresas têm sido capazes de reduzir seus custos e aumentar a eficiência na realização de entregas. As empresas podem oferecer melhores tarifas e manter os clientes satisfeitos, devido à redução dos custos ligados ao consumo e manutenção de combustível. Um dos benefícios mais importantes do uso de algoritmos de rotas é que eles permitem que as empresas aumentem a produtividade devido ao menor desperdício de tempo no transporte.

Segundo estudo do Banco Mundial (2018), o **ranking** dos 5 países com a melhor logística do mundo tem como líder a Alemanha, seguida por Bélgica, Singapura, Japão e Holanda. Essa avaliação é realizada de acordo com o LPI, do inglês *Logistic Performance Index*, o Índice de Desempenho Logístico, publicado pela Unidade de Comércio Internacional do Banco Mundial**.** O índice é obtido através da média ponderada destes países em seis indicadores específicos: Eficiência do processo de desembaraço; Qualidade do comércio e infraestrutura relacionada com o transporte; Facilidade para contratar o transporte com preços competitivos; Competência e qualidade dos serviços logísticos; Capacidade de rastreabilidade da carga e Integridade de *Schedule* (Cronograma). Um ponto em comum observado nos países de referência é a adoção de estratégias de negócio voltadas para o planejamento, controle operacional e investimento em tecnologia.

“Em relação ao transporte rodoviário de cargas, existem vários fatores que determinam variações nos custos ou em sua formação, são eles: quilometragem percorrida; tipo de tráfego; tipo de via e condições da rodovia; região; porte do veículo; desequilíbrio nos fluxos”(COTA et al., 2021, p. 3). O transporte rodoviário é o modal que permite uma maior flexibilidade de distribuição porta a porta. A operação de transporte pode impactar diretamente na qualidade e nível do serviço logístico realizado.

Diante de um cenário cada vez mais concorrido e com clientes mais exigentes, cumprir com os prazos acordados torna-se requisito mínimo para obtenção da satisfação do consumidor final. Neste contexto, um plano de rotas eficiente tem uma grande importância dentro do setor logístico, que deve adotar estratégias que reduzam custos e aumentem o seu nível de serviço. Desta maneira, a empresa experimentará mudanças significativas em suas operações, como a redução no tempo entre os percursos; no tempo entre uma parada e outra; na economia com

combustível; em rotas inteligentes; etc. E tudo isso, resultando em otimização de gastos, fluxos e um maior número de entregas.

Os principais gargalos enfrentados para a consolidação de uma logística de distribuição adequada são: precariedade da infraestrutura; elevados custos dos fretes; distância geográfica; atrasos na entrega e produtos enviados incorretamente. Como eles são percebidos recorrentemente , é perceptível que para que uma organização possa, com assertividade, implementar melhorias contínuas aos seus processos se faz necessário análises e acompanhamentos rigorosos em todas as etapas de sua operação.

Este estudo de caso busca promover um melhor entendimento sobre o cenário enfrentado pela falta de planejamento e roteirização, e tem como inspiração uma empresa especializada em panificação congelada. Atuante no mercado há mais de 20 anos, destaca-se entre as 20 maiores no território nacional. Com faturamento de mais de 12 milhões por mês, seu fluxo de pedidos gira 48 horas em média, entre expedição e entrega.

Entretanto, a empresa analisada enfrenta dificuldades em suas operações logísticas, com ocorrências de não entregas ou atrasos de pedido. Isso ocorre devido a falta de um planejamento de entregas. Neste sentido, o estudo se justifica, propondo a utilização dos métodos de otimização em seus processos logísticos e aplicando-os em suas rotas de entrega. O objetivo deste estudo, portanto, é apresentar soluções para que a empresa obtenha resultados positivos relacionados às operações logísticas e contribuir para a implementação de um sistema produtivo eficaz e eficiente.

2. Referencial Teórico

2.1. Logística

Entende-se que a logística é um conjunto de todas as atividades relacionadas à movimentação e armazenagem de produtos, visando facilitar o fluxo de mercadorias desde o ponto de aquisição de matéria-prima até o ponto de consumo final, como também envolve os fluxos de informações ao longo do processo, pois são as informações que colocam os produtos em movimento e obtendo, assim, níveis de serviço apropriados aos clientes a um custo razoável (FIGUEREDO; FLEURY; WANKE, 2003).

> A missão da logística consiste em colocar os diversos tipos de produtos, e meios de aquisição, no momento certo, e nas condições desejadas, para isso, um sistema que permita diminuir o tempo de entrega, diminuir custos desnecessários com o serviço e demais maneiras da própria entrega, facilita e propicia lucros, e, o mais desejado, que é a manutenção dos clientes (PEDRELLI, 2013, p. 16).
>
> As relações entre as atividades dentro da cadeia logística devem garantir os níveis de serviço esperados, buscando sempre uma redução nos custos logísticos.Portanto, o desempenho de um sistema de transporte tem importância primordial

nos resultados logísticos, bem como a localização dos terminais e a distribuição dos produtos (PRADO, 2017 apud GUERRA ET AL., 2007).

2.2 Economia de transportes

Segundo informações do relatório ILOS "Custos Logísticos no Brasil – 2017", os custos logísticos correspondem a 12,3% do PIB brasileiro. No âmbito das empresas, sabe-se que os gastos com logística representam 7,6% da receita líquida, considerando custos com transporte, estoque e armazenagem**.**

Embora a economia siga em lentos passos, o setor de transportes no Brasil segue crescendo o PIB. Dados apresentados pela CNT do transporte em 2021 apontam que no segundo trimestre de 2021 houve um aumento significativo da economia em relação ao primeiro trimestre. Considerando o resultado anual, o setor cresceu 11,4%, contra 4,6% do PIB geral, em relação a 2020. Naquele ano, atípico devido a pandemia do COVID-19, os percentuais tinham sido, respectivamente, -8,4% e -3,9%. Ainda segundo dados da CNT do transporte em 2021, no período de pandemia houve aumento de importação e exportação, principalmente com insumos da indústria farmacêutica.

A necessidade de inserção no mercado internacional exige um alto padrão de amadurecimento do mercado bem como uma boa estrutura administrativa. Tal inserção é de extrema importância para o crescimento do país, pois expande o crescimento econômico. Com a falta de recursos individuais de cada país, o fluxo de transporte internacional é intenso. A compra de produtos de outro país é chamada de importação e a venda de produtos, é chamado de exportação (ALBERGONI, 2008). O desenvolvimento econômico depende diretamente das importações que por sua vez dependem da logística. Quando aplicada de forma correta, a logística de transporte contribui para otimização de custos e tempo influenciando na construção de preço do produto transportado.

As atividades logísticas primárias (transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos) ou de apoio (embalagem, armazenagem, etc) devem privilegiar as ações que promovam a redução dos custos logísticos e atender as necessidades dos clientes, para garantir que a empresa se mantenha no mercado competitivo, pois acarreta diretamente no valor monetário do produto e servem de base ao planejamento estratégico das atividades de toda e qualquer distribuidora (PAZO, 2010 apud FONSECA, 2018). O mundo está em constante evolução e diante disso as empresas que almejam lucratividade e crescimento produtivo precisam estar aptas a enfrentar os desafios competitivos entre os concorrentes. (LOPEZ, 2007)

2.3 Roteirização e Otimização

A roteirização é um processo de planejamento prévio de entregas, utilizando um roteiro que seja lógico e capaz de determinar a capacidade de um veículo transportador, considerando

tempo e distância dos percursos necessários para cada uma das entregas que serão realizadas e tem como objetivo alcançar uma eficiência logística de uma rota.

A otimização é um problema matemático que busca uma solução ótima para problemas de programação. O processo de otimização consiste em extrair o melhor resultado possível, reduzindo ou eliminando desperdício de tempo ou recursos, gastos desnecessários, gargalos e erros atingindo o objetivo determinado, podendo ser linear e não linear (ARENALES et.al.,2007).Quando estes processos são bem implementados dentro de uma empresa, tendem a trazer diversos benefícios para a operação (redução de custos; satisfação dos clientes; redução de riscos; aumento da produtividade etc.).

De acordo com Ballou (2001), a roteirização é a atividade que tem por fim buscar os melhores trajetos que um veículo deve fazer através de uma malha viária. Esta busca, que geralmente tem como objetivo minimizar o tempo ou a distância, é uma decisão frequente na logística empresarial. Atuar na decisão de roteirização não significa atuar somente sobre o transporte. A extensão do tempo em que o produto está em trânsito influencia o total de estoque da cadeia, além do número de embarques que um veículo pode realizar num determinado período. Por fim, uma boa escolha das rotas pode melhorar o nível de serviço prestado ao cliente. Estas considerações, feitas por Ballou (2006), demonstram a dimensão do potencial impacto da roteirização.

As decisões, os objetivos e as restrições definem um problema real de roteirização. As decisões referem-se ao grupo de clientes que devem ser visitados bem como os veículos e respectivos motoristas, incorporando também a programação e sequenciamento das entregas. Já os objetivos propiciam um alto nível de serviços aos clientes. Por outro lado, a roteirização deve obedecer a determinadas restrições. A princípio, as entregas devem ser realizadas conforme programado com os clientes, de acordo com as rotas disponíveis. “Além disso, devem-se respeitar os limites de jornada de trabalho da mão de obra, satisfazendo as restrições de trânsito, bem como, limites de velocidade, tráfego de veículo pesados, dentre outros” (NOVAES, 2007, p.9 apud SOUSA, 2017).

> Os problemas de roteirização consistem em definir roteiros de viagem ao menor custo possível, percorrendo a menor distância, iniciados e finalizados nos depósitos ou bases dos veículos, em que os veículos passem uma única vez em cada local de descarga e que a demanda não exceda a capacidade de carga do veículo (BRANCO; GIGIOLI, 2014, p. 24 apud FONSECA, 2018).

Entretanto, os custos associados ao transporte e demais itens da logística representam com frequência mais de um quarto dos custos totais de uma empresa, isso justifica a necessidade das redes de transporte serem otimizadas (KISPERSKA-MORON E KRZYZANIAK, 2009 apud PRADO, 2017).

2.4 Modal de transporte e Roteirização de veículos pelo método Clarke-Wright

> Modal é o método ou meio de se realizar o transporte. O transporte, contudo, é a parte mais visível da operação logística, incluindo a infraestrutura composta por unidades organizacionais, vias de acesso e veículos. Para o transporte de cargas, esses modais são divididos em cinco categorias: ferroviário, dutoviário, rodoviário, aquaviário e aeroviário, comenta (FLEURY, 2006, p. 2 apud PENTEADO;MIRANDOLA, 2021).

O modal mais utilizado no Brasil é rodoviário devido à capacidade de transportar mercadorias de maior valor, como as industriais (KEEDI,2011 apud LIMA;SANTOS;GONÇALVES, 2021).

> O transporte rodoviário ocorre por meio de rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos e apresenta custos variáveis, tais como: combustível, manutenção, pedágios, entre outros. As principais vantagens deste modal de transporte decorrem da possibilidade de executar o transporte integrado porta a porta e de adequação aos tempos pedidos, mantendo a frequência e a disponibilidade dos produtos. Apresenta como desvantagem a possibilidade de transportar somente pequenas cargas (BALLOU, 2001, p.19 apud FONSECA, 2018).

Ainda segundo Fonseca (2018), o transporte rodoviário de cargas é o mais expressivo no Brasil, pois permite uma integração que abrange praticamente a totalidade de seu território, principalmente a partir de 1950 com o surgimento da indústria nacional e a construção de rodovias federais e, atualmente, é o meio de transporte mais requisitado, comumente adequado ao transporte de cargas com curtas distâncias.

Clarke-Wright é um método que pode ser considerado como uma das heurísticas mais utilizadas para resolver o problema de roteirização de veículos. Ele flexibiliza um grande número de restrições relativamente rápido em termos computacionais, gerando soluções próximas da otimização.

O algoritmo começa utilizando uma solução na qual cada um dos clientes aparecem separadamente em uma rota, a lista de pares de clientes é examinada e duas rotas são mescladas sempre que for viável tomar essa decisão. Geralmente, depois que a rota é mesclada ela somente será aceita se a economia associada não for negativa, mas, se o número de veículos conseguir ser minimizado, as mesclagens de economias negativas também poderão ser aceitas.

O algoritmo de Clarke and Wright é naturalmente paralelo, já que se utiliza mais de uma rota ao mesmo tempo, mas também pode ser implementado de forma sequencial. O método baseia-se no conceito de ganho e começa pela pior situação, onde cada veículo sai do centro de distribuição (CD) e atende somente um cliente antes de retornar. Considerando que um cliente j seja atendido após um cliente i, o veículo percorreria uma distância L de:

$$L = 2 \times d_{CD,i} + 2 \times d_{CD,f}$$

Depois do primeiro passo, será necessário buscar melhorias unindo os clientes i e j na mesma rota, o que torna a distância percorrida pelo veículo:

$$L' = d_{CD,i} + d_{CD,f} + d_{i,f}$$

Depois de unir os clientes i e j na mesma rota, uma economia será gerada, e ela será igual a diferença entre L e L`, que será igual a:

$$g_{i,i} = d_{CD,i} + d_{CD,i} - d_{i,f}$$

O método de Clarke e Wright consiste em analisar todas as combinações possíveis entre os nós, dois a dois, classificando os ganhos em ordem decrescente e unindo-os até que a economia seja a mais alta possível.

3. Materiais e Métodos

Este trabalho consiste em um estudo de caso de natureza aplicada e explicativa, buscando analisar o contexto de uma empresa especializada em panificação congelada frente aos gargalos logísticos enfrentados e a busca pela otimização e melhoria de processos. A empresa A, como será denominada, está localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais.

O estudo analisou o fluxo de atividades desenvolvidas pela empresa para entrega de produtos em uma determinada área da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A fábrica está situada a aproximadamente 30Km de deslocamento até seu primeiro cliente.

Por meio do uso de ferramentas da qualidade, o detalhamento das ações pertinentes à pesquisa foi feito, tendo como base as atividades: fluxograma; mapeamento de gargalos; plano de ação baseado nas causas identificadas dos problemas e a implementação da metodologia de economias, Clarke-Wright, que será capaz de estabelecer rotas que sejam adaptáveis às necessidades da empresa. O método deve gerar e visualizar rotas, assim como fornecer informações sobre a distância percorrida pelos veículos. Também deve ter a capacidade de otimização de rotas que garantam que cada veículo não seja desviado de sua rota planejada. O caminho mais rápido não necessariamente será o mais curto ou de menor custo. Dessa forma, um caminho que se apresenta curto pode elevar tempo e dinheiro, dependendo diretamente de fatores como:

- Tipo e kg da carga;
- Tipo do veículo utilizado;
- Condição da estrada;

- Pedágios no percurso;
- Trânsito no momento;

Considerando todos os pontos acima, a empresa de congelados irá mapear em uma lista todos os pontos de paradas considerando como primeira parada o destino mais próximo e assim sucessivamente até passar por todos os pontos e retornar à origem. Também serão agrupados conjuntos de localidade de acordo com a proximidade, criando grupos de cada região desde que não ultrapasse o carregamento a ser transportado.

A consequência dos pontos adotados é o aumento significativo na eficiência dos atendimentos; melhor agilidade; redução de custos; satisfação dos clientes. A solução também levará em conta os seguintes aspectos:

- Fornecimento total de veículos,
- O tipo de serviço por veículo,
- O número de clientes a serem servidos por hora e a frequência com que as entregas são feitas.

Por meio da visita técnica e relatos de colaboradores foi possível observar o ambiente de trabalho, bem como a execução dos processos adotados. A etapa seguinte foi a elaboração do organograma e do fluxograma da empresa, visando reconhecimento das pessoas envolvidas e suas atividades desempenhadas atualmente, bem como visualizar todos os processos e pontos críticos existentes em sua logística de distribuição.

4. Resultados e Discussões

4.1. Diagnóstico da Produção

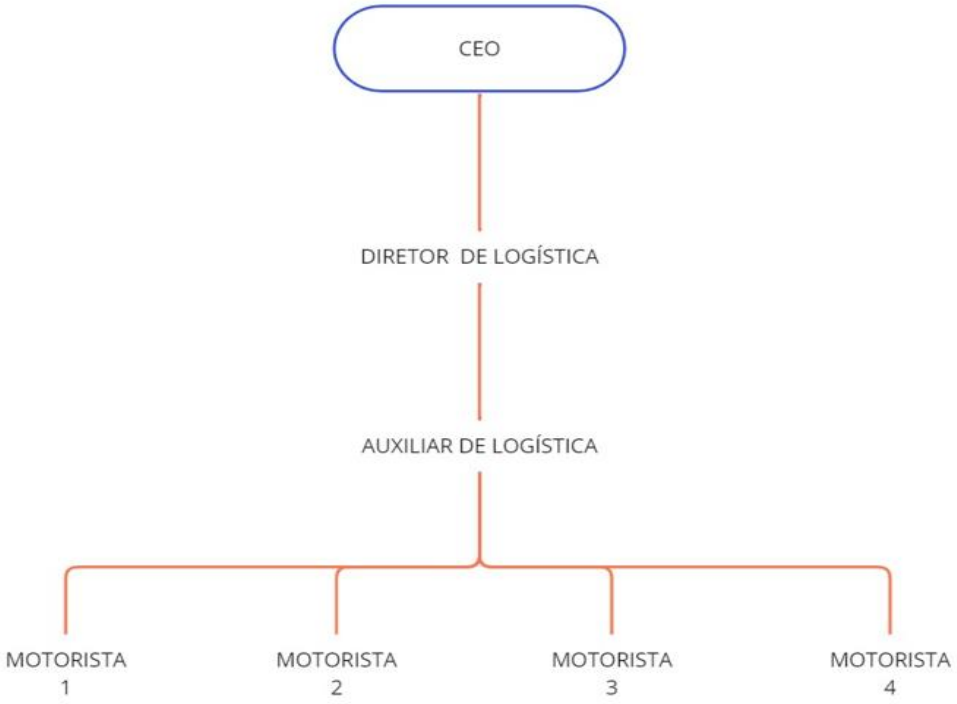
Para realização deste estudo, visando identificar as necessidades da empresa no ramo logístico, uma visita técnica foi realizada. Trata-se de uma empresa referência em panificação congelada, com mix de 200 itens em linha. Localizada em Santa Luzia, Minas Gerais, a companhia possui mais de 220 pessoas envolvidas em seus processos, desde colaboradores e prestadores de serviços. Tem como principais clientes supermercadistas atacados e varejos, padarias, cozinhas industriais, etc, com cobertura em todo o território nacional.

.

4.2. Fluxo de Processos

O estudo iniciou-se pela estruturação do departamento de logística da empresa, composto pelo diretor geral, representando o nível estratégico responsável pelas tomadas de decisões da distribuição logística, seguido pelo diretor logístico, que coordena todas as atividades relacionadas à distribuição de cargas e motoristas. O setor também conta com um auxiliar para dar apoio e ser o contato direto com os motoristas, que são responsáveis pelo transporte e distribuição dos itens até o consumidor final, conforme ilustrado na Figura 1.

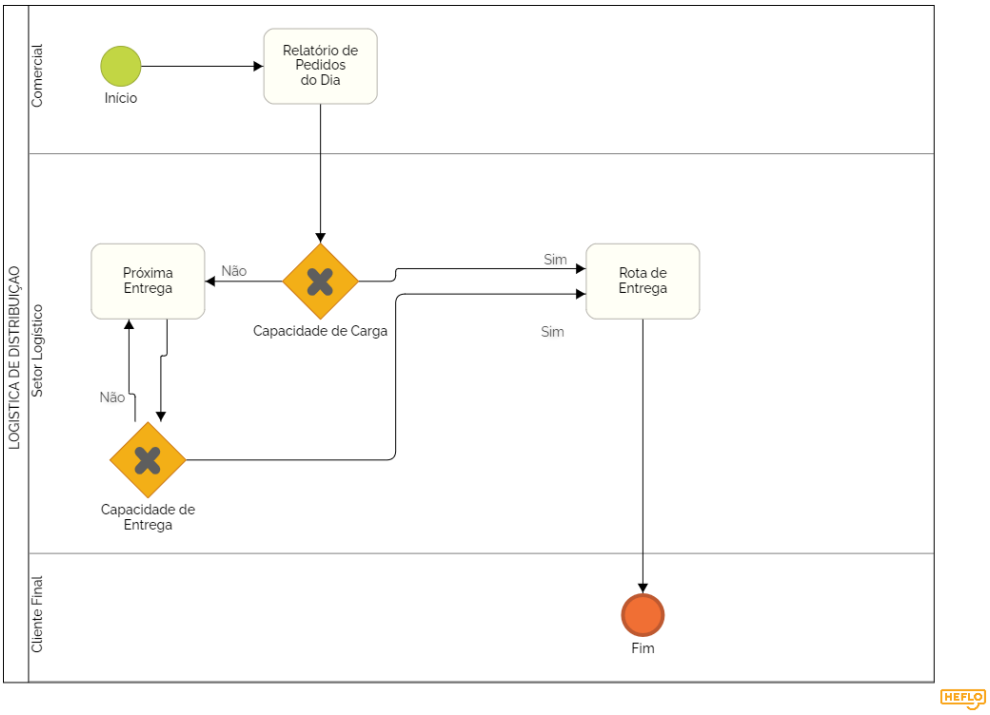
Figura 1: Organograma Setor Logístico



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O sequenciamento das atividades, inicia-se com o fechamento dos pedidos do dia a serem distribuídos. Este documento gerado pelo time comercial, é enviado ao setor logístico, que são os responsáveis por analisar e programar as entregas. Sua frota consiste em caminhões Truck, com capacidade para até 3,5 toneladas. Os pedidos são distribuídos respeitando essa capacidade de cada veículo e, chegando ao seu limite, todos os demais pedidos devem ser reprogramados para o próximo dia de rota da região. Com os veículos devidamente carregados, os motoristas são direcionados a concluir suas entregas. A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo descrito abaixo:

Figura 2: Fluxograma Inicial

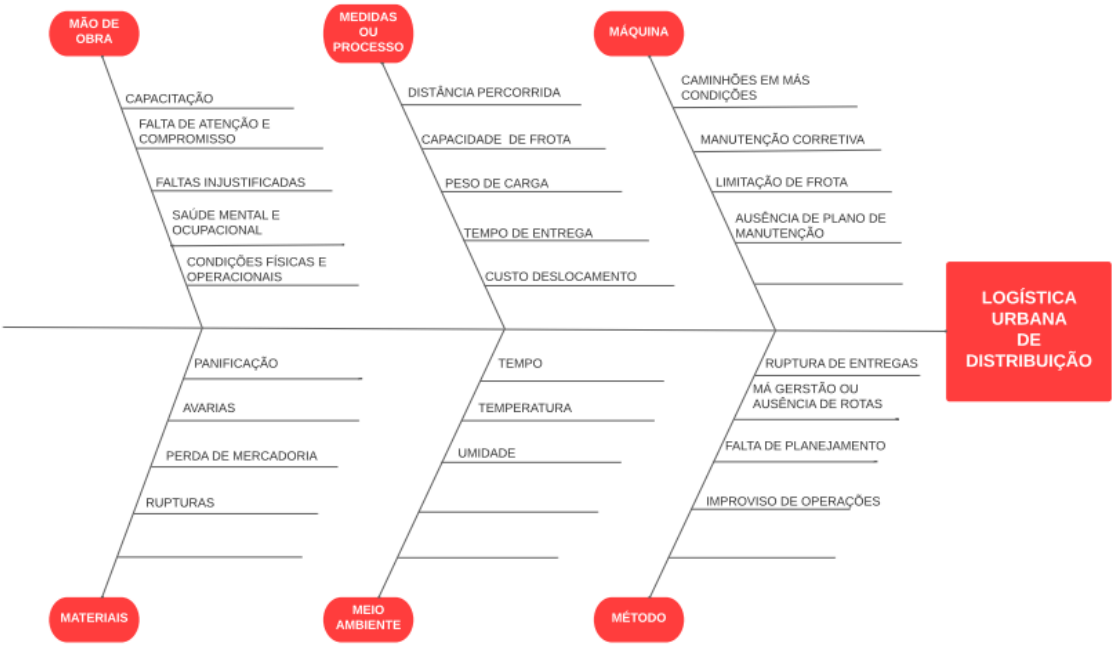


Fonte: Elaborado pelas autoras.

4.3. Análise de Gargalos

Perante a observação dos fluxos e processos em vigor, foi possível identificar gargalos que oneram os custos e causam transtornos que impedem a eficácia das entregas. Essa validação também ocorreu por relatos da equipe de colaboradores do setor, o que contribuiu para o desenvolvimento do diagrama abaixo apresentado:

Figura 3: Análise de Causa e Efeito



Fonte: Elaborado pelas autoras.

No estudo realizado, notou-se que pontos como mão de obra, veículos e os métodos que estavam sendo aplicados, evidenciaram os principais problemas e as dificuldades da empresa em realizar suas entregas.

Em primeiro momento, uma situação observada envolvia a má gestão ou ausência de um sequenciamento otimizado de entregas. A falta de planejamento resultava em entregas não realizadas, produtos retornados com avarias, e consequentemente, insatisfação dos clientes, que neste cenário ficavam sem o recebimento de seu pedido.

Outra análise, a empresa gera uma despesa alta com mão de obra de motoristas e ajudantes, que impactam diretamente nos seus custos. Isso ocorre devido a deficiência de frota, veículos e motoristas não qualificados, somados a ausência de um planejamento de distribuição compatível com a jornada de trabalho de seus colaboradores e também de seus clientes. Na prática, cada motorista parte da fábrica da empresa sem previsão de retorno, o que impacta em excesso de horas extras realizadas ao final do mês. Importante ressaltar, que esse excesso de horas trabalhadas impacta também no bom desempenho dos mesmos em suas atividades, gerando desgastes emocionais, insatisfações e faltas não justificadas.

Para exemplificar essa situação, foi analisada a hipótese[1] de um motorista com salário base de R$1500,00 mensais. Considerando que em um mês trabalhado tenha realizado em média 4 horas extras por dia, ao término dos 30 dias trabalhados o fechamento de sua folha de pagamento será acrescido de um valor adicional de R$1.125,00 por suas horas extras trabalhadas. Considerando que para cada veículo em rota é obrigatório um motorista e um ajudante, essa conta teria impacto aproximadamente em dobro. Um resultando em média de R$2250,00 em custos extras para a empresa - em apenas um caminhão.

4.4. Aplicação Método Clarke-Wright

Para fins de metrificação, foi mapeada a rota utilizada na empresa para entrega de congelados, sendo 10 pontos na mesma cidade e o centro de distribuição em cidade diferente. Anterior ao método apresentado, a empresa dispõe de dois veículos 4x4 com capacidade de até 3,5 toneladas cada e dois motoristas. Devido a situações adversas como trânsito, havia um número considerável de reclamações com atrasos de entregas, além disso, os atrasos acarretam em horas extras para os funcionários.

Considerando a CLT em seu art 58 “A duração normal do trabalho, para os empregados em qualquer atividade privada, não excederá de 8 (oito) horas diárias e 44 (Quarenta e quatro) horas semanais, desde que não seja fixado expressamente outro limite. Para seguirmos a rota ótima com o despacho de congelados, seria necessário dois motoristas, dois auxiliares e dois carros, de

[1] Valor salarial extraído da média estimada a partir de 5 funcionários, usuários, e anúncios de vagas no Indeed (antigos ou atuais) nos últimos 36 meses. Quantidade de horas extras baseado em relatos de colaboradores.

forma que os dois carros sairiam juntos no primeiro horário sendo um para os pontos A; B; e C, e posteriormente G; H; I; e J, enquanto o segundo motorista segue pelas rotas D; E; F. O primeiro motorista seria utilizado pelo tempo de 4 (quatro) horas e 11 (Onze) minutos e o segundo sendo 5 (Cinco) horas e 6 (Seis) minutos. O primeiro motorista, após retornar ao centro de distribuição, realizando horário de almoço conforme rege a legislação trabalhista, volta às atividades com o segundo turno de 4 (Quatro) horas e 40 (Quarenta) minutos, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Aplicação do Método Clarke-Wright

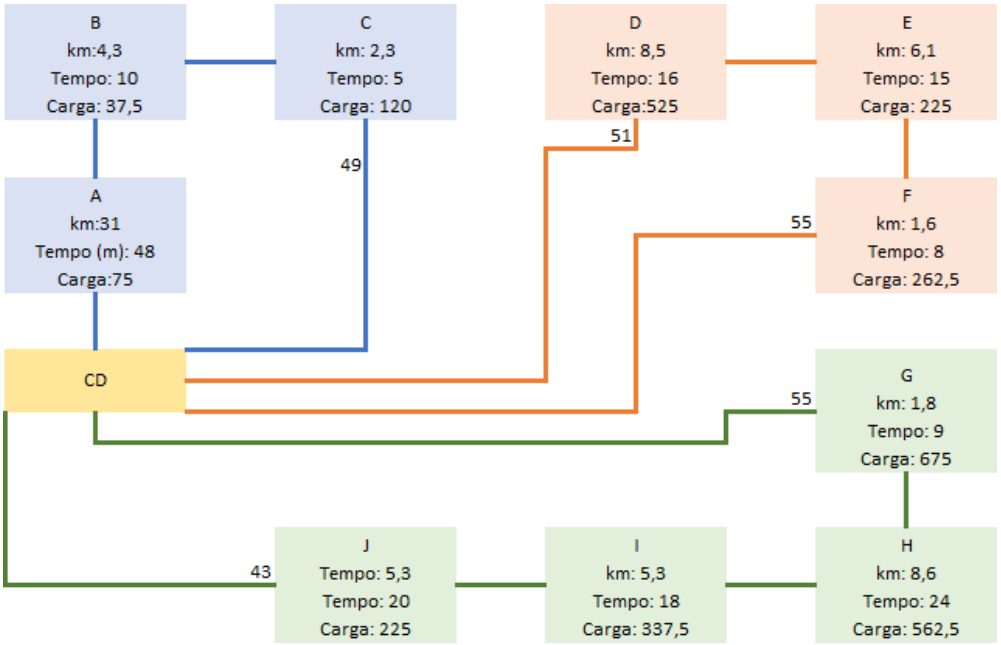
PONTOS DE DISTRIBUIÇÃO	ENDEREÇO DE CADA PONTO DE DISTRIBUIÇÃO	DISTANCIA ENTRE O CD E PONTO		KM ENTRE UM PONTO E OUTRO	TEMPO ENTRE UM PONTO E OUTRO	QUANTIDADE DE PACOTES QUE DEVEM SER
A	Av Severino Balesteros Rodrigues 65 - Ressaca - Contagem	31	A+B	4,3	10	10
B	Av Severino Balesteros Rodrigues 2950- Cabral - Contagem	38	B+C	2,3	5	25
C	Rua Hibisco b210 Chácaras Boa vista- Contagem	37	C+D	8,5	16	70
D	Rua Rio Comprido 2650 -Monte Castelo - Contagem	39	D+E	6,1	15	30
E	Av Dilson de Oliveira 600- Alvorada-Contagem	41	E+F	1,6	8	35
F	Rua Prefeito Gil Diniz 675- Centro- Contagem	40	F+G	1,8	9	90
G	Praça Farmacêutico João da Cunha 35 - Centro - Contagem	49	G+H	8,6	24	75
H	Rua Marte 505 - Jardim Riacho das Pedras- Contagem	46	H+I	5,3	18	45
I	Rua Alemanha 403 - Glória- Contagem	36	I+J	5,3	20	30
J	Rua José Mota Costa 325 - Camargos - Contagem	32				15
		TOTAL Km:	778			

CD	Av Doutor Angelo Teixeira da costa 690 Frimisa Santa luzia

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Neste formato, o VEÍCULO 1 realizará seu primeiro turno em 4 (quatro) horas e 11 (onze) minutos, considerando uma 1 (uma) hora para descarregar as mercadorias e retornar ao CD para cumprir o horário de almoço. Em seguida, o segundo turno será realizado em aproximadamente 4 (quatro) horas e 40 (quarenta) minutos. Já o VEÍCULO 2, executará a distribuição em aproximadamente 5 (cinco) horas e 6 (seis) minutos, finalizando a rota estabelecida. Segue, esquema representado na figura abaixo:

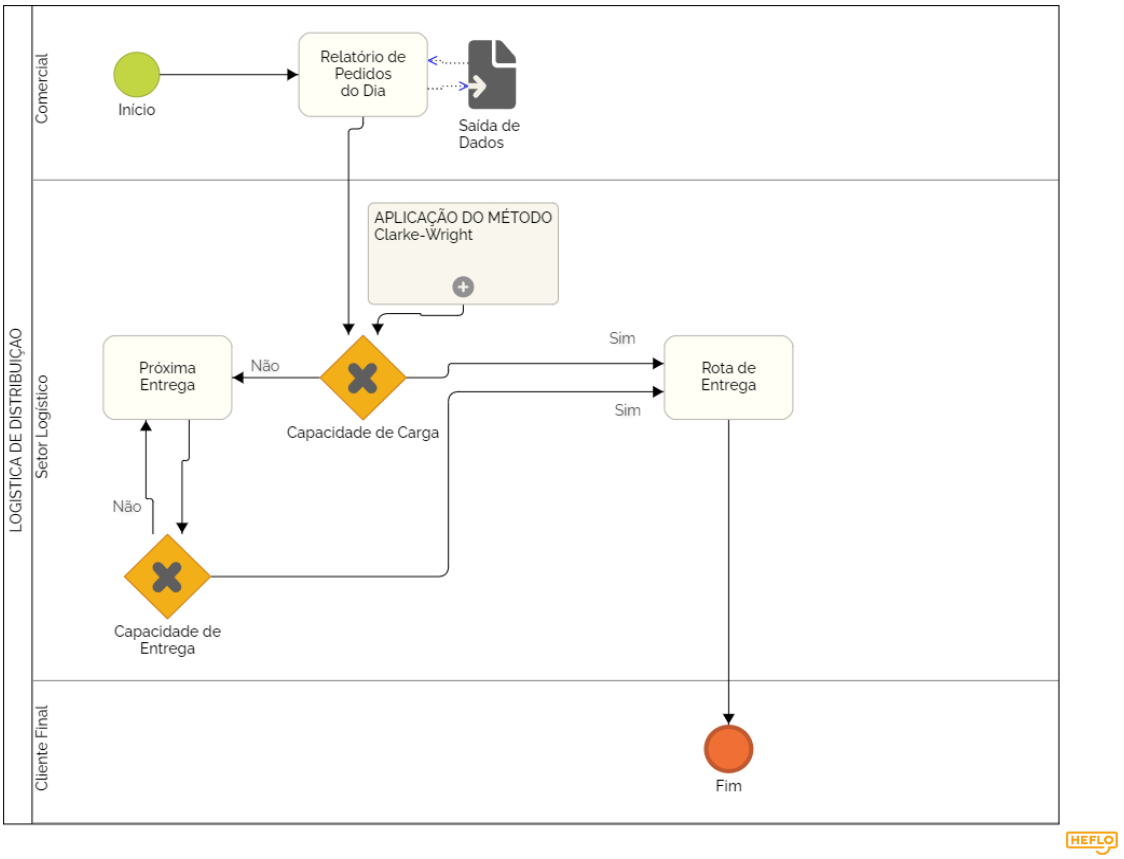
Figura 4: Definição de Rotas



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com as rotas definidas, propõe-se um rearranjo ao fluxograma inicial adotado pela empresa, visando ilustrar como o processo poderá ser executado com a aplicação do Método Clarke-Wright.

Figura 5: Fluxograma Final



Fonte: Elaborado pelas autoras.

De igual modo, para melhor entendimento das pessoas envolvidas, desenvolveu-se a implementação de um plano de ação detalhado, representados a seguir:

Figura 6: Plano de Ação

What (O quê?)	Why (Porquê?)	Who (Quem?)	Where (Onde?)	When (Quando?)	How (Como?)
Relatório de Pedidos	Para ser enviado ao setor logistico.	Comercial	Setor Comercial	Diariamente	Extração de dados dos pedidos do dia que são digitatos no sistema interno.
Avaliar pedidos para distribuição	Para estimativa de frota necessária	Diretor Logístico	Seror Logístico	Diariamente	Receber relatório de pedidos do dia e avaliar a quantidade de caminhões necessários para distribuição.
Mapeamento das Rotas	Visando a distribuição ótimizada das demandas.	Auxiliar Logístico	Seror Logístico	Diariamente	Aplicar Método Clarke-Wright e disponibilizar o sequenciamento das rotas de distribuição.
Executar rota definida	Procediento determinado pela direção	Motoristas	Região direcionada	Diariamente	Recebimento das notas fiscais obedecendo a rota.
Subordinado ao motorista	Para apoio e suporte nas entregas	Ajudantes	Região direcionada	Diariamente	Auxiliar o motorista com as atividades de entrega de notas e descarregar carga

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Neste novo arranjo, o auxiliar logístico passará a aplicar o método Clarke-Wright e distribuir os pedidos conforme as rotas definidas. Desta forma, os motoristas passarão a realizar suas atividades de maneira planejada e otimizada. Ao receber as notas fiscais, os motoristas ficarão responsáveis por seguir a rota designada. Por fim, os auxiliares serão responsáveis por todo suporte nas entregas.

5. Conclusões

O estudo realizado identificou que melhorias nos processos logísticos seriam pontos impactantes na gestão da empresa. Mediante a aplicação das ferramentas da qualidade pode-se observar a relação entre eles e possibilitar um melhor entendimento quanto ao método a ser utilizado para solução do problema de roteirização. A sugestão busca atender os problemas com expediente de trabalho - CLT - a ser cumprido pelos motoristas e ajudantes, além de possibilitar a previsão de conclusão das rotas executadas. Outro ganho, seria a realização da distribuição de maneira planejada e otimizada, refletindo diretamente no problema com rupturas de entregas e consequentemente influenciando na satisfação de seu cliente.

Conclui-se com este estudo que a aplicação das ferramentas da qualidade somado aos relatos dos colaboradores, tornou possível a sugestão de melhorias de processos fundamentada em parâmetros que conseguiram contribuir com a solução apresentada. A empresa poderá desta forma executar suas entregas com qualidade e ainda explorar margens de expansão no que tange ao conceito de otimização das rotas. Em tempo, o gasto financeiro antes gerado poderá ser revertido em melhorias para a própria empresa, tais como: melhoria de frota; investimento em tecnologias para gestão dos processos; capacitação dos colaboradores; aumento de capacidade de entregas; ou até mesmo aplicado em uma reserva para futuros projetos.

O presente trabalho servirá de base para estudos futuros e aplicações em diferentes

segmentos.

REFERÊNCIAS

ALBERGONI, Leide. **Economia**: Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2008.

ARENALES, M. et al. **Pesquisa Operacional**. São Paulo: Elsevier, 2007.

ATUAL, Agência Cnt Transporte. **PIB do transporte tem crescimento expressivo de 11,4% em 2021**.Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pib-do-transporte-tem-crescimento-expressivo-em-2021.
Acesso em: 29 mar. 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman: 2006. 616 p.

BEZERRA, Luíza Moreira. **Comparação dos métodos Clarke-Wright e Vizinho mais Próximo sobre a performance térmica de produtos da cadeia do frio durante a geração de rotas de distribuição**. 2020. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Foz do Iguaçu, 2020.

BRANCO; GIGIOLI. **Roteirização de transporte de carga Estudo de caso: distribuidora de tintas e seu método de entregas**. Rev. FAE. Curitiba, v. 17, n. 2, (pp. 56-81), jul./dez. 2014.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008.

CLT. **Artigo 58 do Decreto Lei nº 5.452 de 01 de Maio de 1943**. 1943. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10759954/artigo-58-do-decreto-lei-n-5452-de-01-de- maio-de-1943. Acesso em: 15 jun. 2022

CUSTOS LOGÍSTICOS NO BRASIL. Disponível em: https://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil Acesso em: 03 maio 2022.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira.** São Paulo. Atlas, 2003

FONSECA, João Batista Benicio da. **O PROCESSO DE ROTEIRIZAÇÃO E A ENTREGA DE PRODUTOS: um estudo de caso na empresa Giro Rápido Distribuidora**. 2018. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2018.

GLOBAL Rankings 2018. 2018. Disponível em: https://lpi.worldbank.org/international/global/2018. Acesso em: 14 jun. 2022

Guerra, L. Murino, T. Romano, E. "**A heuristic algorithm for the constrained location - routing problem**", International Journal Of Systems Applications, Engineering & Development, Issue 4, volume 1, 2007.

I, 503, p. 141, 2009.

INDEED. **Salários de Motorista de Entrega (por mês): Trigo Arte & Cia – Brasil.** Disponível em: https://br.indeed.com/cmp/Trigo-Arte-&-CIA/salaries/Motorista-de-Entrega. Acesso em: 31 maio 2022.

KEEDI, S. **ABC do Comércio Exterior**: abrindo as primeiras paginas. 4. ed. [S.l.]:

Kisperska-Moroń, D. Krzyżaniak S. "**Logistyka**", Instytut Logistyki iMagazynowania,

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos e as práticas operacionais.** In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Org.). **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos.** São Paulo: Atlas, 2003. p. 475-483.

LIMA, Bárbara; SANTOS, Verônica; GONÇALVES, Luiz Claudio. **CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS IMPACTOS GERADOS PELA APLICAÇÃO DA INTERMODALIDADE NO TRANSPORTE DE PRODUTOS PETROLÍFEROS**. 2021. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Logística, Faculdade de Tecnologia Estadual - Fatec Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2021.

LOPEZ, José Manoel Cortinas. **Comércio exterior competitivo.** São Paulo: Aduaneiras, 2007.

MACHADO, Gerson Samuel. **Panorama da evolução na logística: o caso brasileiro**. Disponível em: https://ayaeditora.com.br/wp-content/uploads/2022/01/L103C5.pdf. Acesso em: 29 mar. 2022.

MARQUES, Vitor José Azevedo. **Um método heurístico de distribuição. Estudo de caso: distribuição de sementes a partir de um Centro de Distribuição**. 2007. 12 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Logística, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PEDRELLI, André Luiz. **SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE ROTAS DE ENTREGAS DE MERCADORIAS**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.

PENTEADO, Gabriele da Conceição Marques; MIRANDOLA, Fernando. **MODAIS DE TRANSPORTE E SUA IMPORTÂNCIA NO AVANÇO DA LOGÍSTICA**. 2021. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Transportes, Faculdade de Tecnologia Estadual, Mogi das Cruzes, 2021.

PRADO, André Alarcon de Almeida; NUNES, Rosângela Venâncio; ASSIS, Charles Washington Costa de; FONSECA, Rita de Cássia; ADRIANO, Nayana de Almeida; SANTOS, Greyciane Passos dos. **MODELAGEM DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO/ROTEIRIZAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE CARGA FRACIONADA**. 2017. 244 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOUSA, Ryan Gadelha; KLOECKNER, Natália Varela da Rocha. **APLICAÇÃO DO PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS CLÁSSICO (PRVC) NA EMPRESA SIGMA**. 2017. 36 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário 7 de Setembro, Fortaleza, 2017.

SOUZA, Flávio Henrique Batista de; SILVA, Daniela Gonçalves; MELLIM, Renata Duarte; ROCHA, Vladimir Alexei Rodrigues. **Ferramentas Organizacionais Assistidas por Tecnologia Mobile em uma Indústria de Fundição de Médio Porte**. 2019. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2019.

VASCONCELOS FILHO, José Weliton de. **Um Método para a Roteirização de Veículos em Regiões com Restrições de Circulação.** 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Em Ciência da Computação, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2018.