

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA POLITÉCNICA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VICTOR MARCELO BERNARDES DE MELO**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE ROTEIRIZAÇÃO  
EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE GOIÂNIA.**

**GOIÂNIA  
2021**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA POLITÉCNICA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VICTOR MARCELO BERNARDES DE MELO**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE MÉTODOS DE ROTEIRIZAÇÃO  
EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE GOIÂNIA.**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: LOGÍSTICA  
SUBÁREA: TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO FÍSICA**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito para aprovação na disciplina Projeto Final de Curso II.  
Orientador: Prof. Me. Vitor Hugo Martins e Resende

**GOIÂNIA  
2021**

**VICTOR MARCELO BERNARDES DE MELO**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE MÉTODOS DE ROTEIRIZAÇÃO  
EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE GOIÂNIA**

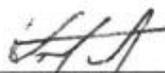
Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para a obtenção do título de graduação em Engenharia de Produção da Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia, 06 de dezembro de 2021

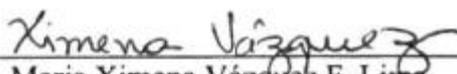


Prof<sup>o</sup> Me. Rodrigo Martinez Castro  
Coordenador do Curso de Engenharia de Produção

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Me. Vitor Hugo Martins e Resende  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Orientador**



Ma. Maria Ximena Vázquez F. Lima  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Banca**



Ma. Priscilla Borges de Freitas Rodrigues  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Banca**

## RESUMO

MELO, V. M. B. **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE MÉTODOS DE ROTEIRIZAÇÃO EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE GOIÂNIA**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

Reduzir custos e melhorar o nível de serviço aos clientes são elementos importantes para sobrevivência e competitividade das empresas na atualidade. Tais elementos servem como parâmetros balizadores na tomada de decisão das organizações por determinado processo logístico, visto que influenciam diretamente no desempenho econômico das empresas. Nesse cenário, o presente estudo buscou avaliar o método de roteirização utilizado por uma indústria alimentícia localizada na cidade de Aparecida de Goiânia/GO que adota um *software* roteirizador para gerar e sequenciar roteiros, realizando o diagnóstico atual da logística para mapeamento do processo de distribuição dos produtos ofertados pela empresa. A partir disso, foram identificados e calculados os custos logísticos de transporte e realizadas as comparações do cenário proposto pelo *software* roteirizador com os métodos vizinho mais próximo e Clark Wright nas rotas atendidas pela empresa. Por fim, após a comparação dos métodos, foi analisado qual cenário mais eficiente na ótica da redução dos custos logísticos e os possíveis ganhos mensais e anuais caso a empresa adote o método Clark Wright em rotas específicas geradas e sequenciadas pelo *software* roteirizador, destacando a eficiência do método para sequenciar roteiros.

**Palavras-chave:** custos, logística, vizinho mais próximo, Clark Wright.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo Crítico da Logística .....	11
Figura 2 - Esquema de roteirização sem restrições .....	15
Figura 3 - Aplicação do método varredura.....	16
Figura 4 - Aplicação do método vizinho mais próximo .....	17
Figura 5 - Aplicação do método Clarke e Wright .....	18
Figura 6 - <i>Software</i> de otimização aplicado aos transportes .....	21
Figura 7 - Fluxograma do processamento de pedidos .....	28
Figura 8 - Acompanhamento de entregas pelo <i>MobileCast</i> .....	30
Figura 9 - Rotas geradas pelo <i>software</i> roteirizador no estado de Goiás .....	31
Figura 10 - Informações básicas sobre as rotas geradas pelo roteirizador .....	31
Figura 11 - Rota escolhida para comparação de cenários .....	32
Figura 12 - Sequência percorrida pelo <i>software</i> roteirizador para rota escolhida .....	33
Figura 13 – Sequência percorrida pelo método vizinho mais próximo.....	35
Figura 14 - Sequência percorrida pelo método Clarke Wrieth.....	38

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tabela de valores pagos para entregas em Goiânia e Interior de Goiás .....	26
Tabela 2 - Dados de custos da rota gerada pelo roteirizador.....	33
Tabela 3 – Distancias entre cidades percorridas pelo método vizinho mais próximo.....	34
Tabela 4 - Dados de custos da rota gerada pelo método do vizinho mais próximo. ....	34
Tabela 5 – Dados de custos comparativo entre roteirizador e vizinho mais próximo.....	35
Tabela 6 - Tabela de distâncias e economias método Clarke Wright.....	36
Tabela 7 - Economias dos nós em ordem decrescente .....	36
Tabela 8 - Dados de custos da rota gerada pelo método Clarke Wriht .....	37
Tabela 9 – Tabela comparativa de custos entre os métodos analisados .....	39
Tabela 10 – Tabela de redução mensal e anual .....	39

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....	7
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
2.1 LOGÍSTICA DE TRANSPORTES .....	9
2.2 CUSTOS LOGÍSTICOS DO TRANSPORTE .....	10
2.3 SERVIÇOS AO CLIENTE .....	12
2.4 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS .....	13
2.4.1 Roteirização sem restrições .....	14
2.4.2 Roteirização com restrições .....	15
2.4.3 Simulação computacional na roteirização .....	18
2.5 SOFTWARES DE ROTEIRIZAÇÃO .....	20
2.6 TRABALHOS CORRELATOS .....	22
2.6.1 Um estudo de caso da utilização de <i>softwares</i> roteirizadores em empresas maringaenses 22	
2.6.2 Usos e benefícios de <i>softwares</i> de roteirização na gestão de transportes .....	22
2.6.3 Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais 23	
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA .....	24
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	24
3.2 ETAPAS DA PESQUISA .....	24
3.2.1 Diagnóstico da logística de transporte atual .....	24
3.2.2 Identificação dos custos logísticos de transporte .....	25
3.2.3 Análise comparativa e avaliação dos métodos roteirizados .....	25
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	26
4.1 DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE ATUAL .....	26
4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE .....	30
4.3 ANÁLISE COMPARATIVA E AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ROTEIRIZADOS ..	38
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES .....	41
REFERÊNCIAS .....	42

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o papel da logística no crescimento e sucesso de uma organização tem estado mais representativo. Para Robles, 2001 (*apud Segreti et al, 2004*) a função da logística é assegurar que determinado produto ou serviço chegue ao consumidor final no tempo, preço, quantidade e local adequados.

Para Bowersox e Closs (2009), poucas áreas de operações possuem tamanha complexidade como a logística, que detém uma responsabilidade diretamente relacionada com a disponibilidade de matérias primas e produtos acabados no local onde são requisitados com o menor custo possível.

Com a globalização e o fácil acesso a vendas e compras de produtos pela *internet*, o desempenho logístico está cada vez mais desafiador, com clientes mais exigentes e prazos de entregas mais encurtados. A concorrência é um fator fundamental que acirra a disputa de vendas ao consumidor, tendo a logística como função de ser o grande fator competitivo na escolha de uma determinada empresa.

A otimização dos processos é outro ponto a ser destacado pela logística com vistas à redução de custos em suas operações. Como a evolução da logística, principalmente no Brasil, ainda é algo novo a ser explorado, o impacto na redução de custos em uma organização é de grande relevância sendo considerada um grande diferencial nos processos de transporte.

Uma das ferramentas que pode oferecer uma redução significativa de custos na atividade de transporte dentro da logística é a roteirização. Esta etapa tem tido grande aceitação por parte das empresas na criação e acompanhamento de pedidos.

A programação e a distribuição de cargas são componentes da roteirização para atender os pedidos de variados clientes espalhados ao longo de um ou mais roteiros, respeitando sempre restrições impostas pelos clientes ou pela própria empresa. Muitas vezes, a roteirização é realizada com auxílio de *softwares* que criam e sequenciam roteiros de forma rápida e eficiente, facilitando tomadas de decisão, podendo reduzir custos e tempo de operação.

Os custos logísticos estão cada vez mais em evidência e as empresa buscam, de maneira incessante, a redução destes custos a fim de se tornarem mais competitivas e oferecerem um produto de qualidade e preço justo ao seu consumidor, aliado a uma entrega rápida e eficiente.

Partindo desse pressuposto, o presente trabalho visa responder as seguintes perguntas: O uso do *software* atende as necessidades da empresa? Haveria redução de custos quando

comparado a uma distribuição de produtos utilizando outros métodos de roteirização?

Com isso, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo comparativo entre os métodos de roteirização com as rotas geradas pelo *software Roadnet Anywhere* em uma empresa alimentícia localizada em Aparecida de Goiânia. Os objetivos específicos são: Diagnosticar o funcionamento atual da logística de transporte da empresa; identificar os custos logísticos atuais de transporte; analisar a roteirização proposta pelo *software* e comparar com os métodos do vizinho mais próximo e Clarke Wright (Método das economias); apresentar o método mais adequado.

Dentro da logística empresarial, a parte que corresponde a atividade de transporte é responsável pela maior parte dos custos em uma empresa (BALLOU, 1993). Micro e pequenas empresas todavia não empregam, rotineiramente, estes recursos ou ferramentas em função dos elevados custos para a implantação desses sistemas. Porém para as médias e grandes empresas a implantação de um sistema para roteirização e acompanhamento de entregas se torna vantajoso do ponto de vista financeiro e para os níveis de serviço a seus clientes.

Diante disso a utilização de ferramentas que otimizem tempo e reduzam custos, se tornam necessárias para aprimorar os recursos disponibilizados pela empresa, como por exemplo, a capacidade e a região de atendimento de um veículo.

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 LOGÍSTICA DE TRANSPORTES

Segundo Ferraes Neto e Kuehne Júnior (2002), a definição de logística pode ser feita pela junção das atividades básicas de aquisição e movimentação de materiais conjugadas a armazenagem e entrega de produtos. Para que toda a operação não fique comprometida e não cause prejuízos ou atrasos para organização, é fundamental que se tenha um bom planejamento de produção e uma boa comunicação entre os vários departamentos envolvidos na operação, como por exemplo, Planejamento e Controle de Produção (PCP), Compras e Logística.

Nesse sentido, o Council of Supply Chain Management Professionals norte-americano conceitua logística do seguinte modo:

Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor. (2005, *apud* NOVAES, 2007)

A logística de acordo com Ballou (2006) compõe uma parte dos serviços oferecidos pela empresa para aos clientes. Logo pode-se compreender que a logística está envolvida em uma ou mais etapas do processo de produção e entrega de produtos ou serviços aos clientes.

Razzolini Filho (2007) considera que movimentar bens e pessoas é o objetivo do transporte, sendo este o elemento fundamental de ligação entre o despacho de produtos finalizados de uma organização até seus clientes finais. Nesse contexto, o autor classifica os cinco modais básicos que compõem o sistema de transportes: rodoviário, ferroviário, hidroviário, aeroviário e dutoviário.

De acordo com o Plano Nacional de Logística PNL – 2025, Brasil (2018), o transporte rodoviário é responsável por 65% da movimentação de cargas no Brasil, seguido pelo transporte ferroviário, com 15% e pelo modal hidroviário, responsável por 11% do transporte de cargas, sendo estes, considerados os três maiores modos de transportes utilizados no país.

Novaes (2007), abrangendo melhor o estudo dos transportes no Brasil, destaca que não se tem toda esta disponibilidade de modais, visto que as ferrovias não abrangem todo o território nacional e o transporte marítimo e fluvial não oferecem amplas opções, sendo o modal rodoviário o mais utilizado para o transporte de cargas.

Nesse mesmo sentido, Ballou (2006) destaca que o transporte rodoviário possui grande vantagem quando comparado a outros modais, sobretudo porque são serviços prestados ao

consumidor, sem necessidade de carga ou descarga entre os pontos de início e final de rota. O autor descreve, ainda, três grandes distinções e vantagens do transporte rodoviário, são elas:

- 1) possibilidade de serviços contratados sem se preocupar em servir todos os embarcadores e sem preocupações com problemas administrativos relacionado com uma frota privada de caminhões;
- 2) possibilidade de transportar produtos em uma quantidade menor, já que no transporte rodoviário é possível adequar o veículo correto de acordo com o volume e peso a ser transportado;
- 3) confiabilidade e rapidez na entrega dos produtos diferente, por exemplo, do transporte ferroviário no qual um trem não pode partir com todos os seus vagões incompletos, uma carreta precisa completar apenas uma carga para dar seguimento (BALLOU, 2006, p.155).

## 2.2 CUSTOS LOGÍSTICOS DO TRANSPORTE

Para Segreti *et al.* (2004), os custos associados as atividades logísticas é um influenciador direto para o tamanho da relevância da logística em uma empresa. O aumento dos custos logísticos, de acordo com autores, é influenciado pelo acréscimo da competição internacional, alterações populacionais, atratividade da mão de obra do terceiro mundo e a escassez de recursos.

Fleury *et al.* (2000), citam que é necessário o desenvolvimento de ferramentas para gerenciar os custos logísticos, cabendo assim ao gestor decidir após análise, qual o foco na gestão destes custos e utilizar ferramentas para atender as necessidades encontradas.

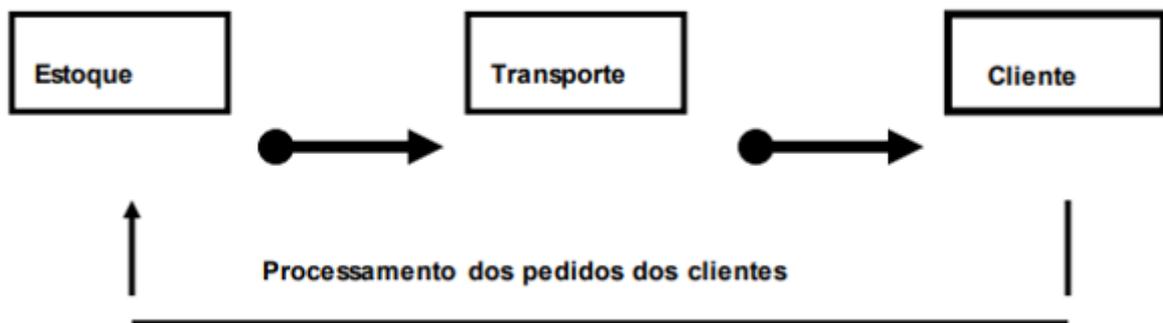
Segundo Ballou (2006) o modal de transporte escolhido é um fator importante para criação de serviço competitivo como vantagem logística. A escolha dos fornecedores poderá ser influenciada pelo preço e serviço logístico quando um comprador da cadeia de suprimentos adquire produtos.

Para que sejam atingidos os objetivos de serviços logísticos e custos Segreti *et al.* (2004) destacam três atividades primárias, são elas: transporte, manutenção de estoque e processamento de pedidos. O transporte é a primeira atividade primária mencionada, sendo o mais importante e mais visível por ser essencial, pois nenhuma empresa pode operar sem movimentar suas matérias primas ou produtos acabados. Nesta atividade é definido o método de transporte, roteirização e capacidade de veículos disponíveis.

A manutenção de estoque, por sua vez, é necessária para armazenar matéria prima ou produtos acabados até sua utilização, podendo custar de um a dois terços dos custos logísticos. Por fim, o processamento de pedidos é a atividade que inicia a movimentação e a entrega de produtos e serviços ao cliente com custos que tendem a ser menores quando comparados com transporte e estoque, porém, de igual importância dos demais.

Tais atividades, na visão de Segreti *et al.* (2004), são primárias “porque ou elas contribuem com a maior parcela do custo total ou elas são essenciais para a coordenação e o cumprimento da tarefa logística” (SEGRETI *et al.*, 2004). A Figura 1 segue esquema demonstrativo das atividades descritas:

Figura 1 - Ciclo Crítico da Logística



Fonte: Cometti, 2001 (*apud* SEGRETI *et al.*, 2004)

Conforme descrito anteriormente, o modal de transporte rodoviário é o mais utilizado no Brasil, tanto por falta de opções e disponibilidade de outros modais, quanto pelas vantagens que o modal rodoviário oferece em comparação aos demais. Segundo Ballou (2006), os custos do transporte rodoviário de uma organização podem representar até 60% dos custos totais.

A principal divisão do custo do transporte rodoviário para Ballou (2006) reside nas despesas em trânsito e nos terminais. As despesas de terminais representam entre 15% e 25% dos custos totais, entre elas podemos destacar as coletas, entregas, manutenção de plataformas, faturamento e cobrança.

Nessa tratativa Masiero, 2008 (*apud* Gomes *et al.*, 2019) elenca os seguintes fatores capazes de gerar variações no custo e formação do transporte rodoviário de cargas:

1) Distância percorrida – quanto maior a quilometragem percorrida, menor o custo final devido ao custo fixo ser dividido pela quilometragem;

- 2) Região de atendimento – nas regiões urbanas o custo com combustível é maior;
- 3) Condições da via – as condições e tipos de vias interferem no custo final;
- 4) Zona de instalação – o custo variará conforme o local de instalação da transportadora, depósito ou indústria;
- 5) Tipo de veículo – o custo da tonelada por quilômetro é inversamente proporcional ao porte do veículo (quanto maior a capacidade, menor o custo por tonelada);
- 6) Ociosidade de fluxo – ausência de retorno de cargas aumenta os custos de transporte.

Novaes (2007) destaca que grande parte da frota brasileira é de propriedade de autônomos, que prestam serviço para empresas ou transportadoras, podendo ser utilizados para lotação completa em grandes deslocamentos, ou em carga fracionada, na distribuição de produtos em áreas urbanas. A contratação de veículos de acordo com a necessidade apresentada pelos clientes é essencial para empresas com oscilações de demanda.

### 2.3 SERVIÇOS AO CLIENTE

Os serviços ao cliente possuem uma importância fundamental quando utilizados de forma eficaz, podendo ter impacto significativo na fidelização do cliente e na criação de demanda de uma empresa. (KYJ e KYJ, 1994, *apud* BALLOU, 2006).

Segundo Ballou (2006), os serviços ao cliente começam desde a formalização do pedido, com informações sobre prazo máximo de entrega e procedimentos sobre eventuais devoluções, disponibilidade do produto ao cliente, e por fim, a prestação dos serviços pós-venda, como por exemplo, uma eventual devolução de mercadorias danificadas ou enviadas de maneira equivocada pela empresa.

Para Slack *et al.* (1997), são os clientes que determinam a prioridade dada por uma empresa aos seus objetivos e desempenhos de serviços ou produtos prestados. Um exemplo são clientes que valorizam produtos de baixo preço, a organização dará ênfase na produção de baixo custo, ou então consumidores que valorizam uma entrega rápida, o que fará a empresa concentrar-se na produção e entrega de seus produtos.

Segundo o autor, a produção também pode ser influenciada pelas atividades de seus concorrentes, onde mesmo que seus consumidores não sinalizem uma mudança direta em suas preferências, uma organização deve estar atenta para modificar a forma como compete e modificar a prioridade dos objetivos de desempenho.

Uma definição de forma mais resumida de serviços ao cliente para muitas empresas é:

“[...] a rapidez e a confiabilidade da disponibilização dos itens encomendados (pelos clientes) [...]” (Heskett, 1994, *apud* Ballou, 2006).

Conforme Novaes (2007), o processo de roteirização tem como objetivos principais, proporcionar um serviço de alto nível aos clientes, condicionando ao mesmo tempo os custos de capitais e operacionais os mais baixos possíveis.

De acordo com Ballou (2006), o serviço aos clientes pode ser avaliado de acordo com cada atividade logística. Entre as medições mais comuns pode-se destacar:

- 1) Processamento de pedidos – prazo mínimo, máximo e médio para processamento de pedidos; percentual de pedidos atendidos dentro e fora dos prazos estipulados;
- 2) Disponibilidade de produto e estoque – porcentagem de itens em falta no estoque e de pedidos atendidos por completo; percentual médio de pedidos em atraso; índice de atendimento dos pedidos;
- 3) Produtos danificados – porcentagem de devoluções em relação ao número total de pedidos; valor das devoluções em relação ao valor total das vendas;
- 4) Transporte – porcentagem de entregas realizadas dentro do prazo; porcentagem de entregas realizadas na data estipulada pelo cliente.

Sendo assim, a roteirização vem sendo adotada como ferramenta fundamental no processo logístico com fins de aumentar a eficiência de seus equipamentos, reduzir custos no transporte e melhorar o nível de serviço aos clientes.

De acordo com Ghisi, *et al.* (2004), a roteirização pode ser capaz de reduzir o tempo de planejamento de rotas em 14%, reduzir custos com transportes em torno de 10% e gerar um aumento em 35% na otimização de cargas em veículos, segundo alguns estudos de caso realizados.

## 2.4 ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Com uma busca cada vez maior pela melhoria do desempenho operacional, redução de custos e vantagem competitiva sobre seus concorrentes, a roteirização revelou-se uma ferramenta aliada a estes pontos chave desejados por toda organização. É um recurso utilizado para programação de roteiros, definição de pontos de parada para atendimento, número de veículos totais envolvidos na operação e distâncias a serem percorridas.

Wu (2007) define a roteirização de veículos como o processo que determina um ou

mais caminhos, ou sucessão de atendimentos a serem cumpridos por uma frota de veículos com menor custo, com objetivo de visitar pontos geograficamente dispersos.

A roteirização corresponde a solução de problemas de roteiros de veículos visando diminuição do custo total de atendimento o qual tem por base rota iniciada e finalizada no depósito ou base da empresa atendidos os requisitos de demanda e capacidade do veículo com intuito de visitar os pontos de atendimento uma única vez (LAPORTE *et al.*, 2000).

Conforme Pimenta (2001), o objetivo mais comum da roteirização é atender um conjunto de pedidos de entrega a partir da utilização de uma frota de veículos, respeitando diversas restrições como: capacidade de veículos, quantidade de nós ou paradas de atendimento, tamanho da frota, tempo de entrega, etc.

De acordo com Matos Junior *et al.* (2013), a roteirização é capaz de aprimorar a utilização dos veículos, respeitando suas capacidades, dimensionando a quantidade de paradas e distância percorrida conforme a rota estabelecida, e com isso, reduzir os custos de entrega e de manutenção dos automóveis, sendo estas, variáveis que atingem diretamente no custo e nível de serviço operacional.

Para Araújo (2003), a roteirização pode ser caracterizada como a melhor sequência em que os veículos devem percorrer, visando o atendimento das demandas a serem atendidas tendo como propósito minimizar as distâncias percorridas, os tempos dos trajetos e os custos operacionais.

Novaes (2007), avalia que a roteirização de veículos pode ser dividida em duas partes: roteirização sem restrições e roteirização com restrições, a seguir definidas.

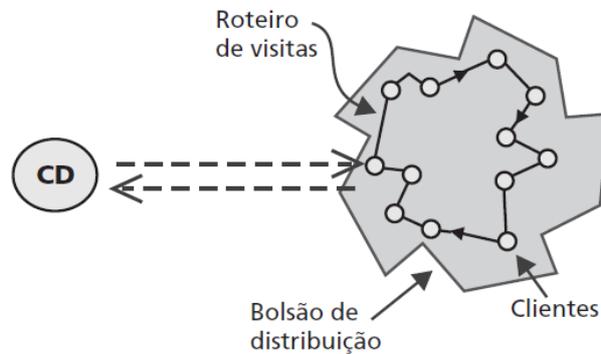
#### 2.4.1 Roteirização sem restrições

Para a roteirização sem restrições, Novaes (2007) considera que a restrição de capacidade e de tempo já está resolvida, e que estes fatores não precisam ser levados em consideração no momento da roteirização. Para o autor, o obstáculo a ser superado reside em encontrar dentro do bolsão de clientes (ou paradas), a sequência de visitas que torne o caminho o mais curto possível.

Segundo o mesmo autor, na literatura técnica, a roteirização sem restrições recebe o nome de “Problema do Caixeiro Viajante”, que exemplifica a metodologia aplicada ao caso de um caixeiro viajante que precisa visitar um determinado número de cidades em uma região, devendo achar o menor caminho a ser percorrido nesta sequência do percurso total.

A Figura 2 exemplifica de modo claro a roteirização sem restrições:

Figura 2 - Esquema de roteirização sem restrições



Fonte: Novaes, 2007

#### 2.4.2 Roteirização com restrições

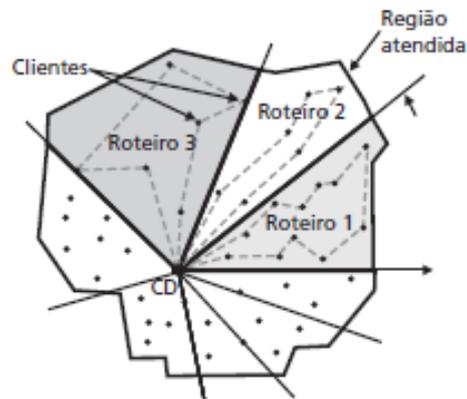
A roteirização com restrições para Novaes (2007) fica condicionada aos limites de tempo ou capacidade do veículo. A restrição de tempo pode ser exemplificada como uma carga que pode ser recebida pelo cliente em um determinado horário. Muitas vezes a roteirização é feita sem que haja uma anterior separação dos bolsões de cidades. Para esse tipo de problema, existem dois métodos relativamente simples, sendo um deles bastante eficaz e comumente utilizado, método de varredura e o método de Clarke e Wright.

De acordo com Ballou (2006), o método de varredura é simples e pode ser calculado até à mão dependendo do número de paradas a serem atendidas. O autor ainda destaca que este método resolve problemas com grande rapidez e que seu índice médio de erro é de 10%. Erro este aceitável quando se procura rapidez na roteirização e boas soluções, em lugar de ótimas.

De forma resumida, o método da varredura pode ser descrito da seguinte maneira: 1) localizar todas as paradas, inclusive com o depósito, ou local de partida e chegada em um mapa grande. 2) traçar uma linha reta a partir do depósito em qualquer direção e girar em sentido horário ou anti-horário até fazer intercessão com uma parada e verificar a ocupação do veículo. Girar a linha e a cada parada verificar se a capacidade foi ultrapassada ou não, utilizando em primeiro lugar os maiores veículos. Se uma nova parada não pode ser incluída, deve se iniciar um novo roteiro, a partir do último formado. 3) fazer a sequência de paradas dentro de cada roteiro a fim de diminuir as distâncias. Qualquer dos algoritmos que resolvam o problema do “caixeiro viajante” poderá ser utilizado para obtenção do sequenciamento descrito. (BALLOU, 2006).

Na Figura 3 pode-se observar a aplicação do método varredura:

Figura 3 - Aplicação do método varredura

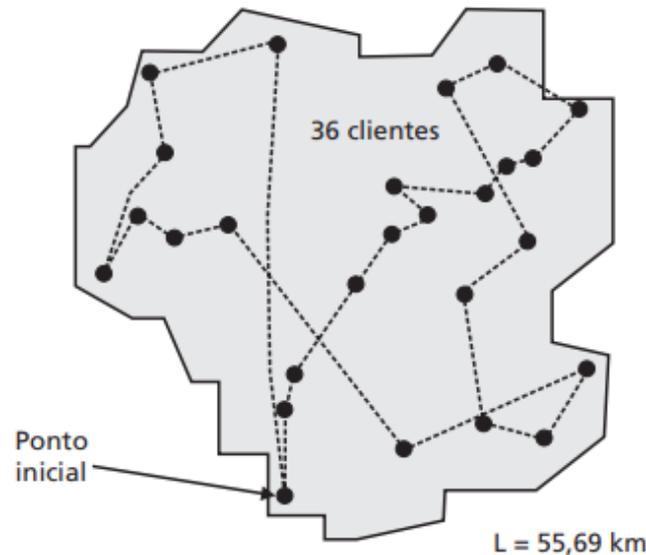


Fonte: Novaes, 2007

Para Novaes, (2007) o método do vizinho mais próximo é considerado como o mais simples e rápido para solução na construção de roteiros. A sistemática nesse modelo é realizar a ligação de cada ponto ao seu vizinho mais próximo. Considera-se um dos pontos como o inicial e de retorno, e a partir desse ponto se procura o ponto que está mais próximo. Para a sequência do roteiro é realizado o mesmo procedimento, com o cuidado de retirar todos os pontos que já fazem parte do roteiro até o último ponto ser atendido. Esse método não é considerado o mais eficaz, porém fornece uma solução rápida e que pode ser trabalhada com aplicação dos métodos de melhoria.

A Figura 4 ilustra o sequenciamento utilizando o método do vizinho mais próximo.

Figura 4 - Aplicação do método vizinho mais próximo



Fonte: Novaes, 2007

O método Clarke e Wright segundo Novaes, (2007) está muito presente nos *softwares* de roteirização, pois possibilita a incorporação de forma eficiente de múltiplos tipos de restrições empregando uma forma inteligente na construção de rotas. Conforme Ballou, (2006) este método diminui o erro médio para 2% da solução ótima e tem como propósito formar roteiros que respeitem a restrição de tempo, capacidade, e visando ao mesmo tempo, diminuir a distância total trilhada pela frota.

Ainda, conforme descreve Ballou (2006), a racionalidade do método está em iniciar o processo com um veículo hipotético, atendendo a cada parada e retornando ao depósito, fornecendo a distância máxima a ser percorrida. Em seguida combina-se dois pontos de atendimento no mesmo roteiro com objetivo de eliminar um dos veículos e diminuir a distância a ser percorrida. O processo continua até que todos os pontos sejam atendidos e as restrições estabelecidas cumpridas.

Para o método de Clarke Wriath o sentido em que a rota ocorre e o sequenciamento de visitas a serem feitas é relevante para o problema, pois dados os clientes  $i$  e  $j$ , as distâncias a serem percorridas  $d_{i,j}$  e  $d_{j,i}$  podem ser diferentes caso a viagem não seja feita pela mesma via.

Logo, o ganho ou economia entre dois pontos é dado pela equação 1:

$$E(i, j) = d(cd, i) + d(cd, j) - d(i, j) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:  $E(i, j)$  é o ganho pela alocação do arco  $i, j$  ao roteiro;

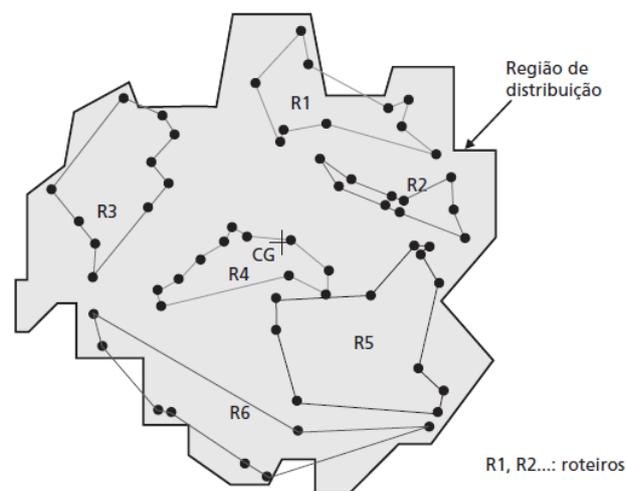
$d(cd, i)$ : Distância do ponto de origem para o primeiro a ponto a ser atendido;

$d(cd, j)$ : Distância do ponto de origem para o segundo ponto a ser visitado;

$d(i, j)$ : Distância entre o primeiro e o segundo ponto.

Na Figura 5 é possível observar rotas obtidas através do método Clarke e Wright:

Figura 5 - Aplicação do método Clarke e Wright



Fonte: Novaes, 2007

Posto isto, atualmente, devem ser consideradas inúmeras restrições na roteirização, dentre elas, de tempo e de capacidade de veículos, aliado, muitas vezes, a uma grande quantidade de clientes a serem atendidos, levando a uma alta demanda e uma complexa análise. Nestes casos, os *softwares* de roteirização são instrumentos ideais para solução destes problemas.

### 2.4.3 Simulação computacional na roteirização

De acordo com Sousa (2019), foi a partir dos anos 80 que a utilização dos métodos de simulação iniciou, muito pelo fato dos computadores sofrerem grandes evoluções ficando mais rápidos e mais acessíveis. Para o autor, a capacidade de analisar sistemas complexos e seus comportamentos diversos, vem tornando a simulação computacional uma ferramenta muito utilizada e cada vez mais conhecida.

Segundo Pegden 1995, (*apud* Sousa, 2019) a simulação pode ser estabelecida para projetar um protótipo computacional a partir de um sistema real, e desta forma possibilitar análise e compreensão partindo de experiências com o modelo simulado onde o objetivo é avaliar e definir estratégias para sua operação.

Para Filho (2008), a simulação tem sido uma técnica cada vez mais utilizada e que permite aos profissionais das mais variadas áreas encontrar as melhores soluções aos problemas enfrentados no dia a dia. Para o autor a simulação auxilia no desenvolvimento de projetos e permite analisar sistemas que estão em processo de montagem, possibilitando análises no sistema a todo momento de acordo com que novas variáveis são incrementadas ou percepções descobertas.

De acordo com Goldstein (2018), o problema da mochila (*Knapsack problem*) consiste em um problema de otimização combinatória, que tem como objetivo preencher uma mochila com objetos de diferentes tamanhos e pesos, de forma que a ocupação seja a maior possível respeitando as restrições de volume e capacidade de peso da mochila. O *Knapsack problem* pode ser usado em diversas áreas, como otimização de estoque ou carregamento de veículos por exemplo.

Ainda segundo o mesmo autor, por se tratar de um problema de análise combinatória, a resolução pode ser encontrada a partir da melhor solução comparada entre todas as soluções disponíveis. Devido ao grande número de soluções admissíveis, pode ser considerado de alta complexidade, e em alguns casos até inviável. Algoritmos e modelos computacionais matemáticos auxiliam atualmente na resolução desse problema, retornando respostas mais exatas, o que em métodos tradicionais demandariam grande dificuldade de resolução.

Law e Kelton 1991, (*apud* Sousa 2019), classificam os modelos de simulação da seguinte maneira: estáticos e dinâmicos; determinísticos e estocásticos; discretos e contínuos.

Já para Grigoryev ,2015 (*apud* Castro, 2020), os modelos de simulação modernas utilizam três métodos: eventos discretos, dinâmica de sistemas e modelagem baseada em agentes.

Para Macal e North 2005, (*apud* Castro, 2020), a simulação baseada em agentes é utilizada para modelar sistemas complexos onde agentes autônomos interagem entre si. O resultado do cenário simulado é apresentado conforme esses agentes interagem com outros agentes e as influências acontecem. Por fim pode-se observar as modificações, os efeitos e atributos causados ao meio simulado. Segundo Macal e North 2010, (*apud* Sousa, 2019) esses agentes podem definidos em três tipos: arcos, nós e utilizadores da rede.

Dias, 2011 (*apud* Sousa, 2019) apresenta algumas das principais vantagens em se utilizar a simulação computacional, sendo elas: possibilidade de aplicação para análise de problemas complexos, que não possuem condições de serem resolvidos por técnicas tradicionais de operações; flexibilidade em relação as restrições impostas aos modelos ou problemas; possibilidade de análise a avaliação de longos períodos reais em um curto espaço de tempo.

Já Frigeri, Bianchi e Backes, 2007 (*apud* Sousa, 2019) apontam como principais desvantagens da simulação computacional: complexidade de montagem e modelos de simulação; necessidade e elevados custos de equipamentos de hardware e *software* para execução de simulação.

## 2.5 SOFTWARES DE ROTEIRIZAÇÃO

Os *softwares* de roteirização ajudam as empresas a planejar e a programar os serviços de distribuição física. Esses atuam de acordo com as necessidades de cada empresa, de acordo com as restrições impostas, sejam elas de distância, capacidade de veículo, de tempo ou de pessoas. (NOVAES, 2007).

O mesmo autor destaca as mudanças tecnológicas e o avanço no monitoramento, que hoje pode ser realizado via satélite e contato com o motorista, que há alguns anos atrás somente era possível através de rádio, e hoje pode ser feita em tempo real, através de aplicativos de mensagens ou ligação. Tudo isso facilita a alocação de veículos e serve como resposta rápida para eventuais mudanças nas restrições, sejam elas impostas pelos clientes, ou por outros fatores, como tempo ou trânsito.

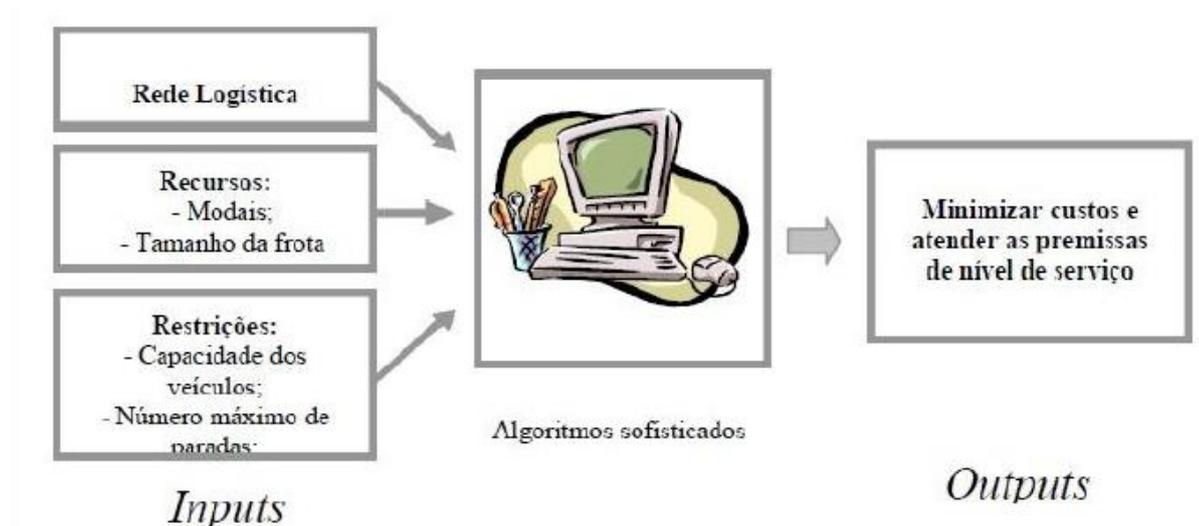
Assad, 1998 (*apud* Cunha, 2000) descreve um conjunto de elementos e requisitos a serem avaliados em um *software* de roteirização a ser adquirido por uma empresa, sendo eles:

- Natureza e característica de atendimentos: ramo em que a empresa opera, entregas, coletas, mix de produtos a serem distribuídos, ou um único produto, atendimento, total ou parcial da demanda.
- Frota de veículos: heterogênea ou homogênea, capacidade de peso e volume, compatibilidade entre tipo de veículo e espécie de produtos a ser entregue, frota terceirizada ou fixa, frota em única base ou múltiplas bases.
- Pessoal: período da jornada de trabalho, opção de horas extras, número de motoristas, local de início e término da jornada de trabalho, paradas (para almoço ou descanso)

- Requisitos de programação: atendimento de cliente em dias específicos da semana, janela de tempo para entregas, tempo de carga e descarga.
- Requisitos de informações: disponibilidade de dados geográficos, das redes viárias, recursos de endereços de clientes, rastreamento de veículos e informações sobre créditos de clientes.

Para Marques (*apud Ghisi, et al., 2004*), os *softwares* roteirizadores atuam fundamentados em algoritmos avançados de otimização, com objetivo de minimizar os custos total da operação. A Figura 6 exemplifica o princípio básico de um *software* de otimização para transportes:

Figura 6 - *Software* de otimização aplicado aos transportes



Fonte: Marques, 2002 (*apud Ghisi, 2004*)

A Figura 6 demonstra que o *software* necessita de informações pré-definidas como tamanho da frota, escolha do modal, ou vias e também das restrições impostas pelo usuário, sendo elas capacidade de veículos, número máximo de paradas e dias específicos para atendimento em determinado cliente. Após estas informações, o algoritmo faz o processamento das informações e gera a melhor decisão de acordo com as regras anteriormente definidas.

Novaes (2007), destaca alguns pontos que devem ser considerados no momento da seleção de um *software* por uma empresa, sendo eles: 1) Apoio técnico por parte do fornecedor para implantação, treinamento e suporte em eventuais falhas ou dúvidas. 2) Cuidados com os

limites operacionais do *software* e as necessidades de simplificações. Em alguns casos podem existir modelos mais simples que executem a resolução do problema com custo menor. 3) Acesso a uma base de dados da rede viária de maneira confiável e atualizada com frequência. 4) Flexibilidade para mudanças no roteiro dos pontos de entrega.

Em resumo, a empresa deve realizar uma escolha assertiva do *software* a ser implantado, afinal o processo demanda tempo, é trabalhoso e caso não executado da maneira correta poderá trazer prejuízos a organização, indo na contramão do objetivo inicial desejado.

## 2.6 TRABALHOS CORRELATOS

### 2.6.1 Um estudo de caso da utilização de *softwares* roteirizadores em empresas maringaenses

Neste trabalho, Villela (2014) discute o uso e os benefícios sobre os *softwares* roteirizadores. O autor propõe um estudo de caso sobre a utilização destas ferramentas em empresas situadas no município de Maringá, Paraná e quais os benefícios obtidos.

O trabalho traz como resultados, os seguintes números: 78% das empresas entrevistadas estão satisfeitas com o *software* já implantado, atendendo as necessidades da organização. É ressaltado também que 80% das empresas consideram o *software* implantado como bom ou ótimo, e que apenas 4,6% empresas levam em conta o fator “custo” na escolha de um novo *software*, sendo atendimento de novas necessidades e inovação o fator mais levado em consideração na aquisição de uma nova ferramenta de roteirização.

### 2.6.2 Usos e benefícios de *softwares* de roteirização na gestão de transportes

Neste trabalho Ghisi, *et al.* (2004) descrevem o peso que a atividade de transporte tem sobre o custo logístico de uma empresa. No trabalho apresentado o *software* apresentado denomina-se *Delivery*, que além de funções operacionais, possui também funções estratégicas.

O trabalho descreve as pesquisas realizadas e os resultados encontrados em várias empresas estudadas. Em uma delas foi constatada a redução nos custos de transporte em 10%, e que esta redução foi obtida através de rotas mais curtas e a realocação de clientes mais próximos a outros centros de distribuição.

Já em outra empresa estudada, o uso do roteirizador ajudou a diminuir o índice carga incompleta nos veículos, passando de 71,2% para 35,2% em um período de um ano de uso do

*software*. Esse declínio considerável diminui a ociosidade dos veículos e conseqüentemente reduzem os custos logísticos.

### 2.6.3 Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais

Neste trabalho, Cunha (2000) aborda os elementos principais que podem ser levados em consideração no momento de implantação de um *software* para roteirização e desta forma orienta os atributos que a ferramenta deve possuir para suprir as necessidades da empresa.

Cunha (2000) destaca que a implantação destes *softwares* exige altos investimentos e necessitam de uma grande quantia de tempo e recursos para preparar a base de dados e o treinamento dos usuários do sistema até que a ferramenta funcione de maneira estável.

O autor também destaca que a maioria dos *softwares* oferecidos no mercado brasileiro são do exterior, o que em algumas vezes, o torna ainda mais complexo, abrindo assim uma possibilidade de que empresas nacionais desenvolvam sistemas a fim de atender a demanda local com uma maior facilidade.

Por fim, o autor ressalta que a falha de dados de entrada no sistema e imprecisão de dados geográficos podem impactar nos resultados obtidos, principalmente na realidade brasileira, podendo até em certos casos inviabilizar o roteiro programado, e que o simples fato de se adquirir o *software* roteirizador sem um estudo de necessidades pela empresa requisitante e treinamento necessário dos usuários aliado com dados imprecisos não garantem uma solução ótima oferecida pelo programa.

## CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA

### 3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa está localizada no Polo Empresarial de Aparecida de Goiânia, estado de Goiás, com aproximadamente 800 funcionários empregados, incluindo administração, fábrica e vendedores, sendo definida como uma empresa de grande porte. Situada no ramo de alimentos, é considerada uma das empresas que mais crescem na região Centro-Oeste. Atualmente comercializa mais de 350 itens, distribuídos entre macarrões instantâneos, refrescos em pó, misturas para bolo, temperos, grãos, farináceos, pipocas para micro-ondas e salgadinhos.

Por estar em uma localização privilegiada, região central do país, a empresa conta com duas distribuidoras próprias e vários distribuidores parceiros, fazendo com que seus produtos sejam ofertados a todas as regiões do Brasil.

A logística da empresa é dividida em duas partes, com o canal indireto através do qual as mercadorias são enviadas em grande volume através de carretas para os distribuidores parceiros, e estes redistribuem os produtos aos clientes finais, e o canal direto, no qual os produtos são distribuídos direto da fábrica ao cliente final. A distribuição do canal direto compreende atualmente a região metropolitana de Goiânia, interior de Goiás e Tocantins. A vantagem deste canal está em uma entrega mais rápida, com preços mais acessíveis aos clientes, uma vez que o comprador negocia diretamente com a equipe comercial da empresa, sem a necessidade de um distribuidor intermediador.

O foco e missão da empresa está em alcançar e manter excelência em padrões de venda e disponibilização dos produtos nos pontos de venda, surpreendendo os clientes pela qualidade dos produtos e preço justo.

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

#### 3.2.1 Diagnóstico da logística de transporte atual

Nessa etapa foi realizada a observação e análise do funcionamento atual de logística de transporte da empresa. A observação e coleta de dados foi realizada *in loco*, foi observado o funcionamento da logística, como são efetuadas as contratações de veículos, bem como a etapa de processamento de pedidos, sendo criado um fluxograma para o melhor entendimento do processo, desde a entrada na carteira, passando pela roteirização e chegando a expedição para

carregamento e entrega aos clientes.

Relativo à roteirização, foi avaliado o *software* utilizado atualmente pela empresa e suas funcionalidades ofertadas. Foi analisado a criação das rotas, as variáveis de custo levadas em consideração e a ferramenta de monitoramento de veículos. O *software* roteirizador utilizado pela empresa e analisado é o *RoadNet Anywhere* e as variáveis foram obtidas através de dados que o próprio *software* oferece. O monitoramento de veículos foi analisado através do *MobileCast*, módulo que faz interface juntamente com o *RoadNet*. Para todas as etapas da pesquisa foi realizado estudo de caso com testes de cenários utilizando o roteirizador adotado pela empresa.

### 3.2.2 Identificação dos custos logísticos de transporte

A identificação dos custos logísticos de transporte é de fundamental importância e relevância, pois através deles poderá ser feita a mensuração dos indicadores de desempenho, podendo assim avaliar se os custos estão dentro ou não dos parâmetros aceitáveis pela empresa.

Para essa etapa foi feita a comparação entre os cenários com roteirização realizada pelo *software* e pelos métodos do vizinho mais próximo e Clarke Wright, calculando as variáveis dos custos logísticos para análise e comparação dos cenários, que foram: distância percorrida, custo por quilo, custo por parada e custo total da rota.

A comparação de cenários foi executada com uso das ferramentas de captura de tela do *software* roteirizador *RoadNet Anywhere* e tabelas *Excel* para identificação e análise dos custos logísticos levados em consideração nas condições construídas.

### 3.2.3 Análise comparativa e avaliação dos métodos roteirizados

Para essa etapa foi realizado a análise comparativa e a avaliação entre os cenários roteirizados testados. Foram analisados os resultados dos métodos vizinho mais próximo e Clarke Wright, comparado com o resultado proposto pelo roteirizador verificando as possíveis diferenças entre rotas e custo total. Foi avaliado o desempenho do *software* na assertividade das rotas geradas bem como o seu custo benefício para a empresa. Nessa etapa foi gerada uma tabela em *Excel* realizando as devidas análises e comparações com os métodos detalhados neste trabalho.

## CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE ATUAL

O funcionamento da logística na empresa é dividida em duas partes, conforme já informado na descrição da empresa. Para o estudo em questão foi analisado todo o processo da venda direta, onde os produtos são distribuídos direto da fábrica ao cliente final, sem a necessidade de um distribuidor.

Referente a contratação de veículos, a frota é totalmente composta por caminhões agregados, cerca de cinquenta motoristas compõem a equipe de entregadores parceiros que são chamados para carregamento e entrega conforme a demanda. O pagamento a esses motoristas é feito de duas maneiras: valor pré-fixado para entregas em Goiânia e região metropolitana com acréscimo de valor para ajudantes ou descargas quando necessário e por quilometro rodado para entregas no interior do estado de Goiás, nesse caso o motorista recebe pela quantidade de quilômetros percorridos de ida e volta mais acréscimos de ajudantes ou descargas quando necessário.

A Tabela 1 demonstra os valores pagos pela empresa para cargas de Goiânia e região metropolitana e interior do estado de Goiás.

Tabela 1 – Tabela de valores pagos para entregas em Goiânia e Interior de Goiás

<b>Goiânia e Grande Goiânia</b>			
<b>Tipo de Veículo</b>	<b>Região</b>	<b>Valor Km</b>	
HR	Goiânia/Aparecida	R\$	335,00
HR	Trindade/Canedo	R\$	360,00
3/4 4700KG	Goiânia/Aparecida	R\$	475,00
3/4 4700KG	Trindade/Canedo	R\$	510,00
TOCO	Goiânia/Aparecida	R\$	547,50
TOCO	Trindade/Canedo	R\$	605,00
TRUCK	Goiânia/Aparecida	R\$	660,30
TRUCK	Trindade/Canedo	R\$	720,30
<b>Interior de Goiás</b>			
<b>Tipo de Veículo</b>	<b>Região</b>	<b>Valor Km</b>	
3/4 4700KG	Interior	R\$	2,87
TOCO	Interior	R\$	3,06
TRUCK	Interior	R\$	3,25

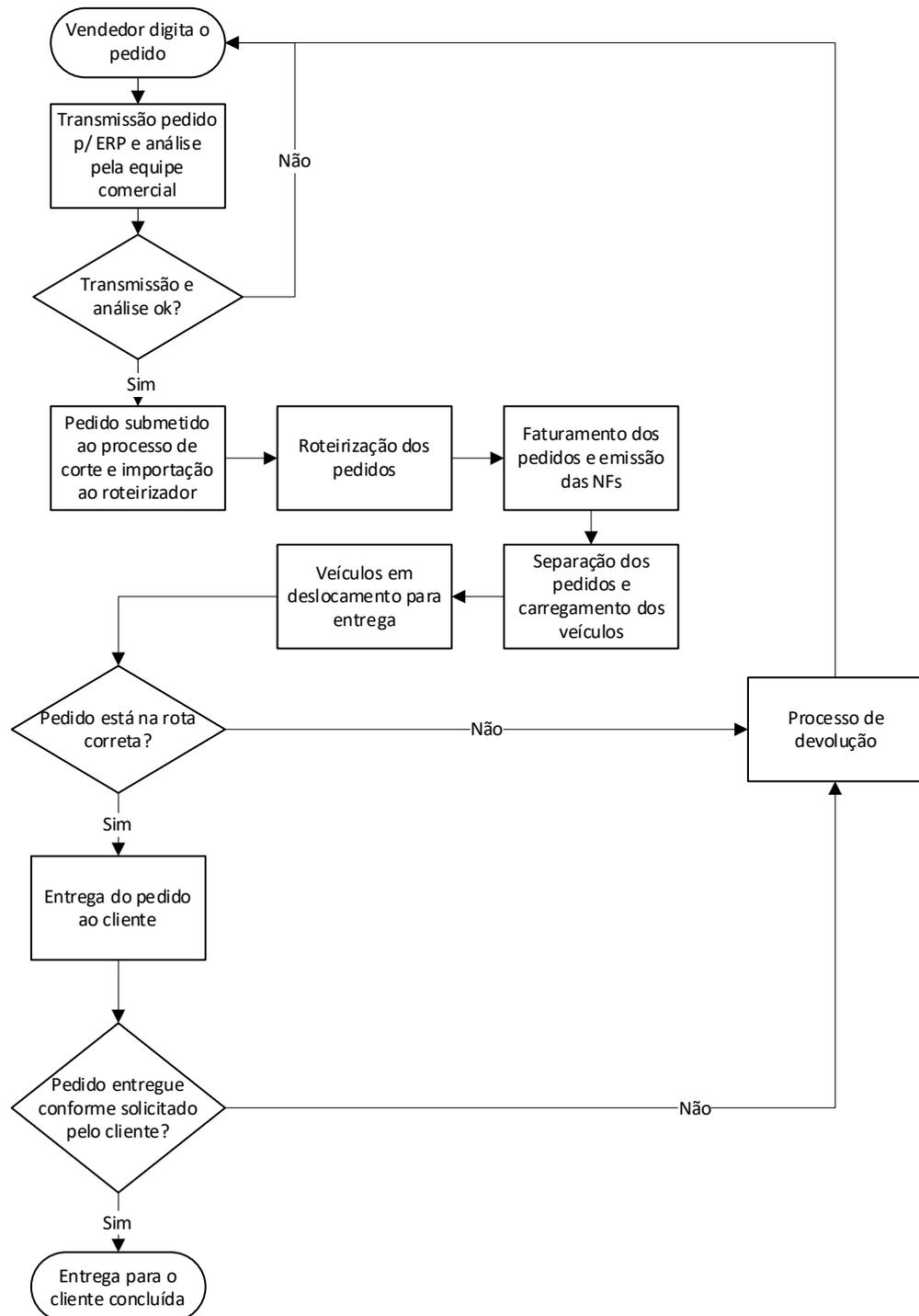
Fonte: Dados da empresa (2021)

Com efeito, é importante ressaltar que os valores não abarcam a flutuação do preço do Diesel, que atualmente de acordo com o sítio eletrônico da Petrobras está girando em torno de R\$ 5,46 para o mês de novembro do ano de 2021.

Em relação ao processamento de pedidos, existe um processo que se inicia com o vendedor em rota, onde é digitado o pedido em um dispositivo móvel após visita ao cliente. Esse pedido é transmitido para o sistema ERP e analisado pela equipe comercial da empresa, que após a validação, libera o pedido ao processo de corte, onde são confrontados os pedidos solicitados com o estoque da empresa. Após o processamento de corte, os pedidos são enviados ao sistema de roteirização. Nessa etapa os pedidos são roteirizados de acordo com cada região e/ou restrições que devem ser seguidas, como por exemplos, agendamentos ou janelas de atendimento. Após a roteirização os pedidos são encaminhados para faturamento, onde são emitidas as notas fiscais e romaneios de carga, e na sequência para expedição, para separação e carregamento nos caminhões e seguirem caminho até o cliente final.

A Figura 7 exemplifica todo o processo descrito acima em um fluxograma:

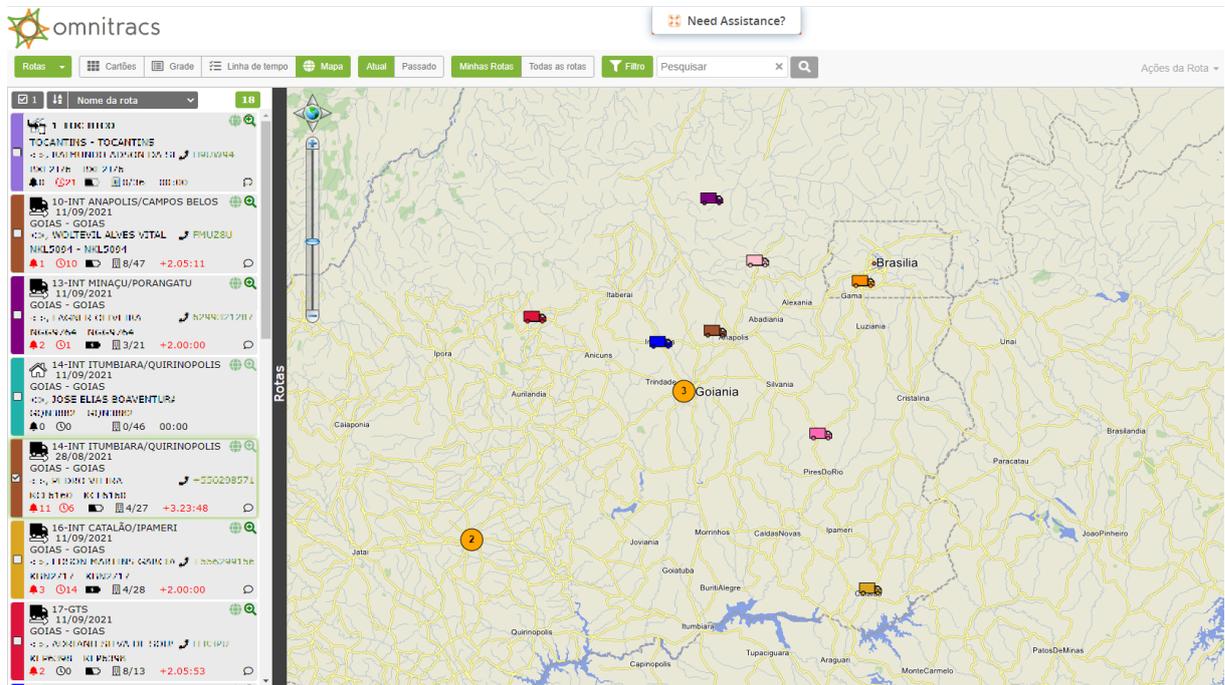
Figura 7 - Fluxograma do processamento de pedidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Relativo à roteirização de pedidos, a empresa utiliza o *Software RoadNet Anywhere*, ferramenta utilizada para visualização de pedidos, clientes, cadastro de motoristas, placas, inserção de restrições, formação de rotas e rastreamento de entregas. O *software* trabalha agrupando os clientes em diferentes rotas, de acordo com a região em que os pedidos se encontram e com as restrições previamente impostas, de forma que o motorista percorra todos os clientes da rota para entrega percorrendo a menor distância possível, tendo o quilometro rodado a variável de custo mais importante no momento de formação das rotas. A criação e as adaptações necessárias das rotas são feitas em questões de minutos, otimizando o processo tanto para a logística, quanto para faturamento e expedição.

Finalizado o processo de carregamento dos caminhões, antes de iniciarem o deslocamento para as entregas, os motoristas carregam as rotas planejadas via sistema em seus celulares, para que o departamento de logística acompanhe todo o processo e movimento dos motoristas. Nessa ferramenta é possível acompanhar em tempo real a movimentação do motorista e todos os clientes atendidos e ainda pendentes de atendimento. Esse carregamento de rotas e acompanhamento de entregas é realizado através do *MobileCast*, módulo que faz interface juntamente com o roteirizador *RoadNet Anywhere*. Pode-se visualizar na Figura 8 a tela de acompanhamento de entregas em tempo real em todo o estado de Goiás.

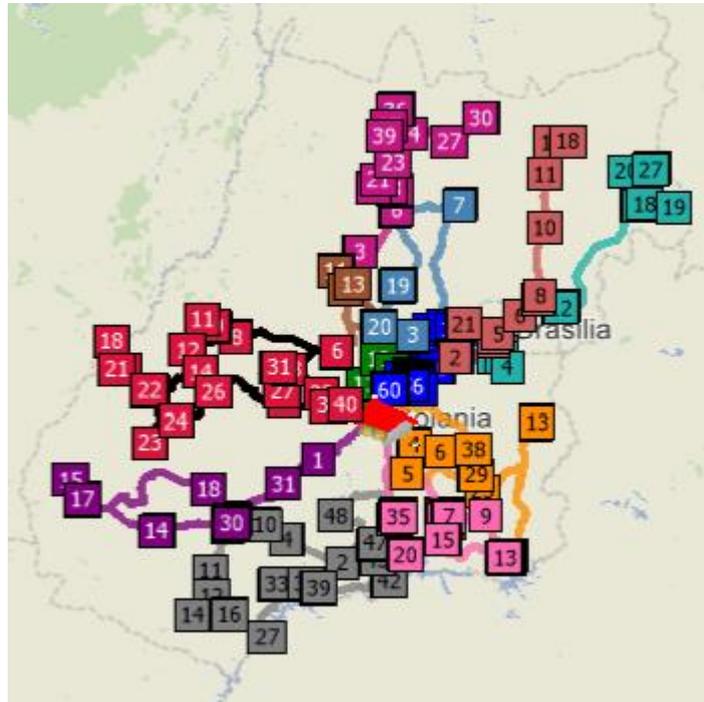
Figura 8 - Acompanhamento de entregas pelo *MobileCast*

Fonte: Sistema de roteirização utilizado pela empresa goiana (2021)

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE

Para identificação dos custos logísticos de transporte foi efetuado uma comparação entre os cenários e resultados das roteirizações realizadas pelo *software*, dos métodos vizinho mais próximo e Clarke Wright e ainda verificou os custos de todas as entregas.

A Figura 9 representa todas as rotas geradas pelo *software* para entrega dos produtos a todos os clientes do Estado de Goiás.

Figura 9 - Rotas geradas pelo *software* roteirizador no estado de Goiás

Fonte: Sistema de roteirização utilizado pela empresa goiana (2021)

Foram visualizadas e identificadas algumas informações básicas sobre as rotas geradas. A Figura 10 demonstra essas informações, que são: descrição/região da rota, tipo de veículo, peso, volume e valor total em mercadoria a ser entregue.

Figura 10 - Informações básicas sobre as rotas geradas pelo roteirizador

Cor	Descrição	Tipos de Equipamento	Entrega Total PESO	Entrega Total VOLUME	Carregar VOLUME (Gráfico)	Entrega Total VALOR
■	INT ANICUNS/IPORA	TOCO	3.909,660	22,340		67.470,000
■	INT POSSE/BSB	3/4 4700KG	3.720,440	14,410		36.608,000
■	INT ITUMBIARA/QUIRINOPOLIS	TOCO	4.362,300	20,860		57.875,000
■	INT MINAÇU/PORANGATU	3/4 4700KG	3.619,570	12,250		39.006,490
■	INT MINAÇU/PORANGATU	3/4 4700KG	1.499,080	8,560		21.953,000
■	INT CATALÃO/IPAMERI	TOCO	4.627,530	22,270		69.878,000
■	INT ANAPOLIS/CAMPOS BELOS	TOCO	4.426,820	23,940		66.982,000
■	INT ITUMBIARA/QUIRINOPOLIS	TOCO	4.471,720	23,860		54.122,000
■	INT MINAÇU/PORANGATU	TOCO	3.189,690	23,630		67.369,000
■	INT ANAPOLIS/CAMPOS BELOS	3/4 4700KG	1.787,890	11,940		33.803,410
■	INT MINAÇU/PORANGATU	TOCO	3.585,850	16,790		51.345,000
■	INT ITUMBIARA/QUIRINOPOLIS	3/4 4700KG	2.290,460	13,720		32.573,000

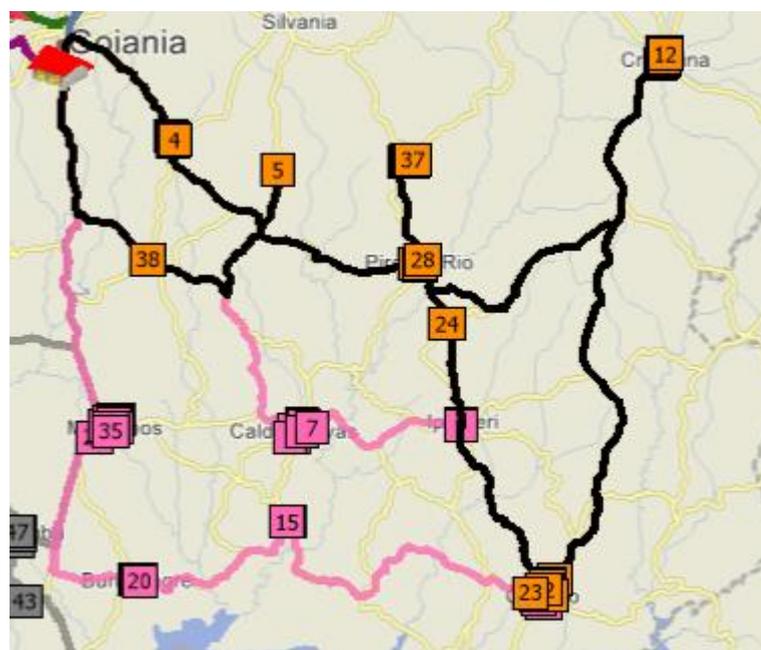
Fonte: Sistema de roteirização utilizado pela empresa goiana (2021)

Para comparação entre cenários e métodos de roteirização, foi escolhida a rota com a descrição “INT CATALÃO/IPAMERI” representada pela cor laranja. O motivo da escolha se deu pelo maior valor a ser entregue e pelo histórico de demanda nessa região que na maioria

das vezes necessitam de 2 a 3 veículos tocos por semana para atendimento, enquanto nas demais rotas a demanda varia de 1 a 2 caminhões toco ou  $\frac{3}{4}$  por semana para atendimento a todos os clientes.

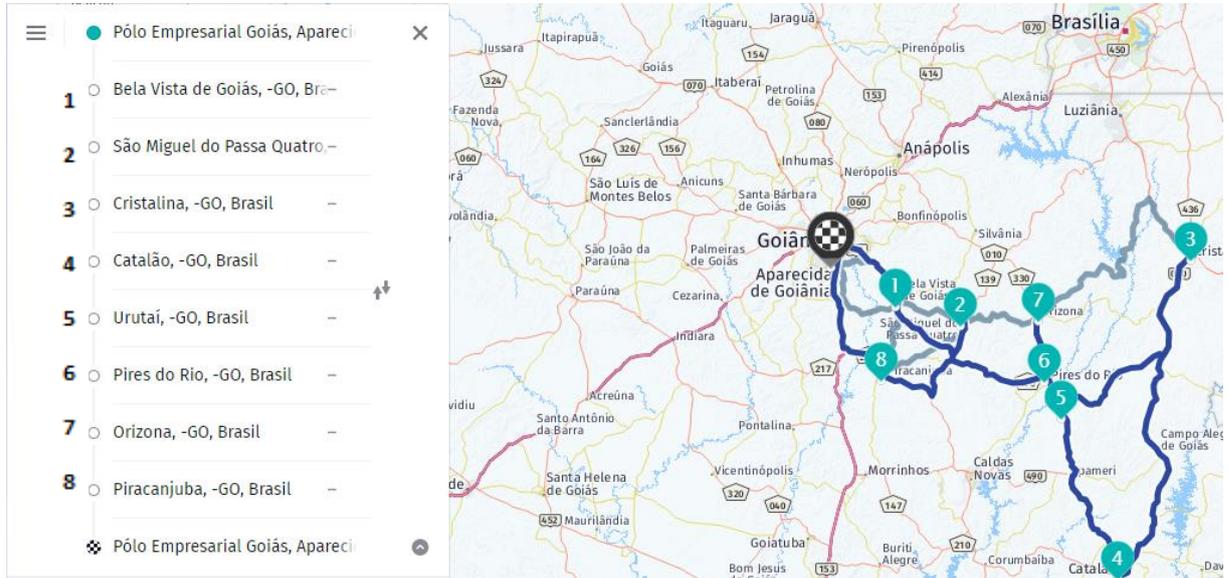
A Figura 11 representa com maior detalhe a rota de coloração preta com pontos de atendimento em laranja escolhida para comparação e traçada pelo *software*.

Figura 11 - Rota escolhida para comparação de cenários



Fonte: Sistema de roteirização utilizado pela empresa goiana (2021)

A Figura 12 representa com mais detalhes o sequenciamento de entregas proposto pelo *software*.

Figura 12 - Sequência percorrida pelo *software* roteirizador para rota escolhida.

Fonte: HERE, 2021 (Adaptado)

A seguir foram coletados os principais dados que compõem o custo da rota gerada. São esses dados que serão analisados para a formação do custo total da rota. Na Tabela 2 é possível visualizar esses dados a partir da rota traçada pelo roteirizador.

Tabela 2 - Dados de custos da rota gerada pelo roteirizador

Sequência de cidades	Distância Percorrida	Custo por quilo	Custo por parada	Custo Total
Ap. Goiânia → Bela Vista de Goiás → São Miguel Passa Quatro → Cristalina → Catalão → Urutaí → Pires do Rio → Orizona → Piracanjuba → Ap. Goiânia	876 Km	R\$ 0,58	R\$ 70,54	R\$ 2.680,56

Fonte: Dados adaptados do sistema (2021)

Na sequência foi realizada a roteirização da mesma região com sequenciamento por meio do método do vizinho mais próximo. A Tabela 3 demonstra todas as distancias entre as cidades a serem visitadas e que foi usada para sequenciamento da rota nesse método.

Tabela 3 – Distancias entre cidades percorridas pelo método vizinho mais próximo

	Ap. Goiânia	Bela Vista de Goiás	Orizona	Pires do Rio	Urutaí	São M. do Passa Quatro	Cristalina	Piracanjuba	Catalão
Ap. Goiânia	0	58	150	153	176	94	289	73	285
Bela Vista de Goiás		0	126	96	120	35	232	43	212
Orizona			0	34	56	91	169	135	149
Pires do Rio				0	23	74	137	101	116
Urutaí					0	96	139	123	94
São M. do Passa Quatro						0	210	72	189
Cristalina							0	249	184
Piracanjuba								0	212
Catalão									0

Fonte: Dados elaborados pelo autor (2021)

Neste método, o ponto de origem e retorno é representada pela cidade de Aparecida de Goiânia e a sequência de clientes a serem visitados é determinada sempre pela cidade mais próxima do último ponto atendido.

Na Tabela 4 é possível visualizar os dados que compõem o custo da rota seguindo o método do vizinho mais próximo para o sequenciamento de cidades.

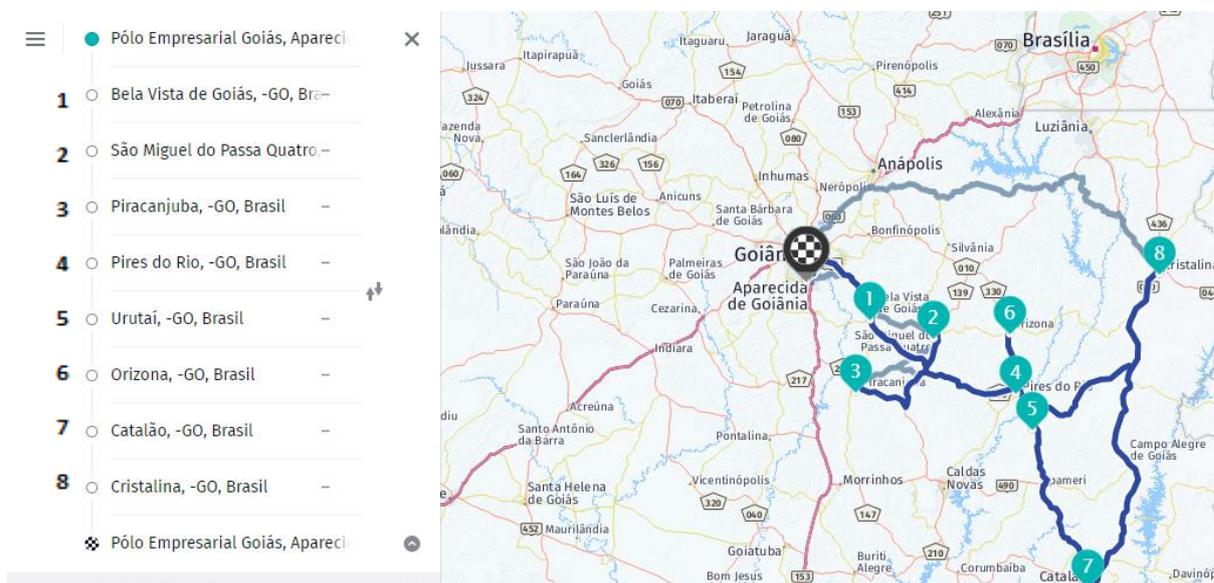
Tabela 4 - Dados de custos da rota gerada pelo método do vizinho mais próximo.

Sequência de cidades	Distância Percorrida	Custo por quilo	Custo por parada	Custo Total
Ap. Goiânia → Bela Vista de Goiás → São Miguel Passa Quatro → Piracanjuba → Pires do Rio → Urutaí → Orizona → Catalão → Cristalina → Ap. Goiânia	996 Km	R\$ 0,64	R\$ 78,00	R\$ 2.968,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Figura 13 representa com mais clareza a sequência de cidades a serem percorridas pelo método do vizinho mais próximo.

Figura 13 – Sequência percorrida pelo método vizinho mais próximo.



Fonte: HERE, 2021 (Adaptado)

Através da Tabela 4 e pela Figura 13 é possível observar facilmente o aumento de quilômetros rodados para a conclusão de todas as entregas previstas no roteiro, quando comparados com os dados da Tabela 2 e Figura 12. Por consequência todos os dados que compõem o custo total tiveram aumento significativo. A distância percorrida, custo por quilo, custo por parada e custo total tiveram um aumento respectivamente de 13,7%, 13,8%, 13,7% e 13,7%. A Tabela 5 ilustra esse aumento dos custos descrito.

Tabela 5 – Dados de custos comparativo entre roteirizador e vizinho mais próximo

Método	Distância Percorrida	Custo por quilo	Custo por parada	Custo total
Roteirizador	876 Km	R\$0,58	R\$70,54	R\$2.680,56
Vizinho mais próximo	996 Km	R\$0,66	R\$80,20	R\$3.047,76
Aumento % vizinho mais próximo em relação ao roteirizador	13,70%	13,80%	13,70%	13,70%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em seguida foi realizado teste de roteirização da região selecionada utilizando o método de Clarke Wright ou método das economias. Para este método alguns passos devem ser seguidos para se encontrar a solução ótima de roteirização, na qual a equação do ganho ou das

economias é considerada pela ordem em que os pontos são visitados e a busca pela combinação de nós a ser alocada no roteiro é reiniciada cada vez que um nó é inserido no sequenciamento.

O ganho ou economia entre dois pontos do roteiro é dado pela Equação 1:

$$E(i, j) = d(cd, i) + d(cd, j) - d(i, j) \quad (\text{Eq. 1})$$

A Tabela 6 ilustra todos as distâncias entre os pontos a serem visitados e também todos ou ganhos ou economias entre os pontos a serem atendidos no roteiro.

Tabela 6 - Tabela de distâncias e economias método Clarke Wright

	Ap. Goiânia (0)	B. Vista de Goiás (1)	Orizona (2)	Pires do Rio (3)	Urutaí (4)	S. M. Passa Quatro (5)	Cristalina (6)	Piracanjuba (7)	Catalão (8)
Ap. Goiânia (0)	0	58	150	153	176	94	289	73	285
B. Vista de Goiás (1)	-	<b>0</b>	126	96	120	35	232	43	212
Orizona (2)	-	<b>82</b>	<b>0</b>	34	56	91	169	135	149
Pires do Rio (3)	-	<b>115</b>	<b>269</b>	<b>0</b>	23	74	137	101	116
Urutaí (4)	-	<b>114</b>	<b>270</b>	<b>306</b>	<b>0</b>	96	139	123	94
S. M. Passa Quatro (5)	-	<b>117</b>	<b>153</b>	<b>173</b>	<b>174</b>	<b>0</b>	210	72	189
Cristalina (6)	-	<b>115</b>	<b>270</b>	<b>305</b>	<b>326</b>	<b>173</b>	<b>0</b>	249	184
Piracanjuba (7)	-	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>95</b>	<b>113</b>	<b>0</b>	212
Catalão (8)	-	<b>131</b>	<b>286</b>	<b>345</b>	<b>367</b>	<b>190</b>	<b>390</b>	<b>146</b>	<b>0</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Os pontos a serem percorridos foram numerados de 0 a 8 para melhor entendimento no agrupamento de nós, onde 0 é representado pelo ponto de origem e retorno e os demais pontos de 1 a 8 são as cidades onde deverão ser realizado as entregas. Os números destacados em azul representam as economias entre os nós de acordo com a Equação 1.

Em seguida para a o início da construção do roteiro, os nós das economias foram agrupados em ordem decrescente, conforme descreve o método.

A Tabela 7 ilustra os ganhos do maior para o menor número.

Tabela 7 - Economias dos nós em ordem decrescente

Arco	Economia	Arco	Economia	Arco	Economia	Arco	Economia
(8, 6)	390	(4, 2)	270	(5, 2)	153	(6, 1)	115
(8, 4)	367	(6, 2)	270	(8, 7)	146	(4, 1)	114
(8, 3)	345	(3, 2)	269	(8, 1)	131	(7, 6)	113
(4, 6)	326	(8, 5)	190	(7, 4)	126	(7, 5)	95
(4, 3)	306	(5, 4)	174	(7, 3)	125	(7, 1)	88
(6, 3)	305	(5, 3)	173	(5, 1)	117	(7, 2)	88
(8, 2)	286	(6, 5)	173	(3, 1)	115	(2, 1)	82

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a ordenação dos nós, pode-se iniciar o sequenciamento do roteiro, começando pelo arco de maior ganho (8, 6). Logo o roteiro se inicia da seguinte forma: 0-8-6-0. Em seguida é verificado se o próximo conjunto de nós de maior ganho possui pontos nas extremidades. No caso da Tabela 5, o arco (8, 4), possui o ponto 8 na extremidade do roteiro, logo o ponto 4 pode ser alocado anteriormente ao ponto 8, com o sequenciamento seguindo da seguinte maneira: 0-4-8-6-0. O próximo conjunto de nós aceito é o (4, 3), sendo inserido o ponto 3 na extremidade inicial e o sequenciamento da seguinte forma: 0-3-4-8-6-0. A verificação dos arcos continua até o último conjunto de nós, de menor economia, onde é testado se algum dos pontos do conjunto está em alguma extremidade do sequenciamento para alocação do próximo nó. Caso um ou os dois pontos se encontrem no meio do sequenciamento ou esses mesmos pontos ainda não se encontram no roteiro, o arco é automaticamente descartado, avançando a verificação para o próximo arco, até que todos os pontos estejam inseridos na sequência a ser percorrida.

Após a verificação de todos os arcos, o roteiro resultante do método Clarke Wrihth foi a seguinte sequência: 0-7-1-5-3-4-8-6-2-0. Na Tabela 8 é possível verificar os dados que compõem o custo total da rota e o sequenciamento sugerido pelo método.

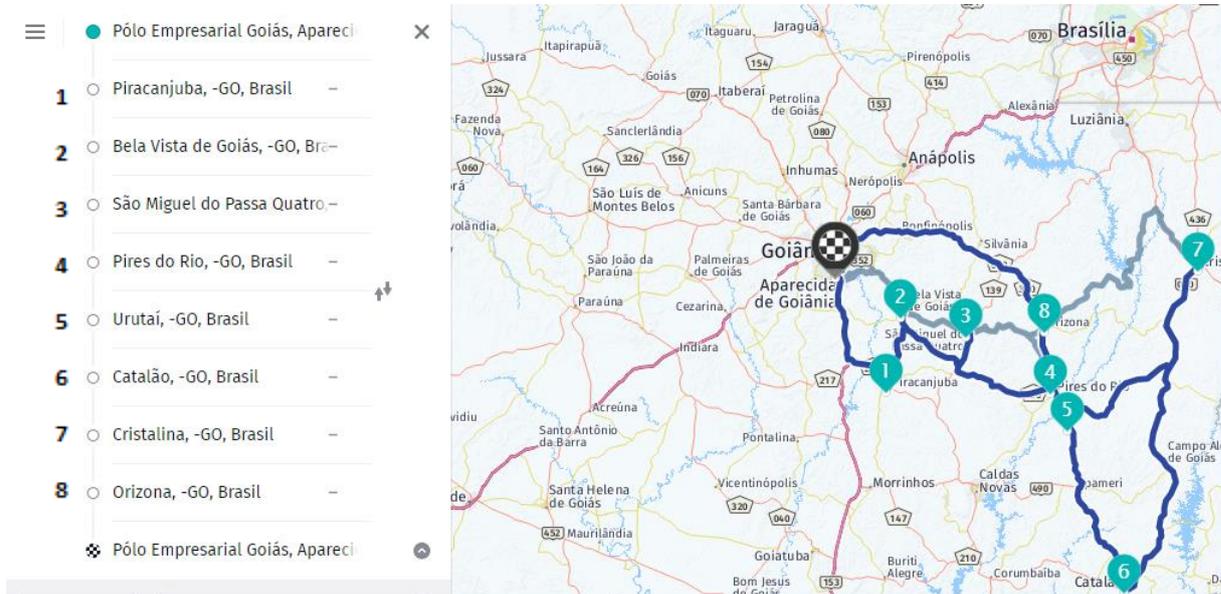
Tabela 8 - Dados de custos da rota gerada pelo método Clarke Wrihth

<b>Sequência de cidades</b>	<b>Distância Percorrida</b>	<b>Custo por quilo</b>	<b>Custo por parada</b>	<b>Custo Total</b>
Ap. Goiânia → Piracanjuba → Bela Vista de Goiás → São Miguel Passa Quatro → Pires do Rio → Urutaí → Catalão → Cristalina → Orizona → Ap. Goiânia	868 Km	R\$ 0,56	R\$ 68,07	R\$ 2.586,64

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Figura 14 ilustra com maior detalhe a sequência de cidades para atendimento pelo método Clarke Wrihth.

Figura 14 - Sequência percorrida pelo método Clarke Wriyth.



Fonte: HERE, 2021 (Adaptado)

Conforme a Tabela 8 a Figura 14 foi possível observar uma considerável redução dos custos analisados com relação a roteirização utilizando o método do vizinho mais próximo. Já quando comparado com a roteirização gerada pelo *software*, o método Clarke Wriyth também se mostrou mais eficiente, apesar de uma diferença mínima nos custos analisados em cada rota.

### 4.3 ANÁLISE COMPARATIVA E AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ROTEIRIZADOS

Após rotas geradas pelo *software*, foram realizados testes de cenários das demais rotas, comparando o custo total através do sequenciamento sugerido pelo roteirizador com os métodos vizinho mais próximo e Clarke Wriyth. Para isso foi comparado a quantidade de quilômetros percorridos e o valor a ser pago pelo sequenciamento sugerido em cada cenário. Na tabela 9 é possível visualizar os custos de cada rota gerada pelos três cenários analisados.

Tabela 9 – Tabela comparativa de custos entre os métodos analisados

Rota	Custo rota - empresa	Custo rota – Vizinho mais próximo	Custo rota – Clarke Wrigth	Redução - Valor em Reais	% de redução
Catalão/Ipameri	R\$2.680,56	R\$3.047,76	R\$2.656,08	R\$24,48	0,91%
Anicuns/Iporá	R\$3.341,52	R\$3.549,60	R\$3.341,52	-	-
Posse/BSB	R\$3.713,78	R\$3.713,78	R\$3.693,69	R\$20,09	0,54%
Itumbiara/Quirinópolis	R\$3.414,96	R\$3.763,80	R\$3.289,50	R\$125,46	3,67%
Minaçu/Porangatu	R\$3.487,05	R\$3.593,24	R\$3.487,05	-	-
Minaçu/Porangatu	R\$645,75	R\$645,75	R\$645,75	-	-
Anápolis/C.Belos	R\$1.147,50	R\$1.202,58	R\$1.147,50	-	-
Itumbiara/Quirinópolis	R\$1.881,90	R\$2.007,36	R\$1.881,90	-	-
Minaçu/Porangatu	R\$1.634,04	R\$2.047,14	R\$1.634,04	-	-
Anápolis/C.Belos	R\$3.157,00	R\$3.157,00	R\$3.157,00	-	-
Minaçu/Porangatu	R\$2.148,12	R\$2.279,70	R\$2.148,12	-	-
Itumbiara/Quirinópolis	R\$2.838,43	R\$2.930,27	R\$2.838,43	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme a Tabela 9, três rotas obtiveram reduções pelo método Clarke Wrigth quando comparadas com o método sugerido pelo roteirizador, sendo possível visualizar que as rotas Catalão/Ipameri, Posse/BSB e Itumbiara/Quirinópolis, destacadas acima pela cor verde, apresentaram resultados mais otimizados quando da aplicação do Clark Wrigth.

Assim, é possível visualizar na Tabela 10 que a redução total anual das três rotas com aplicação do método Clark Wrigth atingem o montante de R\$ 17.497,92, isso tendo em conta que o atendimento da região Catalão/Ipameri ocorre doze vezes ao mês e para as rotas Posse/BSB e Itumbiara/Quirinópolis ocorrem 8 vezes por mês.

Tabela 10 – Tabela de redução mensal e anual

Rota	Redução -Valor em Reais	Redução Mensal	Redução Anual
Catalão/Ipameri	R\$24,48	R\$293,76	R\$3.525,12
Posse/BSB	R\$20,09	R\$160,72	R\$1.928,64
Itumbiara/Quirinópolis	R\$125,46	R\$1.003,68	R\$12.044,16
<b>Total</b>	<b>R\$170,03</b>	<b>R\$1.458,16</b>	<b>R\$17.497,92</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para as demais rotas, o método Clarke Wriqth resultou no mesmo custo quando comparado ao cenário proposto pelo *software* roteirizador, conforme destacado na cor cinza. O método vizinho mais próximo foi o que atingiu, na grande maioria das vezes, valores maiores quando comparados aos outros dois cenários, sendo que, apenas nas rotas Minaçu/Porangatu e Anápolis/C.Belos o custo foi idêntico aos valores roteirizados pelo *software* e pelo método Clarke Wriqth.

Sendo assim, podemos considerar que o método vizinho mais próximo é considerado mais simples e de rápida obtenção de resultados, porém é também o que apresenta na maior parte dos casos um custo elevado quando comparado a um método mais complexo e que demanda um maior tempo de resolução de roteiros, tal como método Clarke Wriqth.

Por outro lado, o método Clarke Wriqth se mostrou totalmente eficiente, sendo em todas as rotas o método que apresentou menor custo para atendimento de todos os pontos de parada do roteiro. Apesar de ser mais complexo e demandar um maior tempo para solução do roteiro considerado ótimo, é o que apresentou o menor custo.

Por fim, pode-se considerar que o roteirizador trabalha de maneira bastante eficiente e de modo muito semelhante ao método Clarke Wriqth em grande parte das rotas geradas, porém em três delas o sequenciamento sugerido não é considerado de menor custo, tendo valores maiores quando comparado ao custo dado pelo método Clarke Wriqth. Tais valores representam anualmente uma elevação dos custos no montante de R\$ 17.497,92.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

A atuação da logística no cenário atual tem mostrado a importância de se trabalhar métodos efetivos no mapeamento e diminuição dos custos que permeiam a distribuição de produtos da indústria até o cliente final. Dessa forma, a roteirização atua como uma ferramenta capaz de otimizar o processo logístico de escoamento de produtos.

Em vista disso, o intuito do presente trabalho foi realizar um estudo comparativo entre os métodos de roteirização vizinho mais próximo e Clarke Wriqth com as rotas geradas pelo *software Roadnet Anywhere* em uma empresa alimentícia localizada em Aparecida de Goiânia.

A aplicação do método Clarke Wriqth demonstrou ser eficiente no sentido de proporcionar a otimização entre distância percorrida e custo total para entrega dos produtos em todos os clientes a serem atendidos. Com isso pode-se comprovar a teoria descrita por Novaes, (2007) sendo este o método que possui o menor erro da solução ótima, formando roteiros com o menor caminho a ser percorrido pelos veículos para entregas.

Diante disso, conclui-se que o método Clark Wriqth comprovou ser o método mais eficiente na montagem de roteiros para distribuição de produtos aos clientes finais levando em consideração o fator custo, atingindo resultados melhores que o software nas rotas Catalão/Ipameri, Posse/BSB e Itumbiara/Quirinópolis.

Dado isso, poderá ser desenvolvido como trabalho futuro a programação do software para atingir os resultados propostos pelo método Clark Wriqth nas três rotas onde o sistema de roteirização não atingiu o menor custo final, a fim de maximizar ainda mais a eficiência da roteirização utilizada pela empresa com objetivo de alcançar a redução de custo proposta pelo método estudado.

## REFERÊNCIAS

ÂNGELO, L. B.. **Indicadores de Desempenho Logístico**. 2005. Gelog UFSC.

ARAÚJO, R. R. **Um Modelo de Resolução para o Problema de Roteirização em Arcos com Restrição de Capacidade**. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre. 2003, pp. 18-21.

BALLOU, R. H. *Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BARBOSA, D. H. *et al.* **Sistema de medição de desempenho e a definição de indicadores de desempenho para a área de logística**. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru. p. 2-3. Disponível em: [https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/779.pdf](https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/779.pdf). Acesso em: 26 abr. 2021.

BRASIL. Empresa de Planejamento e Logística S.A. Governo Federal. **Plano Nacional de Logística PNL - 2025**. 2018. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-2025>. Acesso em: 23 jun. 2021.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2009.

CASTRO, M. G. **Mudança de Modo em Modelo de Simulação Baseada em Agentes**. 2020. 1 v. Dissertação - Curso de Sistemas de Informação e Comunicação, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2020. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/358335/1/Castro\\_MarceloGeorgeDe\\_M%20.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/358335/1/Castro_MarceloGeorgeDe_M%20.pdf). Acesso em: 23 maio 2021.

CUNHA, C. B. (2000) **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**, Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, v.8, n.2, p.51-74, novembro/2000.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F.. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

GHISI, M. A.; Consoli, M. A.; Marchetto, R. M.; Neves, Marcos Fava. **Usos e benefícios de softwares de roteirização na gestão de transportes**. FEARP, Universidade de São Paulo, 2004.

GOLDSTEIN, J. E. **Análise de otimização de entrega de pedidos de uma indústria de cimento através da utilização de um modelo matemático**. 2018. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018

GOMES, J. A. C.; SANTOS, J. R. Tavares; BARBOSA, G. V. D.; CARVALHO, G. B. **Aplicação de ferramenta computacional na otimização e mitigação de custos na roteirização da logística de transporte de cargas**. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 5, n. 7, p. 7703-7716, 06 jun. 2019. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n7-011>. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2120/2136>. Acesso em: 18 abr. 2021.

LAPORTE, G.; M, Gendreau; J.Y. P. F. Semet. **Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem**, *International Transactions in Operational Research* , v.7, n4/5, pp. 285-300, 2000.

MATOS JUNIOR, C. A. *et al.* **O papel da roteirização na redução de custos logísticos e melhoria do nível de serviço em uma empresa do segmento alimentício no Ceará**. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2013, Uberlândia. 2013. p. 6-8.

NETO, F. F.; Kuehne Jr, M.. **Logística Empresarial**. Coleção Gestão Empresarial, 2.FAE Business School, 2002.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier LTDA, 2007.

PIMENTA, D. J. **Algoritmo de Otimização para o Problema de Roteamento de Veículos no Transporte Conjunto de Cargas e de Passageiros**. 2001. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

RAZZOLINI FILHO, E. **Transportes e modais com suporte de TI e SI**. Curitiba: Ibplex, 2007. 305p.

SEGRETI, J. B.; FARBER, J. C.; MONDINI, L. C. **A importância da gestão estratégica de custos logísticos**. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2004, Porto Seguro. **Anais [...]**. Porto Seguro: XI Congresso Brasileiro de Custos, 2004. v. 1, p. 3-16.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo. Atlas, 1997.

SOUSA, R. P. **Uso de um software de simulação computacional baseado em agentes na modelagem de uma rota de transporte público da cidade de Mossoró-RN**. 2019. 1 v. Monografia - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

VILLELA, L. F. T. **Um estudo de caso da utilização de softwares roteirizadores em empresas maringenses**. 2014. 1 v. TCC - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

WU, L. **O Problema de Roteirização Periódica de Veículos**, 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2007.

**ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO**

No dia 06/12/2021, às 08h15 horas, o (a) estudante VICTOR MARCELO BERNARDES DE MELO, do curso de ENG. DA PRODUÇÃO da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, expôs, em Sessão Pública de Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, o trabalho intitulado AValiação COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE NOTEIRIZAÇÃO EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE Goiânia para a Banca de Avaliação composta pelos (as) docentes: MA. MISCILLA BORGES DE FREITAS RODRIGUES, MA. MARIA XIMENA VÁZQUEZ F. LIMA E ME. VITOR HUGO MARTINS E RESENDE.

O trabalho da Banca de Avaliação foi conduzido pelo (a) docente Presidente que, inicialmente, após apresentar os docentes integrantes da Comissão, concedeu \_\_\_\_\_ minutos ao (a) estudante (a) para que este (a) expusesse o trabalho. Após a exposição, o (a) docente Presidente concedeu a palavra a cada membro convidado da Comissão para que estes arguissem o (a) estudante. Após o encerramento das arguições, a Banca de Avaliação, reunida isoladamente, avaliou o trabalho desenvolvido e o desempenho do (a) estudante na exposição, considerada a trajetória deste (a) no desenvolvimento do TCC. Como resultado da avaliação, a Banca de Avaliação deliberou pela:

- ( ) Aprovação.
- Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca.
- ( ) Reprovação.

**Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca.**

A Banca de Avaliação conclui que o(a) estudante está **APROVADO(A) condicionado às correções** de forma e/ou conteúdo recomendados. As correções deverão ser indicadas no formulário de Avaliação Final de Trabalho de Conclusão de Curso. O(A) estudante terá o prazo de 05 dias para os ajustes e entrega da versão final ao professor (a) orientador (a), contado a partir da data da sessão de apresentação pública do TCC.

**FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Nome do estudante: VICTOR MARCELO BERNARDES DE MELO

Título do TCC: AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE MÉTODOS DE ROTUNJIZAÇÃO DE UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA EM APARECIDA DE GOIÂNIA

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO DO TCC	Av1	Av2	Av3
(Av1: Presidente da Banca Avaliadora, Av2 e Av3: Membros Convidados da banca avaliadora)			
<b>SOBRE O TRABALHO ESCRITO</b>	5,5	5,5	5,5
Sub-total (6,0)	2,0	2,0	2,0
<b>SOBRE APRESENTAÇÃO ORAL</b>			
Sub-total (2,0)	2,0	2,0	2,0
<b>SOBRE SUSTENTAÇÃO ARGUIÇÃO PELA BANCA</b>			
Sub-total (2,0)			
<b>Nota final da Banca</b>			
Nota do Av1		9,5	
Nota do Av2		9,5	
Nota do Av3		9,5	
<b>Média das notas dos membros da banca examinadora</b>		9,5	

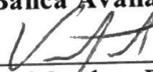
Correções recomendadas:

RESUMO, PALAVRAS-CHAVE, REFERENCIAL TEÓRICO DESTACAR MÉTODOS, AUMENTAR CAPÍTULOS, SOFISTICAR, TÍTULO E FORMATAÇÃO TABELAS, CONSIDERAR OS SOBRE NOVIES (2007), REVENIR CONCLUSÕES, REFERÊNCIAS E INSERIR ANEXOS E RESTRIÇÕES

Nome (por extenso) e assinatura do Membro Presidente da Banca Avaliadora (Av1):

VICTOR HUGO MARTINS DE REZENDE

Nome do Membro Presidente



Assinatura Membro Presidente

Nome (por extenso) e assinatura do Membro Convidado da Banca Avaliadora (Av2):

M<sup>te</sup> Ximena Vázquez F. Lima

Nome do Membro Convidado

Ximena Vázquez

Nome do Membro Convidado

Nome (por extenso) e assinatura do Membro Convidado da Banca Avaliadora (Av3):

Misella Borges F. Rodrigues

Nome do Membro Convidado



Nome do Membro Convidado

**A Banca Avaliadora:**

Membro Presidente da

\_\_\_\_\_

Membro Convidado da

\_\_\_\_\_

Membro Convidado da

\_\_\_\_\_

Banca

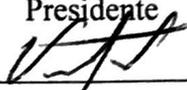
Avaliadora:

Banca

Avaliadora:

Banca

Avaliadora:



Ximena Vázquez

