



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

TÂNIA JORGE DA SILVA

**ROTEAMENTO DE VEÍCULOS:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA LOCALIZADA NA CIDADE DE
ARAGUAÍNA – TO.**

Araguaína, TO

2022

Tânia Jorge da Silva

Roteamento de veículos:

Estudo de caso em uma empresa localizada na cidade de Araguaína – TO.

Artigo apresentado à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Araguaína, para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

Orientador: Prof. Dr. David Gabriel de Barros Franco.

Araguaína, TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586r Silva, Tânia Jorge da.
Roteamento de veículos: Estudo de caso em uma empresa localizada na cidade de Araguaína – TO. ./ Tânia Jorge da Silva. – Araguaína, TO, 2022.
24 f.

Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Logística, 2022.
Orientador: David Gabriel de Barros Franco

1. Roteamento. 2. Distribuição física. 3. Cstos logísticos . 4. Software. I. Título

CDD 658.5

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei n° 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Tânia Jorge da Silva

Roteamento de veículos:

Estudo de caso em uma empresa localizada na cidade de Araguaína – TO.

Artigo apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso Superior de Tecnologia em Logística foi avaliado para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 27 / 06 / 2022

Banca Examinadora:

Prof. Orientador Dr. David Gabriel de Barros Franco, UFT

Prof.^a Examinadora Ma. Clarete de Itoz, UFT

Prof. Examinador Dr. Warton da Silva Souza, UFT

RESUMO

Com o avanço da tecnologia o mercado tem se tornado cada vez mais competitivo e as empresas vêm buscando se aperfeiçoar para melhor atender os seus clientes. Um bom planejamento da roteirização se tornou essencial para a otimização dos custos logísticos, principalmente para empresas de transporte. Esses custos podem chegar a 59% dos custos totais da organização. O presente trabalho tem por objetivo analisar o processo de roteamento de veículos de uma empresa situada na cidade de Araguaína, Tocantins, que atua a mais de 20 anos no setor de transporte. O presente estudo realizou um levantamento bibliográfico em literatura especializada e aplicou um questionário, seguido de entrevista, para coleta de dados primários. Os resultados obtidos demonstram que as empresas estão cada vez mais preocupadas com a competição do mercado, resultando na procura de *softwares* que atendam às necessidades corporativas. A empresa em questão utiliza como ferramenta para auxiliar no processo de roteirização o *Google Maps* para um planejamento mais eficiente das rotas, além de contar com a ajuda e a experiência dos próprios motoristas. Essa ferramenta permite a criação de rotas de maneira simples e a um custo acessível.

Palavras-chave: Roteamento de veículos. Distribuição física. Custos logísticos. *Software*.

ABSTRACT

With the advancement of technology, the market has become increasingly competitive, and companies are seeking to improve themselves to better serve their customers. Good routing planning has become essential for optimizing logistical costs, especially for transport companies. These costs can amount to 59% of the organization's total costs. This paper aims to analyze the vehicle routing process of a company located in the city of Araguaína, Tocantins, which has been operating for over 20 years in the transport sector. The present study conducted a bibliographical survey in specialized literature and applied a questionnaire, followed by an interview, to collect primary data. The results obtained show that companies are increasingly concerned with market competition, resulting in the demand for software that meets corporate needs. The company in question uses Google Maps as a tool to assist in the routing process for a more efficient planning of routes, in addition to relying on the help and experience of the drivers themselves. This tool allows the creation of routes in a simple way and at an affordable cost.

Keywords: Vehicle routing. Physical distribution. Logistic costs. *Software*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1	Distribuição física.....	9
2.2	Problema de roteamento de veículos.....	10
2.3	Aplicações encontradas na literatura.....	12
3	METODOLOGIA.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20
	APÊNDICE.....	23

1 INTRODUÇÃO

A roteamento de veículos é um processo fundamental na área da logística, otimizando assim recursos e custos, e tornando o processo mais eficiente. Pode-se definir o roteamento como uma atividade que tem por objetivo buscar as melhores rotas que um veículo deve fazer através de uma malha rodoviária (BALLOU, 2007).

Embora existam variações do Problema de Roteamento de Veículos (PRV), é possível reduzi-los a poucos modelos básicos. Para isso existem modelos matemáticos que garantem a ótima qualidade da rota encontrada, fazendo com que os custos logísticos venham a diminuir consideravelmente (BALLOU, 2007).

A importância de se estudar esse tema é que com os avanços da tecnologia, é essencial um bom sistema de roteamento, principalmente no ramo da logística. De acordo com Ballou (2007), além de estar atrelado à maior parcela de custos na organização, representando cerca de 11% sobre o volume de vendas, tem como função básica obter o diferencial competitivo.

Os custos com transportes têm alcançado números importantes, chegando a 7% do faturamento total da empresa, levando em consideração as movimentações que ocorrem fora da organização e que são consideradas custo de transporte. Os dados também apontam números expressivos com relação ao custo do transporte, podendo chegar a 59% dos gastos totais em empresa de transporte. Diante desse cenário, muitas empresas optam por trabalhar com frota terceirizada, na tentativa de reduzir custos e garantir flexibilidade para atender a demanda (NOGUEIRA, 2008).

O transporte é uma das partes principais e de maior importância dentro de uma organização, por isso merece uma atenção maior, utilizando sistemas de transportes eficientes que garantam um custo baixo, garantindo assim uma maior contribuição na competitividade da empresa, chegando a reduzindo os preços dos produtos.

A empresa a ser estudada é uma empresa de transportes, que está localizada na cidade de Araguaína, Tocantins. A empresa encontra-se no mercado de transporte há mais de 20 anos, sendo que seu operacional é somente no estado do Tocantins. A empresa trabalha com redespacho, o que significa que ela representa empresas fora do estado do Tocantins.

O presente trabalho tem por objetivo verificar as dificuldades enfrentadas pela empresa em seu processo de roteamento. Quando se fala sobre processo de roteamento, estamos falando de redução de tempo e distância entre um ponto de entrega e outro e, conseqüentemente, da redução dos custos logísticos, tendo em vista que muitas vezes esse processo de roteamento não é feito objetivamente.

Uma vez que o transporte representa até dois terços dos custos logísticos totais, a identificação do processo adequado de roteamento poderá trazer ganhos significativos às empresas do setor de transporte (BALLOU, 2007).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

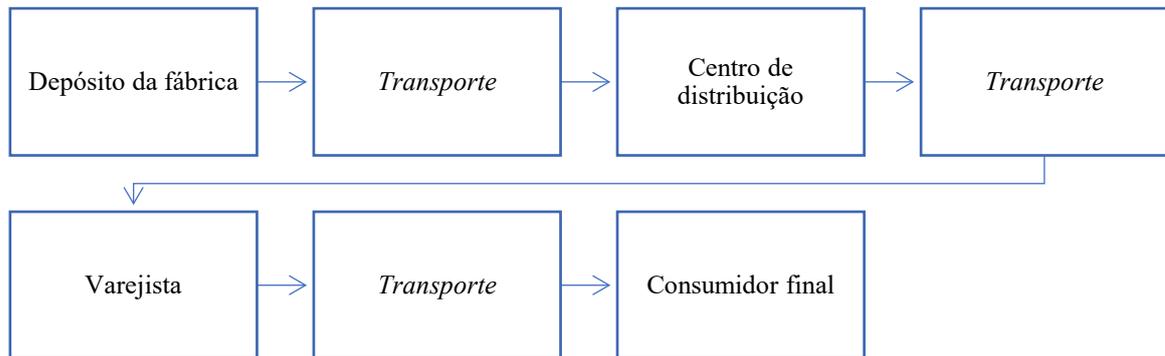
Nessa seção estão inseridos os principais conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento deste trabalho. Iniciaremos com o tema “Distribuição física” e logo após abordaremos os conceitos de “Problema de Roteamento de Veículos” e “Aplicações encontradas na literatura”.

2.1 Distribuição física

A logística de entrega é responsável pela organização e entrega dos produtos. A distribuição física é uma das partes principais dentro da cadeia de suprimento, tratando-se do processo que se inicia com o pedido e se estende até a entrega ao consumidor final, garantindo que o produto chegue em perfeito estado ao cliente. Portanto, a distribuição física é o ramo da logística empresarial que trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos acabados da empresa (BALLOU, 1993).

De acordo com Novaes (2007), A distribuição física nada mais é do que um dos métodos operacionais e de controle, portanto o produto sai da fábrica e passa para seu consumidor final que geralmente é uma loja de varejo, também podendo ocorrer situações que a distribuição física pode chegar até a casa do consumidor final, um exemplo disso são mercadorias pesadas ou de grande volume.

Todo esse processo acontece graças à rede logística e à sistematização da distribuição física. De acordo com Novaes (2007), compõem a rede logística os depósitos, os centros de distribuição, os estoques e os modais de transporte que são usados no processo, entre outros. A Figura 1 apresenta um fluxograma que demonstra como ocorre o processo de distribuição física.

Figura 1 – Processo de distribuição física.

Fonte: Adaptado de: Novaes (2007).

Nem todos os elos da cadeia de suprimento mostrada na Figura 1 ocorrem na maioria das empresas, uma vez que algumas fazem entrega diretamente ao consumidor final ou utilizam apenas uma rede de distribuidores diretos.

Um dos problemas relatados pela empresa no momento da entrega é o pagamento de taxas relacionadas à dificuldade da entrega, como a Taxa de Dificuldade de Acesso (TDA) e a Taxa de Dificuldade de Entrega (TDE). A empresa analisada trabalha com terceiros, que muitas vezes se recusam a fazer a entrega devido a dificuldades como pavimentação ruim ou ausente, entrega em aldeias e fazendas, entre outras ocorrências.

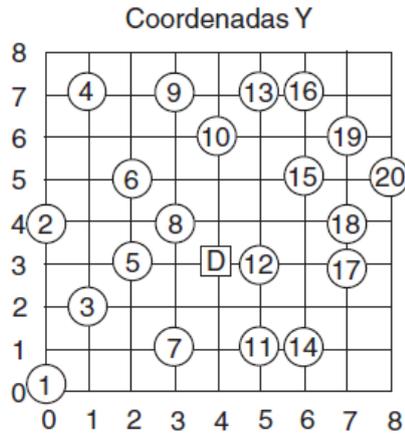
A TDA é cobrada quando o local de destino das mercadorias é de difícil acesso. Já a TDE decorre de o cliente não poder receber a mercadoria quando ela chega ao seu destino. Os critérios utilizados na composição das tarifas são, em geral, diversificados e atendem uma grande variedade de situações. As estruturas tarifárias mais comuns têm relação com o volume, a distância e a demanda (BALLOU, 2007).

2.2 Problema de roteamento de veículos

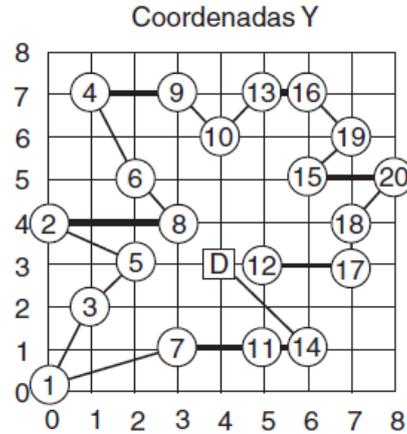
O Problema de Roteamento de Veículos (PRV) consiste em definir rotas para minimizar o custo total do transporte, devendo o veículo sair do ponto de origem (fábrica ou depósito) e percorrer a rota designada, passando uma única vez por cada ponto de atendimento (o cliente). Finalizada a última entrega, dentro da capacidade de carga do veículo, este retorna para a origem, para uma nova rodada de entregas ou para a finalização do turno (MENCHIK, 2010; BALLOU, 2007). A Figura 2 exemplifica o PRV com rota única, conhecido como Problema do Caixeiro-Viajante (PCV), que consiste em tentar encontrar a menor rota possível passando por uma determinada quantidade de cidades (NOVAES, 2007).

Figura 2 – Exemplo de um Problema de Roteamento de Veículos.

(a) Localização dos clientes e do centro de distribuição (D) com a cobertura da grade



(b) Padrão de roteiro sugerido



O PCV garante que cada transporte passe apenas uma única vez em determinada cidade, com isso será possível reduzir o tempo de viagem, assim como combustível e os custos com o próprio transporte. Existem basicamente dois tipos de resolução do PCV: o método de construção de rota e o método de melhoria de rota (NOVAES, 2007).

Os métodos de construção de rota consistem na criação de uma rota inicial, que poderá ser a rota ótima ou não. Um dos métodos mais utilizados de construção de rota é o método do vizinho mais próximo, que consiste em ligar cada ponto ao seu vizinho mais próximo. Esse método é simples e geralmente apresenta bons resultados, porém sem garantia de otimalidade (NOVAES, 2007).

Os métodos de melhoria de rota buscam aperfeiçoar os resultados encontrados pelos métodos de construção. Um dos principais métodos de melhoria de rota é o *2-opt* e suas variantes, que podemos chamar de *k-opt*. O método *2-opt* consiste em buscar exaustivamente dois segmentos da rota criada, desconectá-los e inverter as ligações. O *3-opt* seria com três segmentos da rota, e assim sucessivamente (BALLOU, 2007; NOVAES, 2007).

Atualmente o método não exato mais eficiente (em termos de tempo computacional e resultado) é a heurística LKH (Lin-Kernighan- Helsgaun). Mesmo que o algoritmo seja aproximado, soluções ótimas são produzidas com uma alta frequência (APPLEGATE, 2006). Por exemplo, o recorde de melhor solução para o problema *World TSP*, que cria uma rota por 1.904.711 de cidades ao redor do planeta (e que não possui solução ótima conhecido), é da heurística LKH, obtido em 15 de fevereiro de 2021 (UNIVERSITY OF WATERLOO, 2021).

Assim sendo, o PRV tem por finalidade encontrar as melhores rotas possíveis, garantindo que a demanda de todos os clientes seja atendida. O propósito principal da roteamento é assegurar um alto nível de serviço aos clientes, garantindo a manutenção dos custos operacionais e do capital investido o mais baixo possível (MENCHIK, 2010; BALLOU, 2007).

Um problema real de roteirização é definido por três fatores fundamentais: decisões, objetivos e restrições. Tendo um papel fundamental na área de gerenciamento da distribuição e na logística de modo geral, o PRV deve completar as rotas com os recursos disponíveis, mas cumprindo totalmente os compromissos assumidos com os clientes. Em segundo lugar, deve respeitar os limites de tempo impostos pela jornada de trabalho dos motoristas e ajudantes. Finalmente, devem ser respeitadas as restrições de trânsito, no que se refere às velocidades máximas, horários de carga e descarga, tamanho máximo dos veículos nas vias públicas, entre outras restrições (NOVAES, 2007).

2.3 Aplicações encontradas na literatura

Hoje as empresas vêm buscando soluções que possam diminuir os custos logísticos. Na área de transportes, esses custos vêm aumentando significativamente e, conseqüentemente, empresas de diversos setores vêm buscando métodos e técnicas para melhorar o processo de distribuição e minimizar o custo de entrega. Além disso, as empresas buscam proporcionar um serviço de alta qualidade aos seus clientes (NOVAES, 2007). A seguir serão apresentados alguns exemplos do uso de técnicas de roteamento de veículos em diversos setores.

Para se calcular a rota de uma distribuidora de tintas localizada na cidade de Pederneiras, São Paulo, foi aplicado o método de *Clarke and Wright*, considerando como restrições o tempo e o custo de entrega, além de outras variáveis que a empresa possui. O método *Clarke and Wright* alcançou uma solução otimizada com erro médio de 2%, o que representa uma redução mensal no custo médio por cliente de R\$ 22,19. Além disso, anualmente seriam economizadas 65,84 horas (BRANCO e GIGIOLI, 2014).

Já para uma indústria de laticínios localizada na cidade de Angicos, Rio Grande do Norte, foi utilizado o método heurístico da varredura para a solução do problema de roteirização com frotas homogênea. As restrições utilizadas para o problema foram de capacidade do veículo e da jornada de trabalho dos motoristas. Com o método utilizado os resultados foram satisfatórios no que diz respeito à capacidade do veículo, à diminuição do tempo e à redução

das rotas. Como resultado a empresa obteve uma redução de custos operacionais de cerca de 27,91% (SILVA *et al.*, 2019).

Em uma empresa de transporte e distribuição localizada na cidade de São Paulo foi aplicado o método de varredura auxiliado por um *software ArcGIS*. A empresa não possuía um sistema de planejamento de rotas e o método de otimização aplicado obteve ganhos satisfatório com relação ao que é executado atualmente. A quilometragem total percorrida foi reduzida em 18,3% e o número de veículos necessários diminuiu 68,8% (AMARAL *et al.* 2014).

Em uma empresa atacadista de plásticos situada no estado do Paraná o PCV foi abordado pelas heurísticas do vizinho mais próximo e do subcircuito inverso com o intuito de otimizar as rotas de entrega. Em termos de distância percorrida os dois métodos conseguiram melhorar a rota atualmente em uso. O método do vizinho mais próximo reduziu a distância em 9,4% e o método do subcircuito mais próximo reduziu a distância em 10,5%. Além disso, foi analisada a cobrança de pedágio nas rotas propostas, com o método do vizinho mais próximo reduzindo o valor pago atualmente em 22,72%, enquanto o método do subcircuito mais próximo reduziu esse valor em 6,35% (MORO *et al.* 2014).

Em um centro de distribuição de alimentos situado em Hortolândia, São Paulo, três PCVs foram resolvidos através de programação matemática utilizando o algoritmo *Branch & Bound*. Os ganhos, em termos de redução de distância, foram de 0,9%, 5,8% e 9% para cada rota, respectivamente. Mediante as técnicas usadas percebe-se que quando se utiliza o método matemático a empresa utilizará rotas menos complexas, o que possibilita mais agilidade em suas entregas e redução de custos. (SILVA e MARTINS, 2020).

Através de programação linear foi possível otimizar cinco PCVs de uma indústria gráfica localizada em João Pessoa, Paraíba. O modelo desenvolvido em Excel, via programação VBA e interconexão com a *Google Distance Matrix API*, se mostrou eficiente na otimização das rotas da empresa, atualmente definidas manualmente. Em termos de redução da distância percorrida, as reduções para as cinco rotas foram de 2,2%, 4,2%, 18,6%, 1% e 3,9%, respectivamente. Os maiores ganhos foram nos trajetos dentro de perímetros urbanos (LIMA, 2018).

Foi aplicado também o método heurístico de *Clarke and Wright* em uma empresa transportadora de aço na Grande São Paulo. Graças a aplicação dessas técnicas, a empresa obteve uma redução do número de veículos alocados através da utilização da máxima capacidade de cada veículo, com isso a empresa obteve uma economia de 13,6% (RODRIGUES *et al.* 2006).

Em uma empresa de distribuição de cargas expressas de grande porte localizada na cidade de São Paulo foi feito a aplicação do método da varredura, com auxílio do *software ArcGIS*, na otimização de suas rotas de entrega. A técnica utilizada trouxe vantagens para a empresa, reduzindo a distância percorrida em cerca de 18,3% e os custos de transporte em cerca de 25,8% (SOUZA; *et al*, 2016).

Foi utilizado em uma empresa de transporte e distribuição de cargas fracionadas da cidade de São Paulo a técnica da varredura tendo como auxílio o software ArcGIS. Com o modelo otimizado a empresa obteve ganhos de 21,0% no percurso, de 30,3% nos custos e de 71,8% levando em consideração o número de veículos necessários (SOUZA; *et al*, 2014).

Em uma empresa localizada no vale do Aço, em Minas Gerais, foi aplicada a heurística do vizinho mais próximo ao PCV. Como resultado obteve-se uma redução de aproximadamente 90 km na rota de entrega, o que representa cerca de 9% do percurso total (LIMA e BARCELOS, 2019).

3 METODOLOGIA

Quanto à abordagem, a presente pesquisa é do tipo qualitativa; quanto à natureza, é do tipo básica; e quanto aos objetivos, é do tipo exploratória. O procedimento adotado para sua realização foi uma pesquisa de campo somada a uma pesquisa bibliográfica. Para tanto, foi realizado um questionário seguido de entrevista junto a uma empresa de logística da cidade de Araguaína, Tocantins, com o propósito de identificar como o processo de roteamento de veículos realizado pela empresa pode impactar no problema de tarifas de acesso e entrega, além de levantar as práticas descritas na literatura científica, por meio de artigos, livros e sites especializados.

A aplicação do questionário ocorreu de forma online, seguido de uma entrevista presencial. As perguntas do questionário eram abertas, para proporcionar ao entrevistado uma maior liberdade de resposta. O questionário, disponível no Apêndice A, era composto de 7 questões, que foram respondidas pelo gerente da empresa. O questionário engloba questões relevante para esse estudo e para se atingir o objetivo proposto, focando no roteamento de veículos e suas aplicações.

A entrevista ocorreu de forma presencial e as perguntas feitas englobaram questões relevantes para o presente trabalho (APÊNDICE B). O gerente da empresa relatou quais os possíveis problemas que a empresa possui com relação às taxas TDA e TDE. Na entrevista também foi apontado as regiões do estado em que a empresa possui maior dificuldade de acesso e entrega. Quanto à pesquisa bibliográfica, foi realizado o levantamento de materiais necessários para esse estudo com artigos, livros e sites especializados relacionados ao assunto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de roteamento de veículos tem se tornado essencial no ramo da logística e, mediante isso, muitas empresas vêm procurando se aprimorar e buscar soluções para diminuir custos com o transporte e garantir um planejamento de rotas que possa otimizar o caminho e reduzir o tempo do motorista. A roteirização na logística parte de um princípio bem simples: a empresa precisa entregar seus produtos até o consumidor final, por isso ela procura o caminho mais curto para garantir a redução de horas de viagem e, conseqüentemente, o consumo de combustível.

O roteamento traz benefícios para toda a cadeia de suprimentos, tais como: reduzir custos significativamente, agregar valor ao cliente, agilizar a entrega, otimizar a cubagem dos veículos, melhorar o atendimento ao cliente, aumentar a produtividade, entre outros (PLATT, 2015).

O mercado competitivo vem crescendo cada vez mais e é graças a esse crescimento que as empresas vêm buscando se aprimorar para atender a demanda dos seus clientes. Os gestores que visam satisfazer as necessidades dos clientes andam juntos com a tecnologia na procura de softwares que garantam e atendam com maior qualidade a demanda do mercado. Como foi visto, existem diversos métodos de resoluções de problemas de roteamento de veículos. Cada empresa identificar qual será o melhor método a ser aplicado em seu caso específico, uma vez que existem problemas de maior complexibilidade que requerem técnicas mais avançadas e problemas que podem ser solucionados com técnicas mais simples. O ideal é identificar a técnica com melhor custo-benefício, ou seja, que apresente uma solução minimamente aceitável em função dos custos incorridos (NOVAES, 2007).

Hoje empresas de diferentes ramos estão investindo em tecnologia para satisfazer seus clientes e conseqüentemente gerar lucro para a empresa. Com a ajuda de um *software* de roteirização eficiente as empresas economizam no tempo de entrega, diminuem os custos de transporte, ajudam no monitoramento das rotas, aumentam a produtividade e proporcionam um melhor atendimento aos seus clientes. Quando não existe um sistema de transporte eficiente o volume de mercado ficará restrito aos arredores do local de produção, em função dos custos logísticos que tornarão a empresa pouco competitiva no mercado (BALLOU, 1992).

Com o avanço da tecnologia as empresas que pretendem firmar-se no mercado precisam ficar atentas às novas mudanças. Para isso muitos gestores vêm buscando se especializar para atender melhor os seus clientes, pois é sabido que o maior desafio para as empresas é o atendimento ao cliente. No Brasil existem algumas dificuldades, tais como infraestrutura e

locais de difícil acesso, com entregas dispersas e com baixa economia de escala (MENCHIK, 2010).

As empresas devem ficar atentas aos diversos *softwares* que se encontram no mercado. Quando se trata da escolha de um sistema para a empresa, o gestor deve primeiramente pesquisar qual é o melhor e qual se enquadra nas suas necessidades, visto que existem diversos segmentos e diversas aplicações possíveis. Quando essa análise não é efetiva o resultado não será satisfatório e poderá gerar prejuízos à organização (NOVAES, 2007).

Hoje as empresas vêm buscando formas de aumentar suas receitas e reduzir os custos operacionais. Nesse sentido as técnicas de roteamento de veículos poderão contribuir para o alcance dessas metas, sejam em empresas pequenas ou grandes. Estão disponíveis no mercado diversos *softwares* de alta tecnologia, como os Sistemas de Apoio à Decisão Espacial, que possuem diversos recursos computacionais, matemáticos e gráficos (MELO e FILHO, 2001).

Com a aplicação do questionário foi possível constatar que a empresa estudada possui dificuldade de entrega em duas regiões do Tocantins. A primeira é a região do Jalapão, carente em infraestrutura rodoviária. A segunda é a região do Bico do Papagaio, pelo fato de seus clientes morarem em fazendas. Já na entrevista quando foi perguntado qual era a região que se sobressaiam em relação a dificuldade de entregas e prazos o gestor da frota afirmou que a região que dá mais trabalho com relação de prazo e entrega é a do Jalapão, que geralmente varia de 15 a 20 dias por causa das estradas.

Além dessas regiões, o gerente também aponta que existe uma grande dificuldade de entrega na cidade de Xambioá, pois quando a empresa vai realizar entregas em determinada empresa de grande porte da cidade, é necessário fazer um cadastro para liberação das mercadorias, o que geralmente demora meio-dia de serviço e só depois do cadastro finalizado é feita a liberação para entrega.

Com relação às taxas TDA e TDE, a empresa repassa os custos aos seus clientes com antecedência, no momento da assinatura do contrato. Também é enviada uma planilha com nomes de cliente que já possuem essas taxas cadastradas nos sistemas. Como a empresa entrega em regiões de difícil acesso, como zonas rurais, o gerente primeiramente precisa esperar a avaliação do cliente sobre a cobrança da taxa.

As taxas TDA e TDE somente ocorre quando as estradas são de difícil acesso ou na demora do cliente em receber a mercadoria, variando de acordo com contratos pré-estabelecidos. O cálculo dessas taxas pode ocorrer de forma manual, quando as entregas chegam ao centro de distribuição sem a cobrança devida, ou automaticamente, uma vez que a empresa já possui em seu sistema tabelas com o registro dos clientes e respectivas taxas.

A empresa estudada trabalha com uma realidade vivenciada na área da logística chamada de terceirização, necessária para que o processo logístico se torne mais eficiente. A terceirização pode trazer para a empresa vantagens na diminuição dos custos e aperfeiçoamento dos processos, permitindo o foco em suas atividades principais (MORAES; *et al*, 2015). Porém, existe desvantagens apontadas pela empresa entrevistada, como a falta de veículos adequados por parte dos terceirizados, impossibilitando a entrega em áreas de difícil acesso. Ainda na entrevista quando perguntado qual era a região que os terceirizados tinham mais problema em fazer entregas o gestor relatou que o problema principal é com a região de Palmeirante, fazendas, aldeias, entre outros.

Quando isso acontece a empresa precisa entrar em contato com o cliente para informar a necessidade de um veículo especializado e conseqüentemente informar os custos adicionais. Após esse processo a empresa aguarda a confirmação do cliente para fazer liberação de um veículo próprio para aquele local de entrega. Como qualquer outro modelo de gestão, a terceirização apresenta vantagens e desvantagens (IMHOFF e MORTARI, 2005).

A empresa em questão não possui *software* adequado para o processo de roteamento de veículos. Ela traça suas rotas por meio da utilização da ferramenta Google Maps e pela experiência dos motoristas, que por conhecerem as regiões das entregas podem escolher a melhor rota de acordo com sua opinião. Apesar da empresa não possuir um *software* adequado, o gerente ressalta que consegue fazer a entrega no prazo certo apesar de não ter um porcentual de custos reduzidos. Segundo relatado pelo gerente *“uma rota que geralmente o prazo médio de entrega é de 3 dias fazemos na média do prazo ou até mesmo conseguimos fazer ela em 2 dias. Além disso, os custos são mais altos quando se tem pouca demanda.”*

O *Google Maps* é utilizado como uma ferramenta mais simples de traçar rotas com o objetivo de minimizar a distância total percorrida pelos veículos. Essa ferramenta permite a criação de rotas simples e com múltiplos caminhos que podem ser adaptadas de acordo com cada tipo de veículo. Com ela o objetivo é manter o processo simples e a um custo acessível, mesmo que não seja a melhor opção disponível para grandes empresas de transporte (ABSY, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A roteirização vem se tornando cada vez mais essencial no mundo empresarial. Como podemos perceber pelos dados levantados na literatura, existem diversas empresas de diversos setores que buscam a melhoria de seu processo de roteirização, o que tem gerado uma grande economia na redução dos custos logísticos. Entre as economias, temos a redução do consumo de combustível e a redução dos gastos com manutenção de veículos. Além disso, há a redução das emissões de gases do efeito estufa, resultantes da queima de combustíveis fósseis.

Uma roteirização eficiente garante para as empresas uma maior segurança na tomada de decisão e maior qualidade de seus processos logísticos. Existem diversas técnicas de roteamento de veículos sendo utilizadas pelas empresas, além de diversos *softwares* disponíveis no mercado, desde aqueles mais completos, que são integrados a sistemas embarcados nos veículos até versões simples disponíveis através da internet.

O presente trabalho analisou com sucesso as dificuldades do processo de roteamento de veículos de uma empresa localizada na cidade de Araguaína, Tocantins, que atua há mais de 20 anos na área de transporte, atingindo o objetivo proposto. Quanto à roteirização de seus veículos, a empresa procura atender a demanda do mercado utilizando, para essa finalidade, a ferramenta *Google Maps* integrada ao conhecimento e experiência dos próprios motoristas. Vale ressaltar que, apesar da empresa ter dificuldade de acesso e entrega devido a diversos fatores, principalmente em relação à infraestrutura, o gestor da frota pesquisa a melhor maneira de solucionar as dificuldades buscando veículos adequados para cada local.

Sendo assim, os objetivos propostos nesta pesquisa foram alcançados, pois foi possível verificar que, com a ajuda dos *softwares* de roteirização as empresas podem garantir uma maior otimização dos seus custos logísticos em diversas áreas. Como sugestão para trabalhos futuros está a expansão da pesquisa para outras empresas de transporte de cargas da região do norte do Tocantins, comparando-se empresas que possuem sistemas de roteirização dedicados com aquelas que não possuem e as principais vantagens desses sistemas.

REFERÊNCIAS

- ABSY, Cindy. **O que é roteirização no Google Maps: vantagens para a logística.** **Maplink**, 2021. Disponível em:< <https://maplink.global/blog/roteirizacao-google-maps/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.
- AMARAL, Daniel Barzan de Mattos *et al.* Estudo de roteirização de veículos com aplicação da técnica de varredura para cargas fracionadas. XI SEGeT, outubro, 2014.
- APPLEGATE, David L. *et al.* **The Traveling Salesman Problem: A Computational Study.** Princeton: Princeton University Press, 2006. 593 p.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 616 p.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes administração de materiais distribuição física.** Atlas, 1992. 392 p.
- BOTELHO, Luiz H. *et al.* Uma análise da roteirização de veículos em uma empresa da cadeia produtiva do aço. Naviraí-MS, 21 p. Set. 2017.
- BRANCO, Fábio J. C; GIGIOLI, Oliveira A. **Roteirização de transporte de carga estudo de caso: distribuidora de tintas e seu método de entregas.** FAE, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 56 - 81, jul./dez. 2014.
- BRANDÃO, Bruna. **3 Métodos de Roteirização Logística: otimize suas operações.** **Maplink**, 2020. Disponível em:<<https://maplink.global/blog/metodos-roteirizacao-logistica/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2021.
- BRANDÃO, Bruna. **Técnicas de Roteirização: reduza custos e o tempo de entrega.** **Maplink**, 2020. Disponível em:<<https://maplink.global/blog/tecnicas-de-roteirizacao/>>. Acesso em: 03 de novembro de 2021.
- BRASILEIRO, Luzenira A.; LACERDA, Márcio G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. São Paulo, vol. 13, nº 4, 356-360 p. out/dez, 2008.
- BREJON, Sérgio Renato C. BELFIORE, Patrícia P. A Importância do Enfoque Sistemático para Problemas de Roteirização de Veículos. **Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, São Paulo, n. 5, p. 64-86, Jun. 2006.
- BREMENKAMP, Leonardo *et al.* **Aplicação da Heurística de Clarke & Wright para um Problema de Roteirização de Veículos Homogêneos em uma Distribuidora.** João pessoa: Enegep, 2006. 108-120 p.
- CALDAS, Marco Antonio F. ARTHUR, Willian A. **O Problema da Roteirização de Veículos: Conceito, Estratégia e Métodos de Solução**, p. (01-21). Disponível em:<<https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/II-CNEG-2004/112.pdf>>. Acesso em 24 de outubro de 2021.

CARMO, E. C.; GOMES, H. A. S.; NETO, J. F. B. **Roteamento de veículos no transporte rodoviário de cargas**: Uma aplicação para a distribuição de jornais. SBPO, Natal-RN, 812-823 p. novembro, 2003.

CÓPPOLA, Giovanna. **Sistema de roteamento**: entenda o que é e como funciona. **Rabbot**, 2020. Disponível em: <<https://rabbot.co/blog/sistema-de-roteirizacao/>>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

FINCO, Nina. O que é roteirização? Como fazer. **Cobli Blog**, 2019. Disponível em:<https://www.cobli.co/blog/o-que-e-roteirizacao/#Como_iss_o_impacta_o_setor_logistico>. Acesso em 03 de novembro de 2021.

IKEUTI, André K.; MARTINELLI, R. **Roteamento do sistema de transporte intermodal de cargas**. SBPO, João Pessoa-PB, 01-12 p. novembro 2020.

IMHOFFF, Márcia. M; MORTARI, Aline. P. Terceirização, vantagens e desvantagens para as empresas. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, Santa Maria, v.1, p. 83-94, jul. 2005.

LEITE, Leônidas O.; JÚNIOR, Aloísio Castro G. **Problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultâneas**: um estudo de caso em uma indústria de alimentos localizada na região do vale do aço. *Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 5, n. 7, 101-115 p. 2017.

LIMA, Danilo Almeida de. **Aplicação do modelo caixeiro viajante de programação linear no roteamento de veículos de uma indústria gráfica**, João Pessoa: UFPB, 2018. 65 f. Monografia (Curso de Engenharia de Produção Mecânica) - Campus I- Universidade Federal da Paraíba.

LIMA, Patrícia P. S; BARCELOS Bráulio F. **Aplicação do Problema do caixeiro viajante (PCV) em uma empresa do setor do especializado em fibra**. Rede de ensino DOCTUM p. 01-20, dezembro, 2019.

MELO, André Cristiano Silva; FILHO, Virgílio José Martins Ferreira. Sistema de roteirização e programação de veículos. **Pesquisa Operacional**, v.21, n.2, p.223-232, julho a dezembro de 2001.

MENCHIK, Carlos R. **Gestão Estratégica de Transportes e Distribuição**. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2010. 352 p.

MORO, Matheus Fernando *et al.* **Otimização de Rotas**: Um estudo de caso em uma empresa do Setor Atacadista. **Espacios**. vol. 36, n 07, p. 12, fevereiro, 2015.

NEGRÃO, J. *et al.* **Métodos de roteirização**: uma revisão da literatura. APREPRO, Ponta Grossa, 01-11 p. dez, 2019.

NOGUEIRA, Juliano H. Custos logísticos I. **Techoje**. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/285>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

NOVAES, Antonio G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

RODRIGUES, Lásara F. *et al.* **O Problema de roteirização de veículos tratado de forma simples e eficiente em uma empresa transportadora de médio porte**. Rio de Janeiro, p. 733-746, agosto, 2006.

SANTOS, Fabrício. Porque roteirização logística é essencial na distribuidora. **Máxima Tech**, 2020. Disponível em: <<https://maximatech.com.br/roteirizacao-logistica/>>. Acesso em: 01 de novembro de 2021.

SANTOS, Samuel F. G.; TOLEDO, Franklina M. B.; CASTELLUCCI, Pedro B. **O problema de Roteamento de Veículos**: Transporte de pessoas. SBPO, João Pessoa-PB, 1-8 p. novembro, 2020.

SCHROEDER, Isley. Entenda agora o que é TDA e como essa taxa é cobrada. **Gkofrete**. 2021. Disponível em: <<https://gkofrete.com.br/blog/o-que-e-tda/>>. Acesso em: 07 de outubro de 2021.

SEGRETI, B, J.; FARBER, C, J.; MONDINI, C, L. **A Importância da Gestão Estratégia de Custos Logísticos**. Porto Seguro, 2004. 01-18 p.

SILVA, Jesssika T. S. *et al.* **Roteirização de veículos**: Estudo de caso em uma indústria de laticínios situada no rio grande do Norte. Santos, São Paulo, Enegep, outubro, 2019.

SILVA, Luna Aparecida Souza da; MARTINS, Felipe Pereira Lucio. Análise da roteirização de veículos de um centro de distribuição de alimentos, localizado em Hortolândia/SP, a partir do problema do caixeiro-viajante e do algoritmo *Branch & Bound*. **Fateclog**, São Paulo, p. 1-10, 2020.

SOUZA, Willian Anderson *et at.* **A aplicação da técnica de varredura no replanejamento da malha de transporte**: um estudo de caso em uma empresa de transporte e distribuição de cargas fracionadas. **Exatas-EP**, Curitiba, outubro, 2014.

SOUZA, Willian Anderson *et at.* **A aplicação do método de varredura na roteirização de frotas em uma empresa de transportes e distribuição de cargas fracionadas**. **Exatas-EP**, São Paulo, v.14, n. 1, p. 1-10, 2016.

UNIVERSITY OF WATERLOO. **TSP: The Traveling Salesman Problem**, 2021. Disponível em: <<http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/world/>>. Acesso em: 29 de out. de 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

1. A taxa de dificuldade de entrega (TDE) e a taxa de dificuldade de acesso (TDA) geram custos adicionais para os clientes. Como a empresa faz para solucionar esse problema?
2. Como esse tipo de taxa é cobrado?
3. Tanto o TDE quanto o TDA podem ser calculados de formas manualmente e automaticamente. A empresa possui um sistema especializado ou é calculado manualmente?
4. Quando os terceirizados não fazem a entrega devido algum tipo problema, como a empresa resolve essa situação?
5. Quais regiões a empresa possui maior dificuldade na entrega e por quê?
6. Como a empresa vê a questão da terceirização? Quais as vantagens de terceirizar um serviço de transporte?
7. A empresa possui algum software de rastreamento de veículos?

APÊNDICE B – ENTREVISTA

1. Há quanto tempo a empresa atua nesse ramo?
2. Como ocorre o processo de roteamento da empresa?
3. A empresa atende toda a região do Tocantins?
4. Qual região que a empresa tem maior dificuldade de acesso e entrega?