

**IMPACTOS DOS SOFTWARES DE ROTEIRIZAÇÃO NA MELHORIA DA
OPERAÇÃO *LAST MILE* DA EMPRESA DHL¹
IMPACTS OF ROUTING SOFTWARE ON IMPROVING DHL'S *LAST MILE*
OPERATIONS**

Everlin Ferreira Caetano²
Luiz Claudio Gonçalves³

RESUMO

O processo de entrega de produtos ao cliente final, conhecido como “*Last Mile*” ou “última milha”, vem se tornando uma fase crítica em uma operação logística, principalmente, com o crescimento do *e-commerce* e da demanda por entregas precisas e rápidas em ambientes urbanos. Nesse contexto, os *softwares* de roteirização surgiram como uma ferramenta fundamental para a melhoria desse processo. Esses são sistemas tecnológicos que utilizam algoritmos avançados visando planejar rotas de entrega eficientes e eficazes, levando em consideração uma variedade de fatores, como a localização dos destinatários, tráfego, restrições de horários e os tipos de veículos. Essas soluções exercem um papel crucial na redução de custos operacionais, no aumento da eficiência operacional, bem como na satisfação dos clientes. Os mesmos, possibilitam também a rastreabilidade em tempo real, o que é fundamental para a transparência e a segurança do processo *Last Mile*. Uma implementação bem-sucedida de *softwares* de roteirização pode levar a uma série de benefícios, onde a redução dos custos operacionais é significativa, uma vez que as rotas são otimizadas visando minimizar o consumo de combustível e o desgaste dos veículos. Por fim, cabe se salientar que, o artigo discute os impactos do uso desses *softwares* na operação logística da empresa DHL Express.

Palavras-chave: *Last mile*; Operação Logística; *Software* de roteirização.

¹ Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Faculdade de Tecnologia da Zona Sul (FATEC ZS), como requisito parcial de avaliação visando à obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

² Discente do curso de graduação tecnológica em Logística.

³ Professor orientador.

ABSTRACT

The last-mile delivery process, often referred to as the "last mile," has become a critical stage in logistics operations, especially with the rise of e-commerce and the demand for fast and precise deliveries in urban environments. In this context, route optimization software has emerged as a fundamental tool for enhancing this process. Route optimization software comprises technological systems that employ advanced algorithms to plan efficient delivery routes, considering a variety of factors such as recipient locations, traffic, time constraints, and vehicle types. These solutions play a crucial role in reducing operational costs, increasing efficiency, and enhancing customer satisfaction. Furthermore, they enable real-time traceability, which is essential for the transparency and security of last-mile operations. The successful implementation of route optimization software can yield numerous benefits — primarily, it leads to a significant reduction in operational costs as routes are optimized to minimize fuel consumption and vehicle wear and tear. This article discusses the impacts of using such software in the last-mile operations of DHL Express, shedding light on the transformative potential and advantages these technological solutions bring to the logistics industry.

Keywords: *Last mile; Logistics Operations; Route Planner Software.*

1. INTRODUÇÃO

Na visão de Cruz (2021) em uma sociedade caracterizada pela rápida evolução tecnológica, o comércio eletrônico (*e-commerce*) surgiu como um dos principais pilares da economia global. A conveniência oferecida aos clientes, que podem adquirir uma variedade de produtos de qualquer lugar e recebê-los em sua porta, tem impulsionado o crescimento exponencial desse setor. No entanto, por trás dessa comodidade, existe um desafio logístico complexo: a etapa final da cadeia de suprimentos conhecida como "*Last Mile*" ou "última milha".

A operação *Last Mile* é frequentemente considerada a fase mais desafiadora e custosa da jornada de entrega de produtos. Em ambientes urbanos densamente povoados, onde a demanda dos consumidores dita as regras do jogo, garantir que os produtos cheguem com precisão e eficiência torna-se uma tarefa extremamente complexa. Nesse contexto, a última milha

muitas vezes exige uma precisão extrema das empresas logísticas, que devem superar obstáculos como congestionamentos de tráfego, restrições de tempo e requisitos de entrega personalizados. (LIM *et al*, 2018)

Marques (2002) salienta que, na medida que os clientes continuam moldando drasticamente as expectativas sobre como a operação *Last Mile* deve ocorrer, surge uma solução tecnológica promissora: os *softwares* de roteirização, também conhecidos como sistemas de gerenciamento de rotas. Essas ferramentas baseadas em algoritmos avançados têm o potencial de revolucionar a logística urbana, oferecendo uma abordagem precisa e eficiente para a gestão de entregas de última milha.

Esses *softwares* utilizam algoritmos avançados para planejar rotas viáveis, levando em consideração uma série de fatores críticos, como tempo, condições de tráfego, localização precisa dos destinatários e características dos veículos de entrega. Como resultado, as empresas de logística podem otimizar suas operações, reduzir custos operacionais, minimizar o impacto ambiental e, o mais importante, atender às expectativas em constante evolução dos consumidores. (MARQUES, 2002; RAGO, 2002).

Tendo em vista os argumentos contidos nos parágrafos anteriores, este estudo se propõe a explorar os efeitos impactantes desses *softwares* de roteirização na operação de *Last Mile* na cidade de São Paulo. Assim sendo, será abordado em um estudo de caso sobre como uma das principais empresas de logística do mundo, a DHL, adotou essas tecnologias visando aprimorar seus serviços de entrega.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

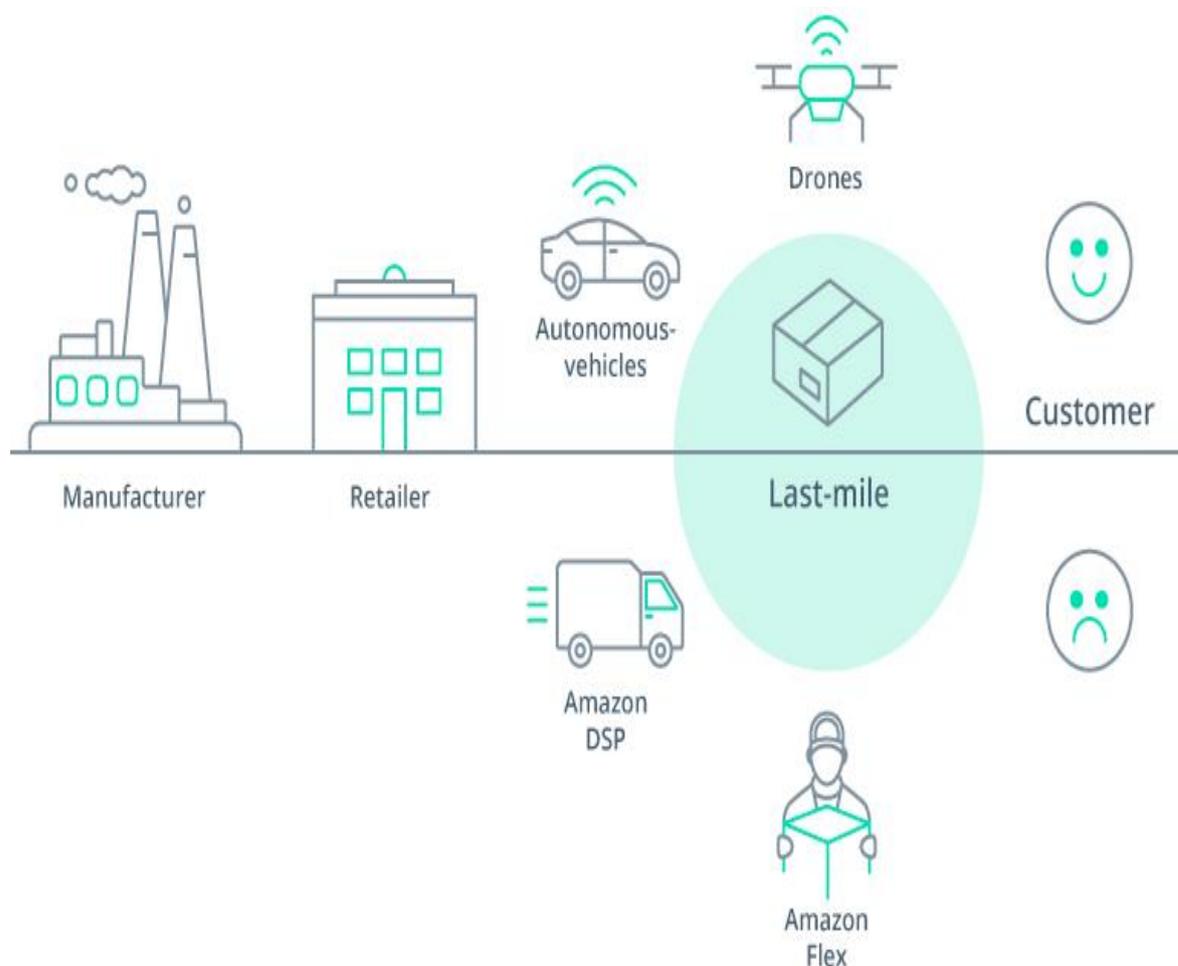
2.1. *Last Mile*

2.1.1. *Last Mile*

O conceito de *Last Mile* (Última Milha) tem sido abordado por múltiplos autores de maneiras variadas, cada um adaptando-o de acordo com as necessidades e contextos específicos. Lim, Jim e Srai (2018, p.308) contribuem para essa discussão ao definir o *Last Mile* como "a última etapa do processo de entrega". Se trata da fase final da cadeia logística que engloba todas as operações relacionadas à entrega de uma encomenda adquirida online até alcançar o cliente final, que pode estar em um ponto de encontro

designado ou mesmo em sua residência, especialmente em ambientes urbanos. (BOYSEN *et al*, 2021). A figura 1 ilustra como o *Last Mile* se posiciona em uma cadeia de suprimentos.

FIGURA 1: Operação *Last Mile* em uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: Intellias (2021)

Figura 2: O que é *First Mile*, *Mid Mile*, e *Last Mile*?⁴

⁴ **First-mile delivery:** O processo de transporte de mercadorias do vendedor ou varejista para a empresa de courier (no caso de *e-commerce*) ou unidade fabril até o hub da empresa se enquadra na entrega na primeira milha. **Middle mile delivery:** A milha intermediária envolve o transporte de mercadorias de um CD para outro, de um armazém para os CDs ou pontos de venda e outras instalações. Grandes varejistas, comércio eletrônico e outras empresas com uma enorme base de clientes de diferentes regiões do país ou do mundo necessitam se concentrar na entrega intermediária. **Last mile delivery:** O transporte de mercadorias do último CD ou armazém até o local do cliente está incluído na entrega na última milha. Trata-se da última etapa da operação da Cadeia de Suprimentos de uma empresa. (<https://www.reddit.com>)



Fonte: SupplyChainEducation (2023)

Na visão de Allen *et al* (2018b) o trecho *Last Mile* é amplo o suficiente para abranger vários serviços, mas apresenta um foco específico para entrega de pequenos e médios produtos para o consumidor, com o máximo peso de 31,5 kg e dimensões 120 x 60 x 60. (DHL, 2019), visto que, correspondências em geral, podem ser entregues por entregadores sem veículo próprio, causando menos problemas relacionados às frotas.

O consumo *Business to Consumer*, mais conhecido como B2C é aquele quando o cliente, utilizando um aparelho conectado à *internet*, realiza uma compra. (NOVAES, 2007). Essas compras podem ser entregues, por meio de uma van, onde um motorista dirige pelo bairro com a mercadoria e, parando na residência do cliente, entrega a mercadoria. (BOYSEN, *et al.* 2019b).

2.1.2. Importância do *Last Mile* na cadeia logística

Com o aumento do consumo no *e-commerce* as empresas precisam conciliar diversos fatores, para que o nível de satisfação dos clientes, nos aspectos de agilidade e variedade de serviço, esteja alinhado com o nível de custo, necessitando ser esse igual ou inferior. (FORBES, 2015).

Deloitte (2022) relata que, 52% das pessoas dão preferência para entregas rápidas, sendo essas no mesmo dia ou no dia seguinte. Apesar de preferirem entregas rápidas, 70% preferem não pagar a mais por uma entrega mais rápida e apenas 23% se disponibilizariam a pagar mais para receber a entrega no mesmo dia. (MCKINSEY, 2016).

Empresas mais renomadas, assim como várias *startups*, identificaram os serviços de última milha como uma diferencial chave, conforme segue:

De fato, a variedade de opções de entrega e a qualidade percebida do serviço de entrega são critérios importantes na tomada de decisão dos clientes online e, portanto, afetam diretamente o sucesso dos players do comércio eletrônico no mercado. (MCKINSEY,2016, p.8)

2.1.3. Dificuldades na operação *Last Mile*

Para Boysen *et al* (2021), existem algumas variáveis que impactam diretamente na eficiência das entregas *Last Mile*, tais como “*time windows*” ou, traduzido literalmente, janelas de tempo, onde o horário se torna suscetível ao cliente:

Outras razões comuns para janelas temporais num contexto urbano são os clientes comerciais com horários de funcionamento limitados ou os clientes que residem em ruas pedonais com acesso restrito, acessíveis apenas durante horários específicos (fora dos horários de pico). (BOYSEN *et al*, 2021, p.24)

Ainda conforme Boysen *et al*. (2021,p.25) o congestionamento lento pela manhã e noite, horário de trânsito de pessoas pelas áreas urbanas também tende a afetar a entrega, assim como, o tempo gasto em uma entrega específica, “[...]clientes comerciais que podem estar ocupado em horários de pico, de modo que é necessária uma espera adicional até que possam receber as encomendas[...]” e as vezes até mesmo estacionamento distante do local pode atrapalhar o serviço de *Last Mile*.

2.1.4. Técnicas do processo *Last Mile*

Em um cenário onde o comércio eletrônico tem ganhado cada vez mais espaço, surgem desafios significativos no processo de entrega *Last Mile*. A possibilidade de o cliente não estar presente no momento da entrega se expande quando se fala sobre desafios, a fragmentação das encomendas, que podem seguir para diferentes locais, tornando a entrega mais complexa e

sujeita a atrasos gera preocupação no planejamento das entregas. (MACHARIS e MELO, 2011). Diante dessas complexidades, têm surgido alternativas inovadoras para aprimorar e proporcionar maior comodidade aos clientes. Uma dessas alternativas é a entrega por bicicletas, que tem ganhado aceitação em várias regiões, além de reduzir a poluição, esse método de transporte é especialmente adequado para objetos menores, diminuindo o tempo gasto em congestionamentos e os custos com combustível. (BOYSEN *et al*, 2021).

No entanto, sob a ótica de Mckinsey (2016) uma das inovações mais notáveis no processo *Last Mile* é o uso de drones. O objeto tecnológico não tripulado facilita a entrega em locais de difícil acesso, evitando problemas relacionados ao tráfego. Entretanto, devido à sua capacidade limitada de voo, os drones requerem um planejamento cuidadoso da rota, a qual vai desde o armazém ou centro de distribuição até o ponto de entrega.

Com a evolução tecnológica em mente, a Internet das Coisas (IoT) tem se destacado como uma tecnologia com grande potencial para transformar as operações *Last Mile* (SCHWAB, 2018). A criação de aplicativos de rastreamento à base do GPS, permitindo a visualização *on time* e a possibilidade de enviar uma notificação ao cliente sobre quando a sua compra estará em mãos, aumenta a experiência do cliente (*customer experience*) ocasionando o diferencial no setor, são as possibilidades que a IoT trouxe para a realidade no processo *Last Mile*. (FLEETROOT, 2023).

Além disso, a utilização de *lockers* automatizados tem se tornado uma opção popular em diversos países. Nesse sentido, 54% dos clientes *online* já adotam a modalidade conhecida como "*Click & Collect*," a qual utiliza terminais de entrega como destinos para retirada das encomendas. (REVISTA MUNDO LOGÍSTICA, 2017).

No sistema de *lockers*, os clientes recebem notificações por *e-mail* com informações a respeito da data e o local de retirada, acompanhadas de um *QR code* que deve ser escaneado para desbloquear o compartimento. Após a retirada, o sistema envia uma mensagem de confirmação, indicando a disponibilidade para entrada de novas encomendas. Esses terminais de entrega operam 24 horas por dia durante os sete dias da semana, oferecendo acesso conveniente, especialmente para pessoas que residem em áreas de

risco, ao mesmo tempo em que aumentam a confiabilidade e a segurança para os clientes finais (REVISTA MUNDO LOGÍSTICA, 2017). A figura 2 ilustra a utilização do *locker* no Brasil:

FIGURA 2: *Locker InPost*, Rio de Janeiro - Brasil



Fonte: InPost

2.2. Roteirização

O termo roteirização de veículos deriva do inglês “*routing*” e significa o processo de determinação de um ou mais roteiros, ou sequência de paradas, a serem percorridos por uma determinada frota de veículos, como o objetivo de atender um conjunto de pontos geometricamente dispersos em locais pré-determinados e que necessitam de atendimento (CUNHA, 2000). Conforme Galvão (1997), a roteirização tem como foco, a eliminação de falhas nos serviços ou eventuais desperdícios que podem provocar aumento nos custos de distribuição.

Na visão de Reina (2012) a roteirização se caracteriza em definir rotas de entrega para uma frota de veículos que, homogeneizado, consigam atender os clientes a partir de um depósito de origem.

Já para Rago (2002) roteirização é o processo que programa a distribuição das cargas em um itinerário que consiga juntar informações de volume ou/e peso da carga e a capacidade do veículo para obter um resultado esperado no cumprimento de prazo e ocupação de espaço. As possibilidades

de rotas têm em vista um menor custo e maior eficiência e eficácia, assim como outras etapas da cadeia logística (BALLOU, 2009).

A roteirização pode ser de rota fixa, distribuindo as cargas por uma rota estipulada anteriormente (utilizando o código de endereçamento dos correios—CEP) ou uma rota dinâmica que sugere a melhor rota de acordo com análises sobre a carga a ser transportada, capacidade dos veículos, local de entrega e estradas. (RAGO, 2002).

De acordo com Novaes (2007), um problema de roteirização de veículos é definido de acordo com três fatores principais: decisões, objetivos principais e restrições, existentes na roteirização. O fator decisão, trata da quantidade de pontos a serem atendidos por uma determinada frota de veículos, em um sequenciamento e uma programação para realizar as entregas aos clientes. Já os objetivos principais estão relacionados ao fornecimento de um alto nível de serviço e ao mesmo tempo à manutenção dos custos operacionais baixos. As restrições, também citadas por Cunha (2000), dizem respeito aos aspectos temporais, como restrições de horários, de atendimento no ponto de venda e outros.

2.2.1. Roteirização no contexto da operação *Last Mile*

A Associação Brasileira do Comércio Eletrônico (ABComm, 2017, p.9) apurou que, gastos com transportadoras (fretes) equivalem a 58% dos custos logísticos, seguido pelos gastos com armazenagem (21,5%) e gastos com manuseio (20,5%). Tendo em vista a essa informação, cabe aqui salientar que, o processo *Last Mile* carece de recursos de roteirização, no intuito de otimizar as atividades de entrega, isso porque, muitas empresas, ainda utilizam o método tradicional de roteirização (manual), que, segundo Pozo (2001, p. 190):

O processo tradicional de roteirização dos veículos de coleta e de entrega se baseia na experiência do funcionário da distribuição. Com base na prática de muitos anos, e conhecendo as condições viárias e de tráfego da região atendida, o funcionário define os roteiros, indicando o número e a sequência de clientes a serem visitados em cada percurso. Nesse ramo, é muito comum a necessidade da contratação de um profissional que conheça bem a região a ser atendida, para que ele possa utilizar seus conhecimentos para a realização e montagem de rotas mais dinâmicas e eficazes.

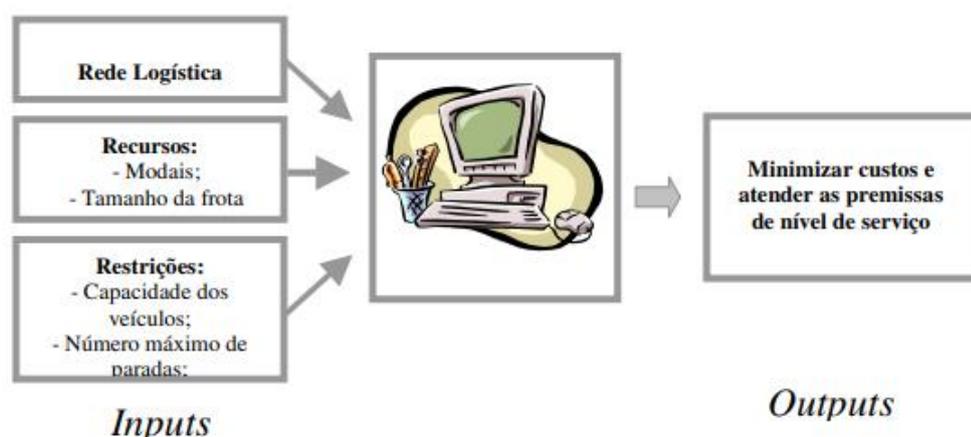
O processo de roteirização opera de diferentes formas, mas, em geral, no início é necessário a inscrição de cada pedido no banco de dados com informações já conhecidas pela empresa, como os endereços dos clientes, categoria de produto, data e horário de entrega ou coleta e, para *softwares* menos desenvolvidos, algumas informações como, velocidade média em diferentes trechos e horários, que podem ser facilmente obtidos em aplicativos de GPS, barreiras naturais e também outras variáveis. (TOTVS, 2022).

A importância da roteirização no contexto das entregas *Last Mile* continua a crescer, em paralelo com a expansão da demanda e o aumento das expectativas dos clientes finais. Nesse sentido, os clientes valorizam cada vez mais a rapidez nas entregas, enquanto as empresas buscam atender a essas expectativas, com custos mantidos em níveis mínimos (SAITO *et al.*, 2010).

2.2.2. *Softwares* de roteirização

Marques (2002) ressalta que os *softwares* de roteirização têm a funcionalidade de planejar e controlar rotas e modais a serem utilizados, tudo isso visando solucionar possíveis problemas que poderiam ocorrer em uma roteirização tradicional, por exemplo, envolvendo o tempo de parada, disponibilidade de trajeto e até mesmo documentos. A figura 3 ilustra o funcionamento desses *softwares*:

FIGURA 3: Funcionamento de um *software* de roteirização



Fonte: Marques (2002).

Para Marques (2002) existem diversos *softwares* para roteirização, os quais apresentam características diferentes, desde um modelo mais simplificado, que utiliza informações de coordenadas para definir rotas, e outros com maiores informações, como as barreiras geográficas e os mais automatizados, com malha geográfica e possibilidade de rastreamento.

Para saber qual *software* é mais adequado para o dia a dia da empresa, é necessário:

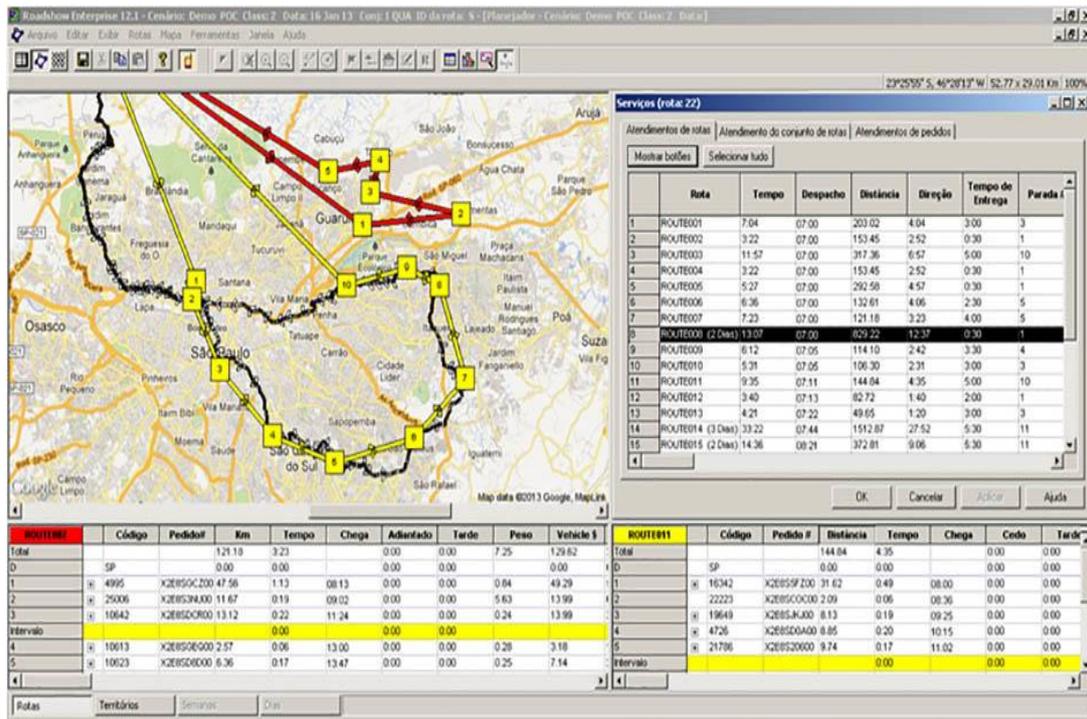
- a) Definir objetivos - o que a empresa quer alcançar com a implementação de um *software* de roteirização?
- b) Qual o tipo de frota que a empresa faz uso - o *software* deve se adequar aos veículos e a estrutura de rota, que esses irão percorrer.
- c) Analisar as funcionalidades do *software* durante o dia a dia, sua facilidade de operação - atualização em tempo real, cálculo de rota e se os funcionários conseguirão se adaptar ao modo de uso. Importante, também, avaliar o suporte técnico - caso dificuldades apareçam no meio do caminho é importante assistência técnica. (COBLI, 2022).

Quando já contratados, é necessário alimentar o *software* constantemente com informações atualizadas (CEP, restrições de horário, restrições de frotas e rotas). Esse é o principal fator, para que a utilização diária ocorra sem qualquer problema. (RAGO, 2002).

Na visão de Costa (2017) existem diversos *softwares* de roteirização disponíveis no mercado, dentre esses:

- a) *Roadshow* — é um dos pioneiros no mercado, além de rotas de entrega e coleta, modela planejamento de vendas, monitoramento de entrega, escolha de veículo e é de fácil utilização (ROUTING). Esse *software* utiliza alguns módulos que influenciam o nível de *performance*, como o *Descartes On Demand* (monitoramento em tempo real), *Descartes Route Planner* (permite agendamento de coleta e entrega em tempo real), e o *PerforMAXXI* (compara de forma contínua as rotas já planejadas com as estimadas e as realizadas). (ROUTING)

Figura 4: Exemplo de utilização do software Roadshow



Fonte: Routing (www.routing.com.br)

- b) *Roadnet* — utilizado no Brasil, possibilita a criação de territórios que otimizam os roteiros de distribuição e coleta, juntamente com seus métodos de *Territory Planner* que põe rotas de venda e rotas de entrega em uma mesma estratégia,
- c) *Fleet Loader* — solicita o carregamento de veículo de forma personalizada à empresa requerente,
- d) *Mobile Cast* — permite, além do rastreamento padrão, uma comparação entre o que está sendo executado e o planejamento de rota e o *DashBoard* que é o indicador de gráfico, se solicitado pela empresa.

3. MÉTODO

O uso de softwares de roteirização está otimizando o processo *Last Mile* com a redução de custo, menor tempo de trânsito e aumento na precisão de entrega. (RAGO, 2002). Diante desse contexto, o presente estudo busca responder o seguinte problema de pesquisa: Como os softwares de roteirização influenciam na eficiência e eficácia da operação *Last Mile* em ambientes urbanos, e de que maneira essa tecnologia está contribuindo para atender às

crescentes expectativas dos clientes por entregas de última milha precisas e rápidas?

Com base no problema pesquisa apresentado, o artigo tem como principal objetivo avaliar como os *softwares* de roteirização impactam na eficiência e a eficácia da operação *Last Mile* em ambientes urbanos. Além disso, o estudo busca também compreender, de que forma essa tecnologia está contribuindo para atender às crescentes expectativas dos clientes por entregas de última milha precisas e rápidas.

Tendo em vista, o objetivo geral citado anteriormente, os objetivos específicos do presente trabalho estão focados em:

- Realizar uma avaliação do processo de roteirização executado pela empresa DHL Express na cidade de São Paulo.
- Identificar e compreender os principais desafios enfrentados na operação *Last Mile* da empresa investigada.
- Avaliar como a implementação de *software* de roteirização tem impactado a operação *Last Mile* da empresa investigada.

A investigação a ser desenvolvida está embasada em uma pesquisa qualitativa, descritiva e bibliográfica, apoiada em um estudo de caso realizado na empresa DHL Express situada na cidade de São Paulo, SP.

Os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados na elaboração da presente investigação foram, a análise crítica da literatura pertinente ao tema, em livros, teses, dissertações e artigos científicos, bem como em uma visita técnica às instalações da empresa investigada e também na realização de entrevistas com o diretor executivo, o senhor Amaury Furlaneto Vitor.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

4.1. Descrição da empresa Investigada

De acordo com o site da empresa (www.dhl.com) e nas palavras do diretor de operação (o senhor Amaury Vitor), foi possível realizar uma análise da operação logística da empresa investigada.

A DHL é uma das mais reconhecidas e respeitadas empresas de Logística e Courier do mundo, com uma história de inovação, compromisso com a excelência e foco na satisfação do cliente, a empresa construiu uma reputação sólida como líder no mercado de entregas. Fundada em 1969, por

três empresários norte-americanos: Adrian Dalsey, Larry Hillblom e Robert Lynn, a empresa foi criada para atender à crescente demanda por serviços de entrega e logística internacional, e sua visão revolucionou a maneira como as remessas internacionais eram tratadas na época. A DHL cresceu para se tornar uma das maiores empresas de logística e courier do mundo, oferecendo serviços de entrega expressa em todo o globo, faz parte do grupo Deutsche Post DHL, um gigante global no setor de logística, com presença em mais de 220 países.

A empresa é amplamente reconhecida por suas operações de transporte expresso, incluindo entregas rápidas de pacotes e correspondências, mas sua atuação vai muito além disso, a DHL oferece uma variedade de serviços, incluindo logística de cadeia de suprimentos, soluções de comércio eletrônico, transporte aéreo e marítimo, transporte rodoviário e muito mais.

A DHL é dividida em várias divisões de negócios, cada uma focada em atender a diferentes necessidades de transporte e logística:

- I. **DHL Express:** Divisão que cuida das entregas expressas internacionais, garantindo que as encomendas cheguem aos seus destinos rapidamente. Com o foco no *courier*, são entregues pequenos pacotes e/ou documentos em no máximo 4 dias.
- II. **DHL Global Forwarding:** Essa divisão lida com o transporte de carga aérea e marítima, oferecendo soluções de transporte de mercadorias para clientes em todo o mundo, de uma forma mais barateada por quilo, porém mais demorado.
- III. **DHL Supply Chain:** Divisão que cuida das soluções de gerenciamento de cadeia de suprimentos e logística para empresas.
- IV. **DHL eCommerce Solutions:** Oferece soluções de *e-commerce* para empresas que buscam gerenciar suas operações de comércio eletrônico de forma eficaz.
- V. **DHL Freight:** Divisão se concentra no transporte rodoviário de mercadorias na Europa.

A DHL é reconhecida por oferecer soluções logísticas personalizadas especificamente para empresas, seus serviços abrangentes incluem o gerenciamento de cadeia de suprimentos, armazenagem, distribuição e logística de valor agregado. Contando com sua especialização no transporte de cargas perigosas, a empresa oferece soluções seguras e rigorosamente regulamentadas para o manuseio e transporte desse tipo de mercadoria, garantindo total conformidade com as normas e regulamentos que controlam o transporte de mercadorias perigosas em nível global. Essa especialização confere à DHL uma posição de destaque na logística, sendo uma escolha confiável para empresas que lidam com cargas perigosas.

Com escritórios e instalações em quase todos os países, a DHL desempenha um papel fundamental que facilita o comércio internacional e atende uma ampla gama de necessidade de transporte. A conexão que a empresa consegue criar entre fornecedores e consumidores ao redor do mundo são devido à suas soluções logísticas tecnológicas e inovadoras e suas entregas expressas confiáveis. Sua missão é fornecer soluções de transporte e logística de classe mundial, conectando pessoas e empresas e entregando desde pequenas encomendas até cargas de grandes dimensões.

4.1.1 A DHL EXPRESS

A DHL Express oferece uma ampla gama de serviços que abrangem desde entregas expressas nacionais e internacionais até soluções de frete aéreo e marítimo, incluindo transporte de cargas perigosas e muito mais. A empresa opera por meio de uma extensa rede global, composta por *hubs* estratégicos, centros de triagem altamente eficientes e centros de atendimento ao cliente, garantindo que as entregas sejam realizadas com rapidez e precisão.

Com uma impressionante equipe global, a DHL Express emprega mais de 600.000 funcionários em todo o mundo, estendendo a sua presença a mais de 220 países. Sua frota de transporte é composta por 500 aviões e 20.000 veículos, dedicados a atender às necessidades logísticas de seus clientes.

No Brasil, a DHL Express, a qual tem sua sede operacional localizada na Av. Embaixador Macedo Soares, Nº 10735, no bairro Lapa, em São Paulo, opera com uma equipe de 1.100 funcionários, proporcionando atendimento em um total de 3.600 cidades. Além disso, a mesma mantém 15 filiais próprias, que servem como centros de distribuição estratégicos. Adicionalmente, conta com uma média de 30 franqueados e mantém uma frota de 350 veículos para atender às demandas logísticas, de forma abrangente em todo o território brasileiro. A empresa está comprometida com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental, buscando constantemente maneiras de reduzir sua pegada de carbono e adotar práticas comerciais ecologicamente corretas.

4.2. Análise dos dados coletados em pesquisa

Com os dados obtidos na empresa foi possível identificar o processo de roteirização na empresa, assim como seus passos para atender as expectativas de seus clientes finais.

4.2.1. Importância do *software* de roteirização na operação *Last Mile*

O processo de roteirização na empresa é um componente fundamental para otimizar a eficiência e a eficácia da operação de entrega, especialmente no cenário desafiador do *Last Mile*. Com os *softwares* de roteirização a visualização sobre os equipamentos mais custosos tornou-se mais eficaz, visto que, os veículos, motoristas, ajudantes, podem agora executar um trajeto mais seguro e capaz, evitando possíveis avarias.

O uso do *software* de roteirização, é essencial para otimizar a operação *Last Mile* da empresa. Esse ajuda no gerenciamento e controle de uma série de desafios, desde a elaboração de rotas eficientes até a notificação proativa dos clientes sobre horários de entrega. Tendo em vista que, o cliente final está comprando o tempo de trânsito e a informação de onde o produto está localizado, o *software* de roteirização utiliza *checkpoints* (pontos de verificação) registrados em cada terminal para fornecer estimativas de horário de entrega. Essa abordagem evita problemas, como entregas em locais vazios, que podem ocorrer durante a operação *Last Mile*.

A utilização desse *software* oferece diversos benefícios, incluindo a redução dos tempos de entrega, a superação de obstáculos e a simplificação

da compreensão das rotas. O processo de roteirização, na empresa DHL é apoiado pelo *software Roadmap*, o qual desempenha um papel fundamental em várias etapas do planejamento e execução das rotas de entrega.

4.2.2. Processo de roteirização

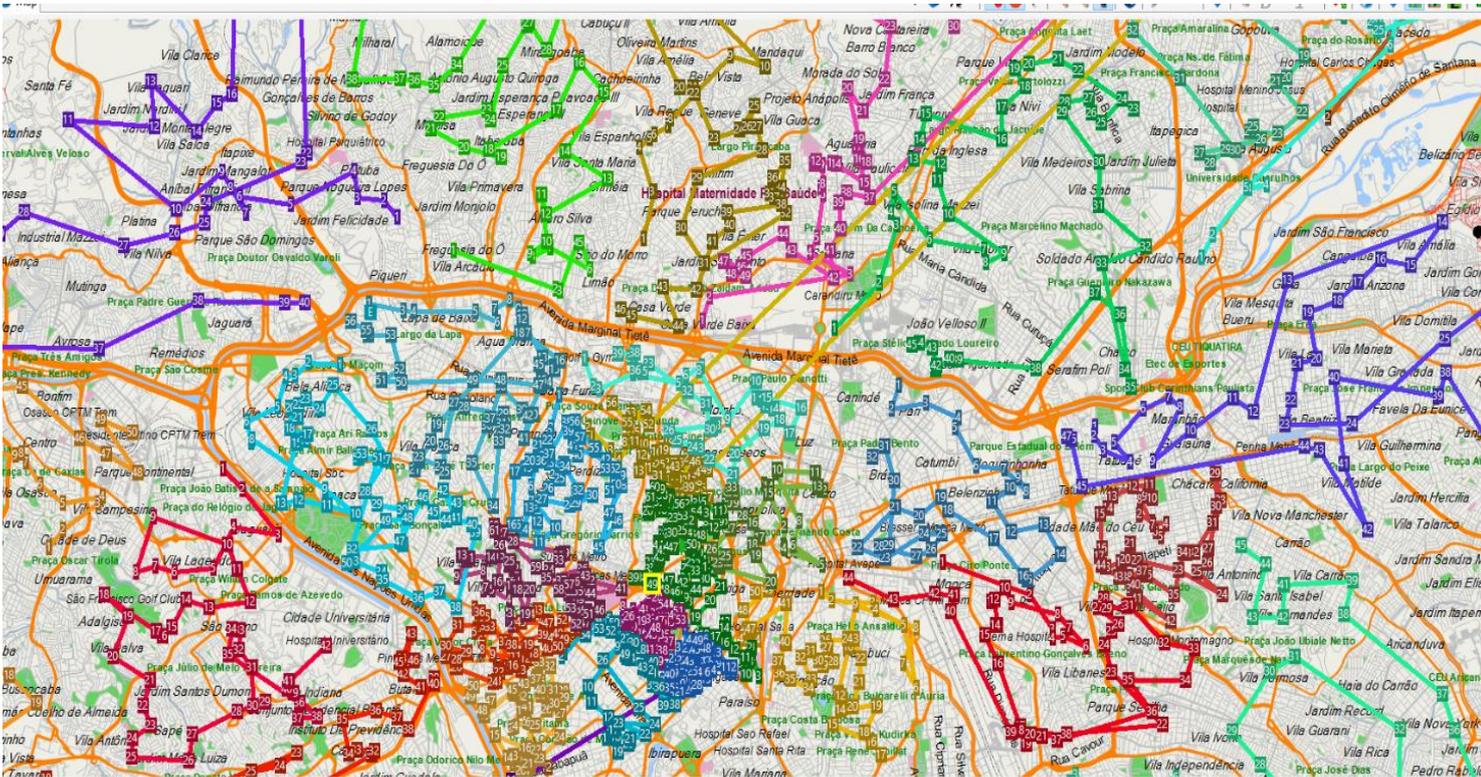
O ciclo de roteirização começa com a coleta de materiais, na qual um *checkpoint* é realizado para inserir os dados da coleta no sistema. Ao chegar no centro de distribuição, o material passa novamente pelo *checkpoint*, notificando o sistema sobre a chegada da encomenda.

É essencial que os dados sejam confirmados para que o sistema possa liberar a rota a ser seguida para a entrega. Esse procedimento é adotado, como medida de segurança, propondo garantir a verificação das informações.

Importante destacar que a empresa opera em São Paulo com duas filiais estrategicamente localizadas, uma próxima ao Aeroporto de Guarulhos e outra nas proximidades do Aeroporto de Congonhas, essa divisão por áreas permite a distribuição igualitária das responsabilidades de entrega e coleta, determinando a quantidade de rotas que podem ser realizadas em cada zona da cidade. Após o processamento de informações, o *software Roadmap* faz uma Rota Master/Matriz utilizando o CEP de todas as encomendas a serem entregues. Essa partição por CEP desempenha um papel fundamental no processo.

A figura 5 apresenta a figura de uma rota matriz executada por meio do *software Roadmap*:

Figura 5: Desenho das rotas com o *software RoadMap*



Fonte: DHL Express (2023)

Como a rota Matriz utiliza apenas as informações gerais, algumas rotas podem ficar com excesso de entregas ou coletas, necessitando de alguns ajustes manuais (considerando fatores como, o número de paradas e as condições de tráfego), estabelecendo um limite máximo de 50 paradas por rota ao dia. Isso garante a efetividade da operação, contribuindo para que, os prazos de entrega possam ser cumpridos de forma confiável.

Após a roteirização ser confirmada, as encomendas estão prontas para serem entregues, confirmando a etapa *Last Mile*. A figura 6 apresenta o processo, desde a coleta até a última entrega.

Figura 6: Processo de Roteirização até a entrega *Last Mile*



Fonte: Elaborado pela autora, com base nas informações fornecidas pela empresa.

4.2.3. Utilização do *software Roadmap* no apoio à operação *Last Mile*.

O *software Roadmap* fornece funcionalidades essenciais para o planejamento de rotas. Para elaborar trajetos cada vez mais efetivos, o *software* utiliza o histórico de paradas para coleta e entrega, e, baseado em parâmetros de tempo de entrega e CEP, elabora percursos que sejam ideais. A figura 7 apresenta os dados que o *Roadmap* faz uso quando elabora um mapa, tais como: total de paradas, pontos de entrega, pontos de coleta, tempo utilizado, falhas, horas, quilometragem, tempo parado e outros.

Figura 7: Legenda do *RoadMap* referente à figura 5

Route Name	Total Stops	Delivery Stops	Pickup Stops	Time Utilized	SPORH	Service Failures (Stops)	Hours	Total kms
GRE1	56	55	1	73.20%	10.55	0.00	6.72	119.75
GRE2	2	2	0	24.42%	0.99	0.00	2.43	87.81

Fonte: DHL Express (2023).

Após elaborada a rota Matriz, o processo passa para a próxima etapa, que é a otimização diária utilizando o *FLEXING*⁵. As rotas matrizes são geradas visando maior eficiência, mas nem todos os trajetos são funcionais devido a algumas restrições, como tempo de parada dos funcionários. O ROP (*Routing Optimization Program/Programa de Otimização da Rota*) atua nesse momento balanceando as rotas que podem estar sobrecarregadas. Quando uma rota está sobrecarregada, pode resultar em atrasos, entregas perdidas ou insatisfação dos clientes.

Para que haja um equilíbrio das cargas nas rotas, é necessário redistribuir as paradas entre diferentes rotas, o qual pode ser feito analisando os dados em tempo real sobre o *status* das entregas, a localização dos veículos e sua capacidade de carga. Com base nessas informações é possível identificar as rotas que estão sobrecarregadas e aquelas que apresentam capacidade para acomodar mais paradas.

Ao mover algumas paradas de uma rota sobrecarregada para outra com capacidade é possível equilibrar as cargas e assim garantir que todas as entregas sejam feitas de maneira eficiente e dentro do prazo. Essa abordagem dinâmica e flexível ajuda a otimizar o processo de entrega, minimizando atrasos e melhorando a satisfação do cliente.

Por fim, o *software* gera uma sequência de entregas para os *couriers* (entregadores), monitorando constantemente o tempo e, assim, permitindo a notificação aos clientes sobre a chegada de seus pedidos.

Um dos módulos de suporte ao *Roadmap*, é o DEBRIEF o qual aponta em tempo real o número da parada a ser feita, se o *checkpoint* foi realizado, em qual horário e a duração. As Figuras 8 e 9 ilustram a utilização desse módulo

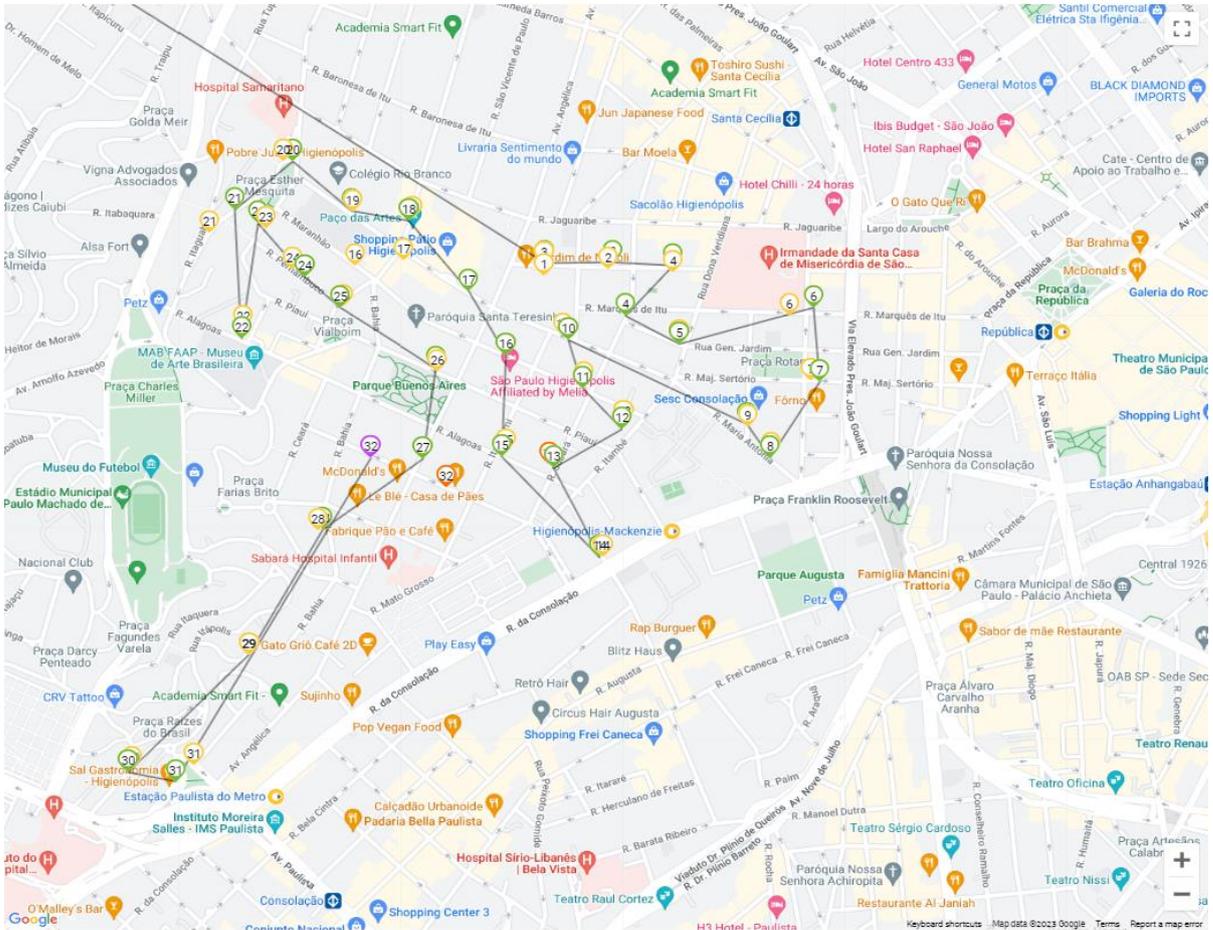
⁵ Método para balancear as rotas quando as entregas chegam no *hub* e existem discrepâncias de carga entre regiões. Dessa forma, ele evita deixar alguns *couriers* com mais paradas que outros, equalizando as rotas. (DHL, 2023)

Figura 8: Detalhamento de informações no DEBRIEF

Stop	Time	Chkpt	Duration	SD Geocode	Chkpt Geocode
D	10:22:42	DEPAR		-23.5133703,-46.7037605	
1	11:03:53	OK	41M 11S	-23.5428951,-46.6553943	-23.5425826,-46.6553762
	11:05:11	OK		-23.5427239,-46.6553581	-23.5426368,-46.6552564
2	11:07:52	OK	2M 41S	-23.5427318,-46.653807	-23.5425674,-46.6537081
3	11:11:13	OK	3M 21S	-23.5426061,-46.6553909	-23.5426422,-46.6521944
4	11:16:11	OK	4M 58S	-23.5427999,-46.6522058	-23.5438462,-46.6533802

Fonte: DHL Express (2023).

Figura 9: Mapa DEBRIEF com número de paradas



Fonte: DHL Express (2023).

Já o módulo SHERLOC (*Shipment Explorer & Locator*), aponta de forma detalhada, a origem e destino da carga, adiciona detalhes ao processo, como quem recebeu a entrega, a que horas e até mesmo seu documento de identificação, deixando o processo de entrega mais confiável, caso exista alguma reclamação futura, por parte dos clientes.

4.2.4. Desafios enfrentados no *Last Mile*

A colaboração contínua com a equipe de engenharia e a implementação de módulos de suporte como o DEBRIEF, SHERLOC, GPS, têm sido incentivos para a inovação, mas, em meio ao sucesso, sempre há a existência de desafios.

Um desses desafios, que surge no processo de roteirização da empresa é a necessidade de determinar quantas rotas serão necessárias para a quantidade de itens que chegam ao *hub*, levando em consideração, o número de paradas e outros fatores, como perfil de rota, quilometragem rodada e condições de tráfego. O *Roadmap* oferece a funcionalidade exclusiva de parametrização de rotas, permitindo a adaptação das paradas de acordo com as necessidades.

Para tal, a equipe de engenharia desempenha um papel crucial no processo, contribuindo com sua *expertise* na otimização das rotas, redução de tempo de entrega e acesso aos locais de difícil abordagem. Como o sistema necessita de uma constante fonte de informação, as vezes, as rotas não conseguem suprir as restrições desejadas. O planejamento por região, juntamente com a distribuição por CEP, simplifica o entendimento das rotas, e é nesse momento, que a equipe de engenharia interfere, analisando a estrutura das rotas matrizes, inicialmente criadas, bem como as condições de trânsito e estradas, para remodelar a rota, redesenhando-a de uma forma coerente, com as condições previamente estabelecidas.

4.2.5. Métricas de Avaliação

Com a métrica de avaliação e os indicadores de desempenho é possível avaliar constantemente e melhorar o processo, levando em consideração diferentes locais, filiais e rotas. Os indicadores de *performance* (*Keys Performance Indicators — K.P.I*) utilizados são:

- SPR (*Stops per Route*): determina quantas paradas por rotas podem ser feitas para que o fluxo de entregas e coletas possam ser feitas de uma forma contínua. No Brasil, tem-se a média de 40 paradas por rota.
- SPORH (*Stops per rote*): Com a divisão da quantidade de paradas pelas horas de trabalho, esse indicador apresenta a quantidade de paradas por hora, que no Brasil, são em média, 5 paradas por hora, levando em consideração a quantidade de paradas.
- SPK (*Stops per Km*): Aponta quantos quilômetros são rodados para realizar uma parada. Em uma média Brasil, são 3km por parada.

Em se tratando das métricas de *performance*, a DHL também utiliza o método de comparação com outros países, filiais, rotas e *courier*, analisando os melhores resultados em relação ao tempo por parada e otimização de rotas.

O compromisso com a melhoria contínua e a adaptação às demandas em constante mudança, são fundamentais para o sucesso da operação logística da empresa. A implementação do *software* e todo o processo envolvendo os motoristas e a equipe de engenharia são monitorados e revisados regularmente, garantindo uma entrega efetiva no *Last Mile*.

4.2.6. Implementação dos *softwares* de roteirização na DHL nas operações em São Paulo: Bom ou mau?

A implementação do software de roteirização como o *Roadmap*, acarretou um impacto altamente positivo na operação *Last Mile* da empresa em sua operação na cidade de São Paulo. Sua eficiência operacional ao criar rotas mais eficientes e eficazes que possibilitaram a redução na quilometragem percorrida, número de paradas por rotas e o tempo gasto, modificou a forma com que a empresa entrega seu serviço na operação *Last Mile*.

Além disso, ajudou a reduzir os custos operacionais, haja vista que, menos tempo nas estradas e menos combustível consumido contribuíram para economias significativas, beneficiando o resultado financeiro da empresa. A satisfação do cliente, também é um resultado crucial dessa implementação, sua capacidade de cumprir prazos de entrega e notificar os clientes sobre o *status* de suas entregas melhora a experiência do cliente, principalmente em uma cidade como São Paulo, onde as pessoas precisam se programar para receber a encomenda, para não afetar sua rotina.

A empresa também se beneficia do monitoramento em tempo real permitindo gerenciar e ajustar a operação conforme for necessário, bem como rastrear a localização dos veículos, o que é fundamental para a operação *Last Mile*, isso fortalece a reputação da DHL e contribui para a fidelização dos clientes.

A implementação do *Roadmap* também se adaptou aos desafios inerentes à operação *Last Mile*. A flexibilidade e adaptabilidade oferecidas pelo *software* foram essenciais para enfrentar esses desafios de forma eficaz,

como o balanceamento de rotas, a imprecisão nas informações preenchidas pelo cliente e as mudanças nas condições de tráfego.

Em suma, a implementação do *software* tem otimizado, de maneira sensível, a operação *Last Mile* da DHL em São Paulo, impactando na redução de custos e, principalmente, na maior satisfação dos clientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação abordou a operação logística da empresa DHL Express, explorando em detalhes o processo de roteirização, especialmente no desafiador contexto *Last Mile*. O *software Roadmap*, como peça central dessa jornada, revelou-se uma ferramenta efetiva na busca pela redução de custos e satisfação dos clientes dentro desse processo.

O papel fundamental do *Roadmap* começa quando os materiais chegam à empresa, com os dados históricos, o *software* desenha rotas que são precisas e eficientes, respeitando as restrições horárias impostas pelas complexidades das coletas e entregas simultâneas. A capacidade de reagir dinamicamente às novas coletas ao longo do dia é uma característica crucial, permitindo ajustes em tempo real, otimizando a operação.

Tendo em vista a busca pela otimização diária, a necessidade de informação constante no sistema conduz o *Roadmap* a enfrentar as variações imprevisíveis nas demandas regionais. Já o *Flexing* das rotas, embora exija intervenção especializada, garante que cada região seja atendida de forma equalitária, maximizando a eficiência operacional.

A colaboração contínua com a equipe de engenharia e a implementação de módulos de suporte (como o *Sherloc*) têm sido catalisadores para a inovação, reduzir tempos de entrega, onde a otimização das rotas é apenas algum dos benefícios, fruto dessa colaboração.

A segmentação por CEP é o alicerce, sobre o qual se constroem as rotas permitindo uma distribuição coesa e organizada. A sua capacidade de gerar sequências de entrega para os *couriers*, combinada com a visibilidade total das rotas, fornece eficiência operacional e a experiência transparente para os clientes.

Por fim, a investigação tende a confirmar que, a implementação cuidadosa de *softwares* de roteirização é essencial para otimizar uma operação *Last Mile*, no entanto, mais do que uma solução estática, é uma jornada em constante evolução. Dessa forma, o *Roadmap* e outras ferramentas associadas não devem ser encarados, apenas como tecnologia, mas sim, como um parceiro estratégico, que procura oferecer uma experiência de melhoria, com foco na redução de custos e no estabelecimento de novos padrões para a satisfação dos clientes.

REFERÊNCIAS

ALLEN, Julian et al. Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 61, p. 325-338, 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman. Editora, 2009.

BOYSEN, N.; FEDTKE, S.; SCHWERDFEGER, S. Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. **OR Spectrum**, v. 43, p. 1-58, 2021.

COSTA, Claudio F. Caetano Fonseca. **Software de Roteirização**. 2 mar. 2017. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/software-de-roteriza%C3%A7%C3%A3o-claudio-f-caetano-fonseca-costa/?originalSubdomain=pt>. Acesso em: 18.set.2023

CRUZ, W. L. M. **A expansão dos Prestadores de Serviços Logísticos (PSLs) no Brasil nas duas primeiras décadas do século XXI: agentes, processos e tendências**. 2021. 319 f. Tese (Doutorado em Geografia) — Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CUNHA, C. B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes**, São Paulo: v. 8, n. 2, p. 51-74, 2000

DELOITTE. **Relatório Técnico: Holiday retail travel forecast 2022**. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/articles/us175738_holiday-retails-travel/DI_2022-Holiday-retail.pdf. Acesso em: 17.set.2023

DHL. Disponível em: <https://www.dhl.com/br-pt/home.html>. Acesso em: 24 set.2023

FLEETROOT. **Revolucionando a Eficiência: O Poder da IoT na Logística Last Mile**. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/revolutionizing-efficiency-power-iot-last-mile-logistics-fleetroot/>. Publicado em: 12.jul.2023 Acesso em 15.out.2023.

GALVÃO, R. D. Roteamento de Veículos com base em sistemas de informação geográfica. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 4, n.2., p. 159-173, agosto de 1997.

INPOST UK. Disponível em: <https://inpost.co.uk/>. Acesso em: 14.set.2023

LIM, S. F. W. T.; JIN, X.; SRAI, J. S. Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 48, n. 3, p. 308–332, 22 mar. 2018.

MACHARIS, Cathy; MELO, Sandra. Introduction-city distribution: challenges for cities and researchers. In: **City distribution and urban freight transport: multiple perspectives**. Edward Elgar Publishing Ltd., 2011. p. 1-9.

MARQUES, Vitor. Utilizando o Transportation Management System para uma gestão eficaz de transportes. **Revista Tecnológica**, ano VI, nº 77, 2002

MCKINSEY & COMPANY. **How Customer Demands Are Reshaping Last-Mile Delivery**. McKinsey & Company, 2016.

MCKINSEY. **Parcel delivery: The future of last mile**. McKinsey Travel, Transport and Logistics. 2016.

MUNDO Logística Revista. Lockers InPost são lançados no Brasil | **Revista Mundo Logística**. Publicado em: 03/02/2017. Disponível em: <https://www.revistamundologistica.com.br/noticias/lockersinpost-sao-lancados-no-brasil>. Acesso em: 14.set.2023

LASETER, Tim; EGOL, Matt; BAUER, Scott. Navigating Retail's Last Mile. **Forbes**, 16 de novembro de 2015. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/strategyand/2015/11/16/navigating-retails-last-mile/?sh=100692388dbc>. Acesso em: 20 set. 2023

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

ABCOMM - Associação Brasileira de Comércio Eletrônico. **Logística no e-commerce brasileiro**. Disponível em: <https://www.abcomm.org/Pesquisas/Pesquisa-ABComm-Logistica-Ecommerce-2017.pdf>. Acesso em: 10. set.2023

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. São Paulo: Atlas, 2001.

RAGO, Sidney F. T. Estratégias para distribuição e transportes (II). **Revista Log&Mam – Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais**, ano XXIII, nº 146, 2002.

REINA, C. D. **Roteirização de veículos com janelas de tempo utilizando algoritmo genético**, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ROUTING (Org.). Roadshow. Disponível em:
<https://www.routing.com.br/roteirizador-roadshow>. Acesso em: 14.set.2023

SAITO, CELISA MITSUKO; MONTEIRO, ROGÉRIO; GOMES, CLÁUDIO ANTÔNIO. **Última Milha: Um Grande Desafio Na Logística Das Vendas Via Internet**. TCC apresentado ao curso de Tecnologia em Logística e Transportes da Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. São Paulo: FATEC, 2010.

SCHWAB, Klaus. **Aplicando a quarta revolução Industrial**. São Paulo: Ed. Edipro, 2018.

TOTVS. **Last Mile: Entenda a Importância da Última Milha na Logística**. TOTVS Blog. <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/last-mile/>. Acessado em: 12.set.2023

WHAT are First Mile, Mid Mile, and Last Mile? Disponível em:
https://www.reddit.com/r/SupplyChainEducation/comments/zmhezz/what_are_first_mile_mid_mile_and_last_mile/?rdt=32903. Acesso em: 15.set.2023