

ROTEIRIZAÇÃO VEICULAR: UMA SOLUÇÃO EFICIENTE PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS NO SETOR DE TRANSPORTE

Glaysen Silva Visgueira¹
Fernando Custódio²
Ronaldinho Venâncio³
Mauro José Araújo de Melo⁴

RESUMO: A competitividade entre empresas prestadoras de serviços é cada vez mais acirrada, gestores buscam obter soluções que propiciam operações em supremacia, com objetivo de agregar valor aos serviços prestados e assegurar a alta qualidade do nível de serviço, sendo que ao mesmo tempo evitar o desperdício de recursos é uma preocupação constante. Como forma de mitigar esses custos operacionais, é cada vez mais comum a aplicação de ferramentas tecnológicas para controlar, auditar e a partir de dos dados coletados, gerar informação que pode ser utilizada na tomada de decisões em situações de grande importância de âmbito gerencial. Esta pesquisa tem como objetivo geral propor o uso de softwares de roteirização veicular como alternativa viável para a redução de custos. Assim, os objetivos específicos são: caracterizar o problema de roteirização, demonstrar a necessidade do uso de sistemas roteirizadores e analisar superficialmente algumas opções de softwares de roteirização disponíveis no mercado. A problemática que norteia este estudo encontra-se voltada para a otimização do setor de transporte empresarial, de modo a obter redução de custos logísticos. O aporte teórico provém de Novaes (2007), Cunha (2000), Ballou (1993), Melo (2000), entre outros. O estudo é descritivo, qualitativo e utiliza a pesquisa bibliográfica como procedimento técnico de pesquisa. O método de abordagem é dedutivo e o método de procedimento é monográfico. Constatou-se que a utilização de roteirizadores para auxílio em empresas logísticas realiza a redução dos custos logísticos, porém eleva a qualidade no nível de serviço prestado.

Palavras-chave: Roteirização. Sistemas roteirizadores de veículos. Redução de custos.

¹ Graduando do curso de Sistemas de Informação – UNINASSAU, E-mail: glaysonwow@gmail.com.

² Graduando do curso de Sistemas de Informação – UNINASSAU, E-mail: fernando.guitarsolo4@gmail.com.

³ Graduando do curso de Sistemas de Informação – UNINASSAU, E-mail: ronaldinhosilva2017@gmail.com.

⁴ Mestre em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão, Professor e Orientador na Faculdade Uninassau de Teresina – PI, E-mail: maurojosemelo@gmail.com.

ABSTRACT: The competitiveness between service providers is increasingly fierce, managers seek solutions that provide supremacy operations, with the objective of adding value in the services provided and ensuring the high quality of the service level, while avoiding waste of resources is a constant concern. As a way of mitigating these operating costs, it is increasingly common to apply technological tools to control, audit and from the collected data, generate information that can be used in decision making in situations of great importance at the managerial level. This research has as its general objective, to propose the use of vehicular routing software as a viable alternative to reduce costs and as specific objectives, to characterize the routing problem, to demonstrate the need for the use of routing systems and to superficially analyze some software options of available on the market. The problem that guides this study is aimed at optimizing the business transport sector, in order to obtain a reduction in logistics costs. The theoretical contribution comes from Novaes (2007), Cunha (2000), Ballou (1993), Melo (2000) among others. The study is descriptive, qualitative and uses bibliographic research as a technical research procedure. The approach method is deductive and the procedure method is monographic. It was found that the use of scriptwriters to assist logistic companies reduces logistics costs, but raises quality in the level of service provided.

Keywords: Routing. Vehicle Routing System. Cost reduction.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está tão presente nas rotinas diárias do homem moderno, que é difícil mensurar o que aconteceria se, por algum motivo desconhecido, ela desaparecesse. O uso de ferramentas tecnológicas, com o objetivo de resolver problemas que anteriormente eram resolvidos de maneira arcaica, com ausência de padronização de processos que influenciassem no melhor aproveitamento de seus recursos, é sem dúvida, espantosa.

Nesse sentido, aumentar o nível de qualidade de serviço impacta no crescimento do grau de satisfação do cliente, e obter esses resultados aliados ao menor custo possível de operação é essencial para o sucesso das operações logísticas que têm como finalidade prover insumos no lugar correto, no tempo certo, com processos padronizados, preço justo e com prestação de serviços de qualidade. Assim, faz-se necessária a procura de alternativas que potencializem a qualidade desse nível de serviço, consequentemente, elevando o grau de satisfação do cliente e agregando valor ao serviço prestado (GOMES, 2004).

Anderson e Mittal (2000) afirmam que clientes satisfeitos tendem a repetir o consumo e a divulgar a organização a outros potenciais clientes, o que leva a um aumento no volume de negócios e a um maior lucro operacional da organização. Para alcançar essas metas, utilizar sistemas informatizados é fundamental. Para Branski (2008), o papel dos Sistemas de Informação é coletar dados através de eventos que ocorrem no mundo real, processar e

transformar em informação válida e útil para seres humanos utilizarem em diversas atividades, já que na prática, sistemas de informação estão presentes na maioria absoluta dos processos e atividades administrativas ou operacionais que necessitam de constante agilidade, precisão e confiabilidade no acesso a informações.

Coordenar o fluxo de informações eletrônicas para serem utilizadas por softwares de apoio à decisão pode proporcionar a redução de custos logísticos. Nesse contexto, ao decorrer deste trabalho, serão demonstradas as vantagens do uso de ferramentas de Sistemas de Informação, mais especificamente na categoria softwares de roteirização veicular, que são ferramentas de apoio à decisão.

Diante da explanação, pode-se demonstrar que o tema deste estudo foi originado a partir da procura da redução de custos logísticos no setor de transporte de uma empresa, com o intuito de elevar a qualidade desse serviço.

Voltando-se para solucionar esse problema, apresenta-se como objetivo geral a proposta de usufruir de softwares voltados à roteirização veicular como alternativa viável para a redução de custos. Assim, os objetivos específicos são: caracterizar o problema de roteirização, demonstrar a necessidade do uso de sistemas roteirizadores e analisar superficialmente algumas opções de softwares de roteirização disponíveis no mercado.

Este trabalho torna-se válido por demonstrar as vantagens de se obter ferramentas de automação voltadas ao setor de transporte, a fim de obter resultados benéficos que posteriormente podem impactar a sociedade, esta que pode consumir serviços com preços mais justos e com a qualidade desejada que justifique a aquisição. Através deste estudo, é possível ter uma visão mais clara e precisa sobre o assunto, servindo para nortear futuros testes e investimentos. O interesse no tema surgiu através da visualização da necessidade imposta ao setor de transportes de empresas varejistas.

Os teóricos Novaes (2007), Cunha (2000), Ballou (1993) e Melo (2000), entre outros, fornecem o embasamento teórico necessário, através de artigos publicados os quais este estudo utiliza como referências. Ao fim deste estudo, é evidenciado que o uso de softwares de roteirização veicular é uma alternativa eficaz e eficiente para reduzir os custos logísticos no setor de transporte e elevar a qualidade do nível de serviço, além de fornecer o diferencial competitivo necessário.

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: no tópico MATERIAIS E MÉTODOS, apresentamos o processo metodológico da pesquisa, assim como as técnicas de coletas de dados e suas formas de análise. No tópico PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO E

SISTEMAS ROTEIRIZADORES DE VEÍCULOS apresenta-se o que é o problema de roteirização veicular, além de discutir o avanço tecnológico que possibilitou a criação dos sistemas roteirizadores. No tópico APLICATIVOS QUE IMPACTARAM A LOGÍSTICA EMPRESARIAL COM SUA UTILIZAÇÃO, serão analisadas superficialmente algumas ferramentas de roteirização disponíveis no mercado. Por fim, o tópico CONSIDERAÇÕES FINAIS será destinado à conclusão deste artigo, assim como as perspectivas para futuros trabalhos.

1. 1 Materiais e Métodos

Este capítulo apresenta o processo metodológico utilizado nesta pesquisa científica. Nesse sentido, Macedo (1995) ressalta que o papel da pesquisa científica é utilizar corretamente os métodos científicos para demonstrar a correlação entre fatos e fenômenos, a fim de propor soluções para determinado problema.

Portanto, sobre os procedimentos técnicos utilizados, aqui é determinada a pesquisa bibliográfica. Esta modalidade de pesquisa é conceituada por Macedo (1995) como uma revisão da literatura existente sobre um determinado assunto, a fim enriquecer o trabalho com fontes de pesquisas que fornecem embasamento teórico necessário através de estudos publicados como livros, artigos, teses, etc.

Os dados a serem demonstrados no decorrer deste trabalho serão secundários, oriundos de análise bibliográfica com a intenção de aprofundar-se no tema pesquisado. A pesquisa bibliográfica é indispensável, visto que a consulta de trabalhos de autores que realizaram pesquisas na área é necessária para elevar a qualidade do trabalho e consequentemente garantir fontes confiáveis e seguras.

O método de abordagem é dedutivo, o qual Prodanov (2013) afirma que utiliza a lógica, a partir de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras para chegar a conclusões de maneira formal, já que o raciocínio dedutivo explica o conteúdo das premissas e analisa-as para chegar a uma conclusão.

O método de procedimento desta pesquisa é monográfico, que de acordo com Prodanov (2013, p. 170): “O estudo monográfico é resultante de investigação científica que se caracteriza pela abordagem de um tema único, específico, com a finalidade de apresentar uma contribuição importante, original e pessoal à ciência”.

Esta é uma pesquisa qualitativa, nesta modalidade de análise e interpretação dos dados, a quantidade de dados coletados não é priorizada, e sim a qualidade da informação, procurando compreender e interpretar fenômenos que acontecem em determinado campo de atuação, analisando comportamentos e opiniões. Conclui-se, assim, que a pesquisa qualitativa é a mais apropriada para atingir os objetivos deste trabalho.

2 PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO E SISTEMAS ROTEIRIZADORES DE VEÍCULOS

A problemática da roteirização em si não é apresentada apenas na atualidade, na realidade não há como identificar de maneira precisa a sua real origem, entretanto, na literatura observam-se diversos estudos que o relacionam de forma generalizada com o problema conhecido como Problema do Caixeiro Viajante.

Tal problema é definido pela jornada de um vendedor que deve visitar um número determinado de cidades, percorrendo a menor distância possível e que cada cidade seja visitada apenas uma vez. Para finalizar, deve-se retornar ao ponto de origem, mesmo apresentando-se uma facilidade de compreensão. A solução desta problemática é considerada de alta complexidade.

Nesse sentido, problemas de roteirização podem ser encontrados nos mais variados cenários e situações. Este estudo foca na roteirização de veículos, que é a responsável por realizar a programação de rotas e trajetos, e que geralmente tem o objetivo de reduzir distâncias, minimizar tempo e reduzir custos operacionais. Cunha (2000) define a roteirização de veículos como o procedimento capaz de realizar a programação da sequência de paradas ou o roteiro a ser seguido por veículos de uma determinada frota, nessas sequências geradas, os pontos de visita estão geograficamente dispersos.

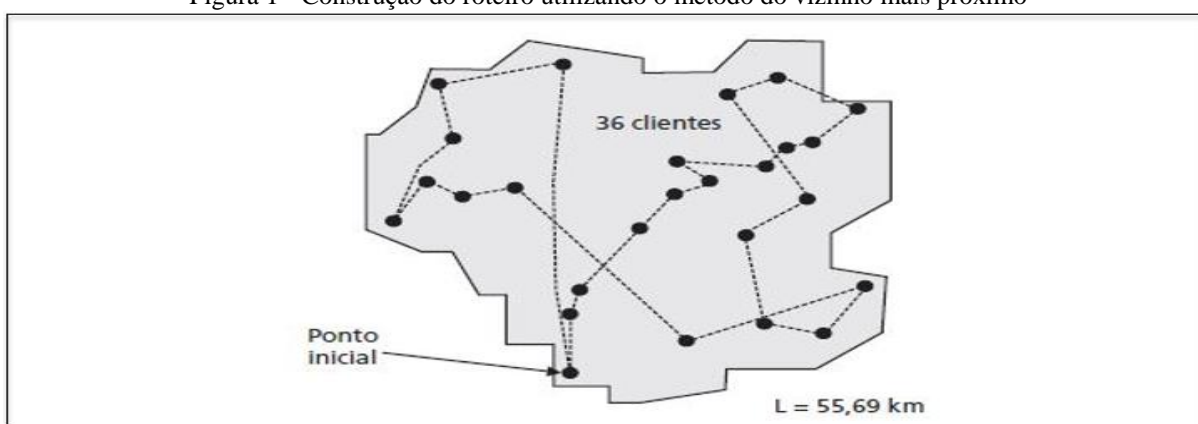
O processo de roteirização também avalia alguns parâmetros, que normalmente são retirados de exemplos práticos do mundo real, a fim de captar as particularidades de cada ponto de visita, impactando na melhor rota encontrada de acordo com os dados existentes.

Há vários métodos heurísticos que podem ser utilizados para solucionar o problema de roteirização, um deles é o método de construção de roteiro. Novaes (2007) explica o funcionamento deste método como a eleição de um ponto inicial, e então para escolha do próximo ponto a se visitar, é procurado o ponto com a menor distância do ponto atual, não podendo ser eleito como o novo destino um ponto que já foi eleito, assim o procedimento é

repetido até que todos os pontos sejam percorridos e o destino final seja o ponto que originou a sequência. Esse não é o método mais eficaz, mas pode ser utilizado como procedimento padrão mesmo como o uso de outros métodos de roteirização.

A apresentação de uma roteirização na qual usufrui o método do vizinho mais próximo volta-se a demonstrar qual é o ponto seguinte e mais próximo a ser visitado. Tendo-se uma rota composta de 36 clientes para serem visitados, partindo-se do Sul e retornando para esse ponto ao término da realização de todas as visitas, conforme pode ser visualizado na figura 1, onde este L é o percurso percorrido de 55,69km que será reduzido com a otimização utilizando a roteirização, para 43,68km.

Figura 1 - Construção do roteiro utilizando o método do vizinho mais próximo



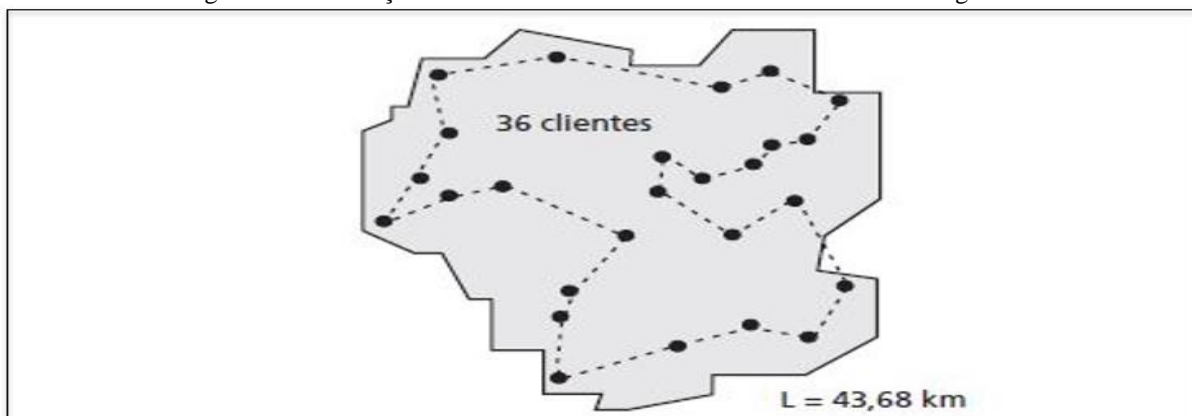
Fonte: Novaes (2007).

A rota resultante desse método muda de acordo com a variação do ponto de partida. Novaes (2007) enfatiza que geralmente a solução obtida com esse método não é satisfatória, tendo assim de ser aplicados outros métodos de melhorias sobre o resultado obtido, já que neste roteiro houve 3 cruzamentos durante o percurso, algo que deveria ser evitado, a fim de garantir o melhor trajeto possível a ser percorrido, diminuindo a distância total da rota.

A aplicação de técnicas de melhoria que buscam aperfeiçoar o resultado obtido pelo método do vizinho mais próximo, no caso foi utilizado o método 2-opt, desenvolvido por Lin e Kernighan (1973), onde permutam os arcos das rotas, removendo dois arcos criados pelo método de construção da rota inicial e reconecta à outro ponto, se essa nova ligação for de menor distância que o anterior, a ligação é mantida e esse passo é novamente executado, finalizando o processo quando todas as trocas de arcos forem realizadas e não houver mais possibilidades de melhoria.

Neste exemplo em específico, a combinação de diferentes métodos de solução do problema resultou na diminuição de 21,6% da distância total percorrida, totalizando 43,68 km, conforme visualizado na figura 2.

Figura 2 – Construção de roteiro com melhoria ao resultado obtido na Figura 1



Fonte: Novaes (2007).

Em sua forma mais simples a roteirização apresenta dificuldades de soluções crescentes, variando de acordo com a quantidade de clientes (pontos) a serem visitados, considerando o tempo de processamento conforme o aumento da escala de operação. Dessa forma, podem-se apresentar várias aplicações práticas do mundo real, que se baseiam em soluções encontradas para atingir uma benéfica. Novaes (2007) relata que as atividades de distribuição de produtos e serviços possuem a maior usabilidade prática do problema de roteirização, seja para entrega ou coleta, e lista alguns:

- Entrega em domicílio de produtos comprados de varejo ou *E-commerce* ⁵;
- Distribuição de dinheiro para caixas eletrônicos de bancos;
- Entrega de correspondência;
- Distribuição de produtos entre Centros de Distribuição – CD e pontos de vendas;
- Distribuição de combustíveis em postos de gasolina;
- Coleta de lixo urbano, entre outros.

Assim, para que a aquisição e implantação da ferramenta seja uma meta alcançável, Novaes (2007) logo indica algumas informações que devem ser levadas em consideração ao realizar roteirizações, uma vez que são possíveis restrições de uso que, se não levantadas e utilizadas corretamente, podem impedir a qualidade do resultado final obtido. São elas:

- Janelas de horários;
- Quantidade de frota disponível, assim como suas capacidades de armazenamento e tipos de veículos (caminhões utilitários, Toco, Truck etc.);
- Tempo máximo de tráfego em rota;

⁵ Nome dado à modalidade de comércio eletrônico realizado via internet na rede mundial de computadores.

- Legislação de trânsito;
- Quantidade pontos de visita;
- Prazos limite para entrega/coleta.

Em alguns casos particulares, restrições espaciais também vão surgir, visto que alguns veículos podem não ser aptos a servir a todos os clientes, já que podem existir estradas estreitas, túneis, pontes e vias com acesso precário. Algumas dessas restrições são difíceis de acoplar ao sistema automatizado, pois comumente são conhecimentos adquiridos de forma empírica, baseados no dia a dia da jornada de trabalho dos motoristas.

Não apenas restrito às variáveis já relatadas, os requisitos de pessoal também podem ser agregados ao sistema, dados como: jornada normal de trabalho, horas extras permitidas, pessoal fixo ou variável, pausas de almoço e descanso, etc.

A mudança mais expressiva a respeito de roteirização de veículos, segundo Bodin (1990), foi a inclusão de soluções para os problemas encontrados em algoritmos. Estes são executados em ambientes computacionais e após os anos 1980, houve a criação dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG. Como resultado, usuários começariam a ter acesso a informações de mapas de ruas de forma sistematizada, visualizando pontos de interesse e com a possibilidade de calcular distâncias entre dois pontos de sua escolha.

Melo (2000) afirma que, com o passar dos anos, o poder computacional aumentava, permitindo que cada vez mais ferramentas contassem com o apoio de Sistemas de Informações Geográficas, aliados a interfaces gráficas mais amigáveis ao usuário final, com maior rapidez no processamento de dados, além de atualmente possuir a possibilidade de integração com os Sistema Integrados de Gestão – SIG. O SIG é popularmente conhecido pelo termo em inglês como: *Enterprise Resource Planning* - ERP, a fim de disponibilizar acesso a dados da operação em tempo real aos usuários, sejam estes internos ou externos.

Portanto com a difusão dos sistemas de informações em ambientes empresariais, mais precisamente em setores de transportes, surgiram os sistemas roteirizadores de veículos, que consomem dados fornecidos pela empresa e clientes para automatizar as decisões de rotas a percorrer, respeitando os parâmetros e particularidades de cada ponto de visita, tais como: horário de entrega, tamanho da carga, peso da carga, legislação de trânsito, capacidade máxima dos veículos, frota disponível e datas limites de entrega.

Com o intuito de atender à crescente demanda de empresas transportadoras, de obter auxílio nas operações logísticas de transporte, cada vez mais softwares de roteirização de

veículos surgiram, com variadas particularidades que as distinguem, porém em sua totalidade são soluções eficazes para os problemas de roteirização mais básicos.

Conforme afirma Ballou (2009), os custos logísticos consumidos pelas operações de transporte estão entre um e dois terços dos custos totais, sendo assim válido e necessário encontrar soluções que otimizem a eficiência na redução desses gastos.

Embora a atividade de roteirização, quando realizada de forma manual por seres humanos agregue valores positivos à operação, evitando que rotas se cruzem ou que haja escolha de trajetos com pior qualidade, as melhorias são modestas.

Contudo, na prática ao decorrer da atividade, há cada vez mais variáveis a se analisar, aumentando a complexidade dos problemas de roteirização a serem resolvidos. Assim, faz-se necessário o uso de sistemas computacionais para automatizar o processo e aperfeiçoar sua precisão (BALLOU, 1993).

3 APLICATIVOS QUE IMPACTARAM A LOGÍSTICA EMPRESARIAL COM SUA UTILIZAÇÃO

Este estudo não pretende definir a melhor ferramenta de roteirização existente no mercado, visto que não há solução perfeita para todas as situações enfrentadas diariamente por empresas do segmento de transporte, porém em sua totalidade, as ferramentas disponíveis atualmente provêm, com eficiência, soluções para os problemas mais básicos de roteirização.

Nesse contexto, serão analisadas algumas ferramentas com o intuito de prover uma visão analítica de suas funcionalidades, exemplos de interfaces de usuário e, consequentemente, expondo as particularidades e diferenças entre si.

O primeiro sistema a ser analisado é desenvolvido pela empresa Cobli, que foi uma startup de internet das coisas, fundada em 2015, e que é especializada em gerar soluções para criar inteligência em monitoramento e gestão de frotas (COBLI, 2020). A sede da empresa é na cidade de São Paulo e atualmente possui mais de 100 funcionários entre desenvolvedores, designers, cientistas de dados, engenheiros, escritores e testes.

O sistema é conhecido como Cobli roteirizador e é um software de roteirização veicular que automatiza as atividades de controle, planejamento de rotas e execução dos itinerários exercidos pela frota de empresas que realizam entregas ou coletas em pontos de visita dispersos geograficamente.

O Sistema de telemetria e roteirização funciona com a instalação de um dispositivo sem custo e livre de instalações, que é de fácil implantação no veículo, conectando-o apenas à parte elétrica já estará disponível para uso. Já o software é disponibilizado para desktop via web e para dispositivos móveis com sistemas operacionais Android e IOS.

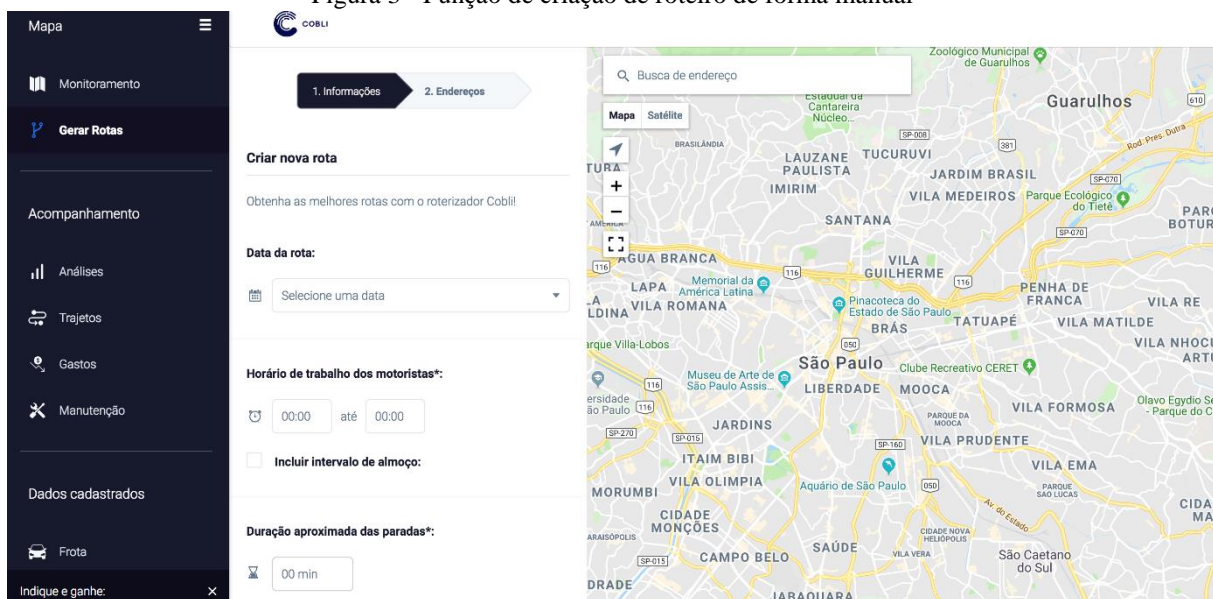
O software fornece funções para uso dos motoristas, gestores e clientes, de acordo com suas necessidades (COBLI, 2020). Durante a jornada de trabalho, motoristas podem receber novas instruções em tempo de execução como paradas e desvios não planejados, além de fornecer *feedback* em tempo real da conclusão das entregas já efetuadas e sinalizar quais ainda faltam ser concluídas. Os clientes podem visualizar o horário estimado para receber sua entrega, assim como gestores possuem um módulo específico para monitorar e analisar tudo que acontece, com alta precisão.

Com o intuito de proporcionar maior qualidade na gestão de frota, o módulo de uso de gestores possui funcionalidades de controle e auditoria, como visualizar o tempo que o veículo permanece parado ou desligado, localização atual, velocidades excedidas, consumo de combustível, horários de chegada e saída de locais de interesse, alertas de manutenção, além de muitos outros relatórios que fornecem informações atualizadas para utilização no apoio à decisão (NOVIDADE COBLI..., 2018a).

Aliados à interface amigável e de fácil interação, Cobli roteirizador fornece diversas ferramentas e funcionalidades que agregam valor ao produto ofertado. Além de roteirizar, o mesmo software consegue gerar relatórios que organizam os dados em informações de fácil compreensão, informar o ritmo do tráfego nas vias do roteiro criado e também organizar as particularidades e exigências de cada cliente, a fim de utilizar esses dados para melhorar o planejamento das rotas e posteriormente auxiliar na tomada de decisões.

Na figura 3, é demonstrada a função de criação de rota, de forma manual, em que o usuário informa todos os endereços a serem visitados e informações adicionais sobre a jornada, tais como o horário de trabalho dos motoristas, duração aproximada que deve haver em cada parada, a capacidade de carga disponível do veículo, entre outras variáveis.

Figura 3 - Função de criação de roteiro de forma manual

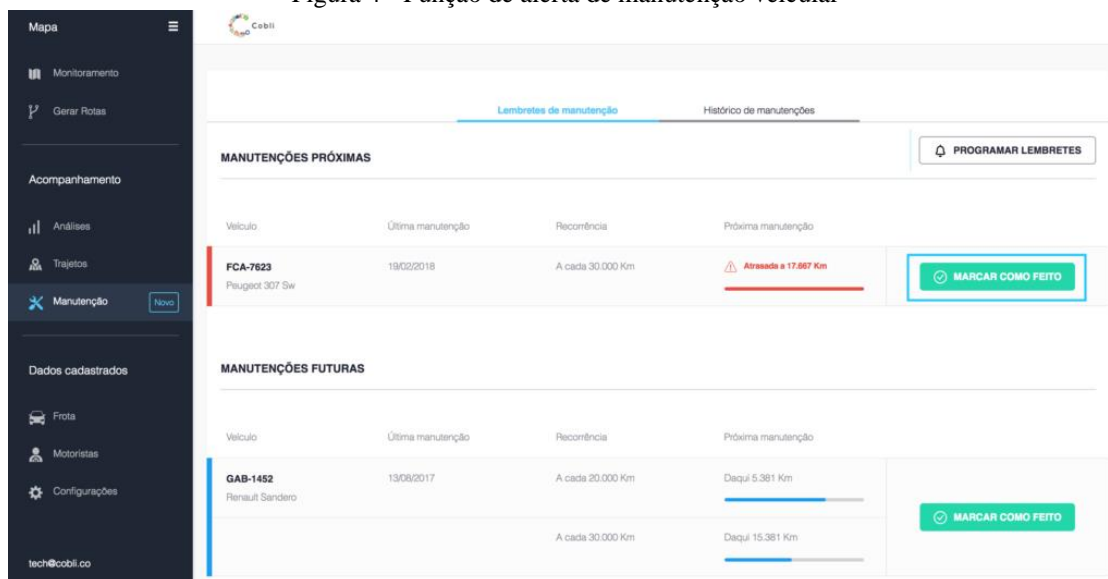


Fonte: Novidade Cobli... (2018a).

O sistema ainda sugere a frequência com que as manutenções devem ser realizadas e logo após a realização, cabe aos usuários marcá-las como concluídas para que a contagem da próxima manutenção inicie.

Na figura 4, é destacada a função de alerta de manutenção de veículos, na qual o usuário cadastra a quilometragem atual exibida no hodômetro e sua última manutenção realizada. Conforme o veículo é utilizado, este campo é atualizado automaticamente, a fim de emitir um alerta ao gestor e motorista quando o veículo necessitar de manutenção (NOVIDADE COBLI... 2018b).

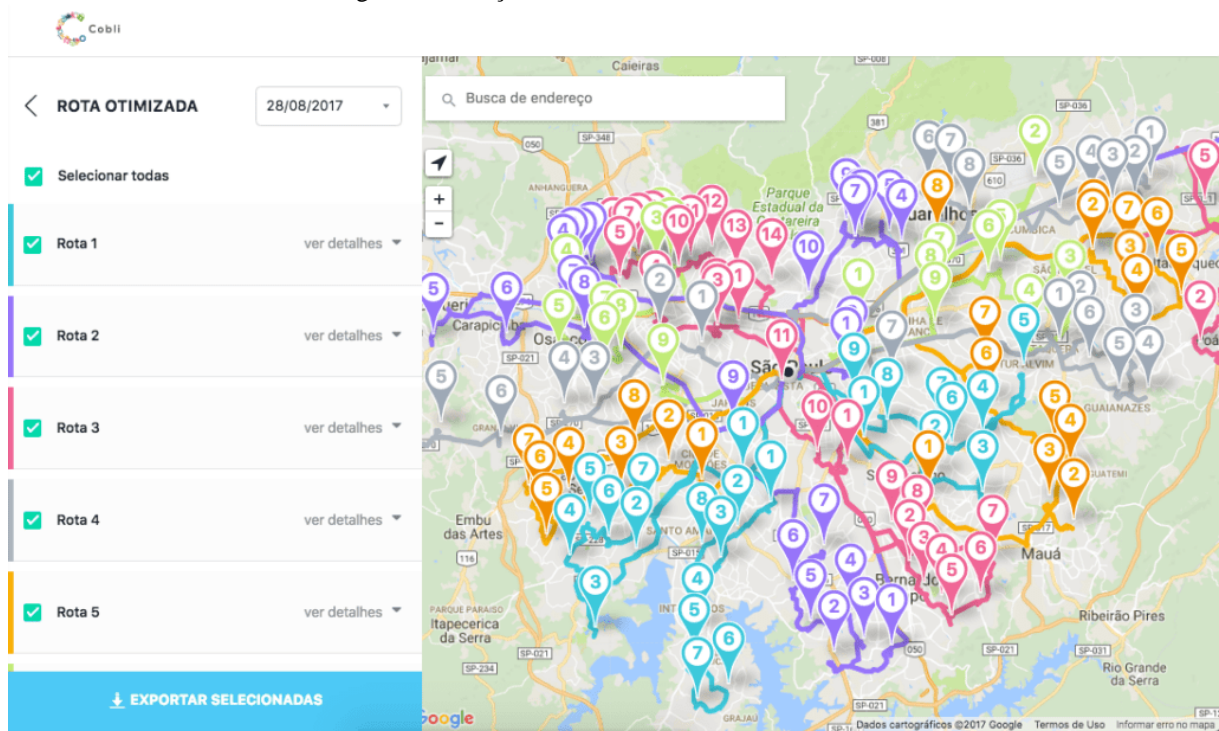
Figura 4 - Função de alerta de manutenção veicular



Fonte: Novidade Cobli... (2018b).

Como demonstra a figura 5, é possível visualizar todas as rotas criadas para o dia específico informado, organizando-as por cores para facilitar a assimilação e com cada ponto numerado para evidenciar a sequência que o roteiro deve seguir.

Figura 5 - Relação de rotas criadas automaticamente



Fonte: Como a detetizadora e a desentupidora... (2018c).

Mesmo sendo uma empresa com apenas 6 anos de mercado, a Cobli atende os mais variados clientes que, por sua vez, fornecem os mais variados tipos de serviço. A empresa Conservel atua na manutenção de elevadores e utiliza o sistema Cobli roteirizador para gerir os 12 veículos disponíveis no dia a dia,

Assim, o software ajudou a automatizar a localização do técnico mais próximo ao chamado, além de fornecer a rota mais rápida para chegada. Essa implantação ao longo dos meses tornou os atendimentos 70% mais rápidos e gerou economia de 30% dos custos totais mensais (TÉCNICO DE ELEVADOR..., 2019).

Ainda como caso de sucesso da aplicação das soluções propostas pela Cobli, a empresa Império, especializada em controle de pragas e desentupimentos, adotou o sistema da Cobli para gerir seus 51 veículos, que atendem, em São Paulo, 24 horas por dia e nos 7 dias da semana.

A Império afirma que a elevação da qualidade de serviço aumentou sua relevância entre as prestadoras de serviço do mesmo ramo na região, além de proporcionar a redução de 16% das reclamações referentes à atraso, redução de 50% das multas de trânsito por excesso de

velocidade, diminuição na ociosidade dos veículos e ainda facilitou a consolidação da redução de gastos mensais (TÉCNICO DE ELEVADOR..., 2019).

O próximo sistema a ser analisado chama-se Routeasy e é um software de roteirização veicular que se baseia no algoritmo resultante de um projeto de mestrado do aluno Caio Reina, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, na qual ele implementou uma solução do problema de roteirização utilizando a metodologia de algoritmos genéticos, entre os anos de 2009 a 2012 (CÂMARA, 2018).

Por conseguinte, entre 2012 e 2015, a solução proporcionada foi utilizada em diversos projetos de logística em empresas de grande porte, até que, em 2016, foi criada a plataforma Routeasy, que é especializada na logística de distribuição e atua não só no Brasil, mas também em outros pontos da América Latina, com mais de 250 empresas que utilizam seu software (CONHEÇA A NOSSA HISTÓRIA, 2019).

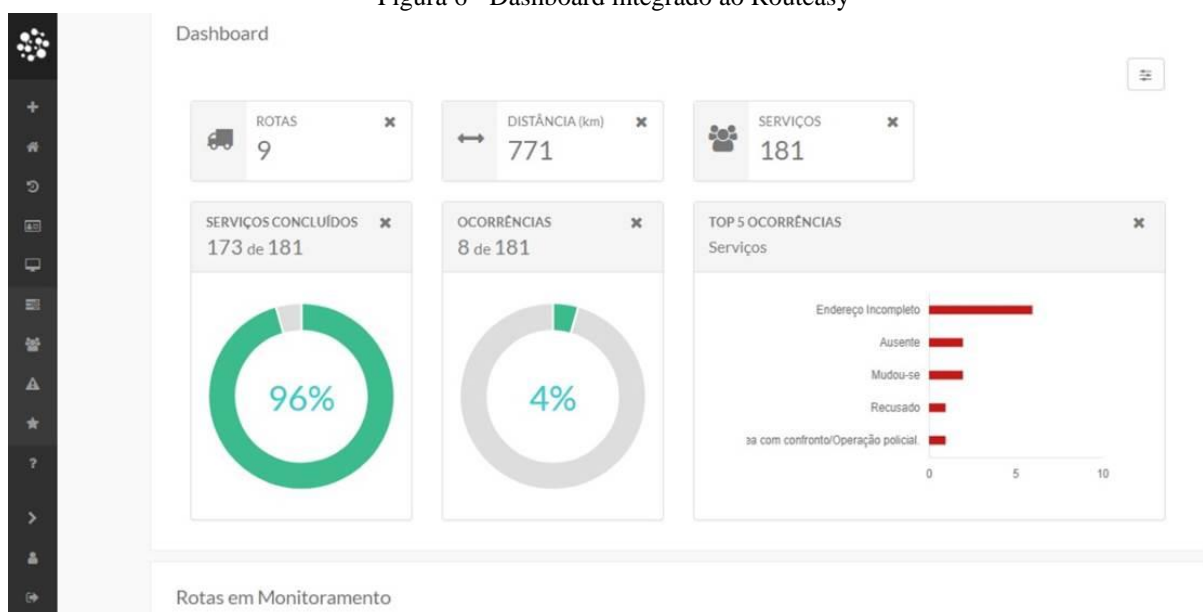
A decisão de integrar o algoritmo à plataforma web foi tomada para facilitar a utilização e distribuição da ferramenta, de modo que não há necessidade de servidores do lado do cliente, pois todos os mapas digitais, dados e soluções geradas ficam armazenados em nuvem. Assim, qualquer computador que não possua alta capacidade de processamento pode utilizar a ferramenta, sem a necessidade de instalação do software.

A função principal do Routeasy é criar rotas que impactam na redução de distância, tempo e custos. O sistema também visa agilizar e facilitar a administração das informações pertinentes à gestão de frotas. O software ainda garante alta facilidade de integração a outros sistemas.

A ferramenta Routeasy funciona via web e sua interface foi construída para ser totalmente responsiva, assim permitindo o uso das funções de gestão e de todas as operações em campo, por meio de dispositivos móveis, independente do seu sistema operacional, porém também disponibilizam a ferramenta na categoria mobile, via lojas de aplicativos para Android e IOS.

A ferramenta possui um módulo de indicadores de desempenho que categoriza de forma fácil as informações importantes ao gestor e, como demonstrado na figura 6, o dashboard fornece informações como a quantidade de rotas, ocorrências, distâncias totais, entre outras.

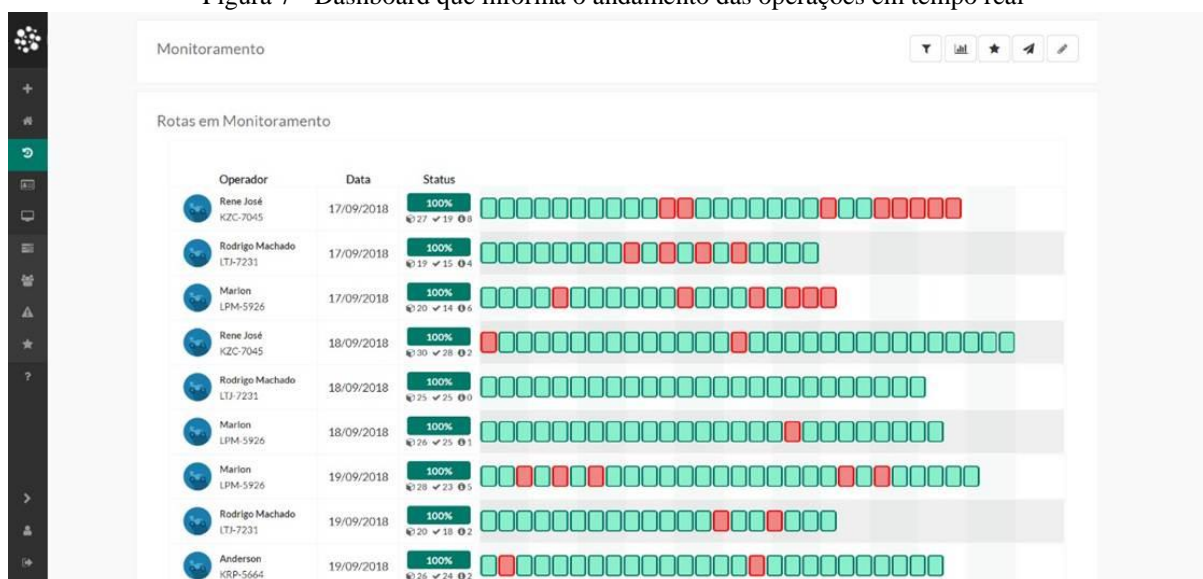
Figura 6 - Dashboard integrado ao Routeasy



Fonte: REINA (2017).

Na figura 7 é exibido o dashboard que informa em tempo real o andamento das operações realizadas por cada veículo. Assim, com as ocorrências em algumas operações, em verde são as operações concluídas com sucesso e em vermelho, as que tiveram alguma ocorrência que impossibilitou a conclusão da operação.

Figura 7 - Dashboard que informa o andamento das operações em tempo real



Fonte: REINA (2017).

O Routeasy informa que é possível reduzir até 40% dos custos de transporte e até 60% os atrasos e erros de operação com sua utilização de forma correta. A empresa H2O Purificadores é uma empresa atuante no mercado de e-commerce especializado na distribuição de filtros e purificadores de água em todo território brasileiro e decidiu adquirir o Routeasy para

solucionar os problemas de sua distribuição. Assim, conseguiram elevar a qualidade do serviço prestado, asseguraram o maior controle dos prazos de entrega e eliminaram os gargalos das suas operações (REINA, 2018).

No quesito precificação, a empresa pratica valores diferenciados de acordo com a quantidade de veículos que a empresa contratante deseja utilizar mensalmente.

Nesse cenário, o próximo software a ser analisado é o TransCAD e foi desenvolvido por Caliper Corporation, empresa fundada em 1983 em Massachusetts, mais especificamente na cidade de Newton (ABOUT CALIPER, 2020). A Caliper é uma empresa focada na construção de softwares de apoio à decisão que fornecem soluções a problemas logísticos de transporte.

No Brasil, o TransCAD é distribuído pela Geologística, empresa que possui mais de 26 anos de atividade na América Latina em consultoria e fornecimento de software, e tem sua sede em São Paulo.

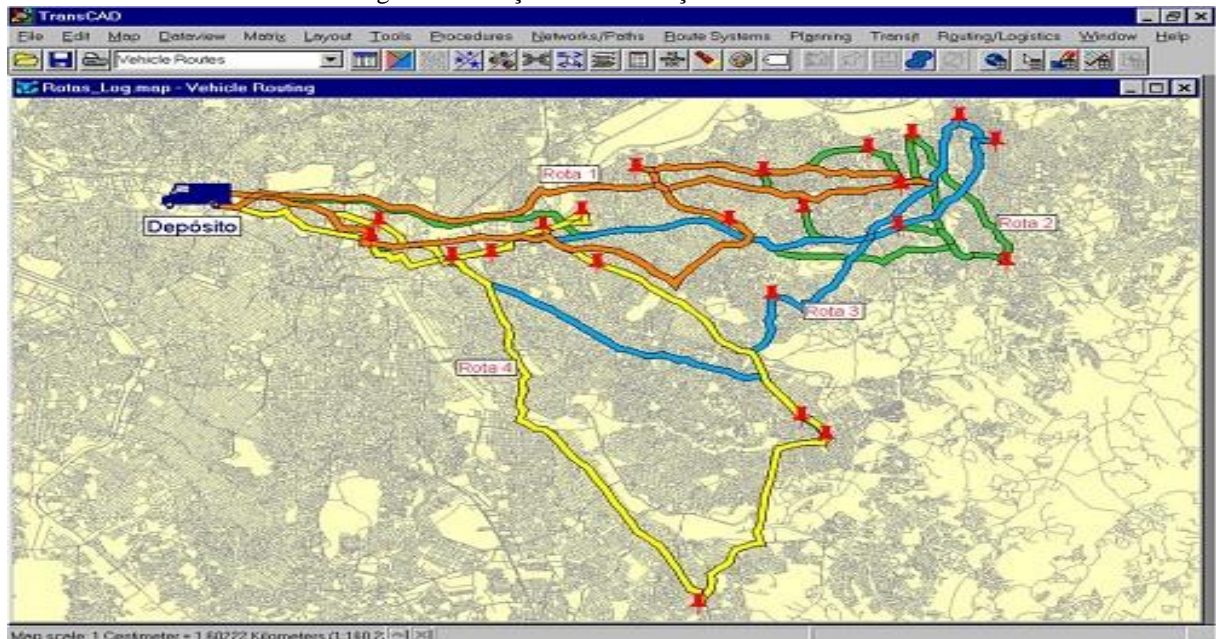
A Geologística utiliza o sistema de informações geográficas criado pela Caliper para integrar o TransCAD a uma plataforma de modelagem de transporte. Entre suas funcionalidades, as funções do SIG são utilizadas para preparar e analisar dados que trabalham em conjunto com os módulos que podem ser utilizados para resolver problemas de roteamento.

O módulo de roteamento pode ser aplicado em diferentes modos de transporte, dentro dele, é possível ver as operações de entrega e coleta, o planejamento das distribuições e as operações de porta a porta. Em uma de suas últimas versões, o TransCAD incrementou um conjunto de algoritmos desenvolvidos para a roteirização veicular com janela de horário. Em outras palavras, o sistema faz o cálculo para gerar as melhores soluções disponíveis, determinando o tempo em cada serviço prestado.

O TransCAD não possui interface gráfica atraente ao usuário final. Em contrapartida, há bastante documentação sobre seu uso, são 5 volumes disponibilizados pela Geologística, além de suporte técnico, treinamento e consultoria fornecidos pela empresa (TRANSCARD, 2020).

Na figura 8 é demonstrada a interface da função de roteamento de veículos, onde são exibidos em tela pontos de interesse, localização de pontos de parada e horários de programação de veículos.

Figura 8 – Função de roteirização do TransCAD



Fonte: TRANSCARD (2020).

A ferramenta TransCAD possui apenas a versão para desktop e funciona nos computadores domésticos sem necessidade de alto poder de processamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou o problema de roteirização e expôs superficialmente alguns softwares de roteirização, porém não utilizar um software roteirizador existente no mercado a fim de trazer informações mais precisas sobre as funcionalidades de cada ferramenta, além da realização de testes que podem levar à identificação de novos requisitos e particularidades do software escolhido é o fator limitador deste estudo.

Existem diversos benefícios a médio e longo prazo que são obtidos com a prática de utilizar sistemas roteirizadores para planejar e roteirizar os itinerários, com o propósito de atuar de forma ativa para gerar produtividade e reduzir custos, uma vez que gerir a frota disponível proporciona uma visão ampla e precisa do que está acontecendo.

Como expectativa de trabalho futuro, é válida a realização de um estudo de caso para demonstrar o uso da roteirização em uma empresa varejista que realiza diariamente entregas porta a porta, analisando cada aspecto informado neste trabalho, afim de mostrar dados precisos sobre a atuação do sistema, comprovando sua eficiência através de informações em forma de indicadores de desempenho.

Baseado nos casos de uso relatados anteriormente, conclui-se, então, que a utilização de softwares de roteirização de veículos é uma alternativa eficiente para otimizar a gestão de frota nos setores de transporte, impactando diretamente na redução de custos logísticos.

REFERÊNCIAS

ABOUT Caliper. **Caliper**. Massachusetts, 2020. Disponível em: <https://www.caliper.com/ovuabout.htm>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ANDERSON, E. W.; MITTAL, V. Strengthening the satisfaction-profit chain. **Journal of Service research**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 107-120, nov. 2000.

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

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

BODIN, L. D. Twenty years of routing and scheduling. **Operations research**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 571-579, 1990.

BRANSKI, R. M. **O papel da Tecnologia da Informação no processo logístico: estudo de casos com operadores logísticos**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CÂMARA, I. Mestrado na USP vira algoritmo e se transforma em alta tecnologia para carros. **Starse.com**. São Paulo, 20 jul. 2018. Disponível em: <https://www.startse.com/noticia/startups/mobtech/mestrado-na-usp-vira-algoritmo-e-se-transforma-em-alta-tecnologia-para-carros>. Acesso em: 13 jul. 2020.

COBLI. **Roteirizador de frotas**. São Paulo, c2020. Disponível em: <https://www.cobli.co/>. Acesso em: 07 Jul. 2020.

COMO A DEDETIZADORA e desentupidora Império reduziu em 50% as multas de velocidade. **Cobli Blog**. São Paulo, 2018c. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/reducao-de-multas-com-a-cobli/>. Acesso em: 08 Jul. 2020.

CONHEÇA a nossa História. **Routeasy**. São Paulo, c2019. Disponível em: <http://www.routeasy.com.br/#!/sobre-nos>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CUNHA, C. B. da. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes**, [s. l.], v. 8, n. 2, 2000. p. 2.

GOMES, C. F. S. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2004.

LIN, S.; KERNIGHAN, B. W. An effective heuristic algorithm for the traveling-salesman problem. **Operations research**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 498-516, 1973.

MACEDO, N. D. de. **Iniciação à pesquisa bibliográfica**. São Paulo: Edições Loyola, 1995.

MELO, A. C. S. **Avaliação do uso de sistemas de roteirização de veículos**. 2000. Tese de Doutorado – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2000.

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

NOVIDADE Cobli: Web App do gestor e mais novidades. **Cobli Blog**. São Paulo, 2018a. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/novidade-cobli-web-app-do-gestor-e-mais-novidades/>. Acesso em: 08 Jul. 2020.

NOVIDADE Cobli: Lembretes e Alertas de Manutenção. **Cobli Blog**. São Paulo, 2018b. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/novidade-cobli-lembretes-e-alertas-de-manutencao/>. Acesso em: 08 Jul. 2020.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

REINA, C. Solução para Roteirização e Gestão de Entregas: Routeasy. **Routeasy**. 12 jul. 2017. Disponível em: <http://blog.routeasy.com.br/routeasy/solucao-para-roterizacao-e-gestao-de-entregas-routeasy/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

REINA, C. Como a H2O Purificadores melhorou a experiência dos clientes utilizando a Routeasy. **Routeasy**. 01 nov. 2018. Disponível em: <http://blog.routeasy.com.br/historias-de-sucesso/h2o-purificadores/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

TÉCNICO de elevador não pode chegar atrasado. **Cobli Blog**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/sistema-de-monitoramento-evita-atrasos/>. Acesso em: 08 Jul. 2020.

TRANSCAD. **Geológica**. Perdizes, SP: c2020. Disponível em: <https://geologica.com.br/Transcad/>. Acesso em: 20 jul. 2020.