XII FATECLOG
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO AGRONEGÓCIO:
DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO CONTEXTO ATU
FATEC MOGI DAS CRUZES
MOGI DAS CRUZES/SP - BRASIL
18 E 19 DE JUNHO DE 2021
ISSN 2357-9684

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DA ROTEIRIZAÇÃO PARA AS EMPRESAS DE E-COMMERCE

Emely Palozi Baltazar (Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – Professor Jessen Vidal)
emely.baltazar@fatec.sp.gov.br
Gabriel Fernando I. de Moraes (Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – Professor Jessen Vidal)
gabriel.moraes19@fatec.sp.gov.br
Luiz Fernando P. Guedes (Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – Professor Jessen Vidal)
luiz.guedes@fatec.sp.gov.br
Newton E. Yamada (Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – Professor Jessen Vidal)
newton.yamada@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Um dos setores que mais cresceu nos últimos anos foi o setor de varejo online. Segundo Ebit/Nielsen & Bexs Banco (2021) em 2020 mais de 90,8 milhões de pedidos foram realizados através de compras na internet. O âmbito do transporte é peça fundamental para qualquer organização que tenha coletas e entregas como atividade principal, tendo em vista que com os avanços tecnológicos e a facilidade para adquirir produtos e serviços através da internet, a necessidade da rapidez na entrega dos produtos se tornou um ponto primordial nas quais as empresas tendem a se aprimorar. Logo, foi realizado uma análise há cerca de um caso de roteirização, averiguando uma otimização de um trajeto de coleta de produtos, utilizando da metodologia *Clarke & Wright*, no qual, foi proposto pela primeira vez em 1964 pelos autores que deram seus nomes ao método. Também foi utilizado como suporte ao método *Clarke & Wright* o uso do VRP *Solver*, a fim de ilustrar através de cálculos e uso de GPS comparativos entre a atual rota e a exibição de uma nova rota, com o intuito de conscientizar a empresa do ramo sobre a necessidade de ajustar o trajeto, proporcionando a satisfação dos fornecedores e uma prestação de serviço adequado no tempo correto. Como resultado pôde-se comprovar que o método utilizado contribuiu para a definição da melhor roteirização a ser adotada pela empresa, portanto com o emprego desta ferramenta é plausível a aplicação do mesmo para empresas do setor de varejo definirem a melhor roteirização.

PALAVRAS-CHAVE: Roteirização; coletas; rotas; otimização.

A B S T R A C T

One of the fastest growing sectors in recent years has been the online retail sector. According to Ebit/Nielsen & Bexs Bank (2021) in 2020 more than 90.8 million orders were made through internet purchases. The scope of transportation is a fundamental part for any organization that has collections and deliveries as its main activity, bearing in mind that with the technological advances and the ease of acquiring products and services over the internet, the need for quick delivery of products has become a key point in which companies tend to improve. Therefore, an analysis was performed about a case of routing, checking an optimization of a route for the collection of products, using the Clarke & Wright methodology, which was first proposed in 1964 by the authors who gave their names to the method. The VRP Solver was also used to support the Clarke & Wright method, in order to demonstrate through calculations and the use of GPS comparisons between the current route and the display of a new route, in order to make the company aware of the need to adjust the route, providing satisfaction to suppliers and an adequate service on time. As a result it was possible to prove that the method used contributed to the definition of the best routing to be adopted by the company, therefore with the application of the method it is possible for companies in the retail sector to define the best routing.

ISSN 2357-9684

Keywords: *Scripting; collections; routes; optimization.*

1. INTRODUÇÃO

A logística atualmente se tornou parte vital para qualquer organização afim de se obter excelência em seus processos, de acordo com Ballou (2006) logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender as exigências do cliente. Um dos processos no qual a logística se faz presente é na área de transportes e roteirização

Outro ponto importante a ressaltar é sobre o forte crescimento do *e-commerce*, que no período de pandemia teve uma grande relevância nas vendas *on-line* ajudando as empresas se manterem no mercado, no qual possui um forte relacionamento com a roteirização e entrega de produtos dentro dos prazos (TEIXEIRA, 2015). Com o constante crescimento desse ramo de vendas a logística também vem se destacando a fim de aperfeiçoar seus processos visando redução de custos e melhorias em sua malha logística, assim como aponta Salomão (2020).

Considerando-se o contexto apresentado, o presente trabalho tem como objetivo evidenciar através da metodologia *Clarke & Wright* juntamente com o método matemático para o problema de roteirização de veículos na sigla inglesa (VRP *Spreadsheet Solver*), uma otimização na roteirização do trajeto de coleta de mercadorias em uma empresa *e-commerce* inserida em um grande *marketplace*.

Optando-se pela utilização de um estudo de caso o qual, segundo Prodanov e Freitas (2013) inicia-se com o diagnóstico de um caso ou problemática específica.

Através da coleta de dados, e das análises de informações do sistema de roteirização e da maneira como a transportadora realiza à logística de coleta dos produtos, serão analisados aspectos como a localização e posição de todos os vendedores a serem coletados neste mesmo trajeto, o tempo de coleta e a capacidade de transporte dos produtos dentro do veículo.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

As áreas de desenvolvimento teóricos e práticos que este trabalho intersecciona são os *e-commerce*, as plataformas de lojas virtuais, ou denominados como *marketplace,* e ferramentas relacionadas ao sistema de roteirização, estes brevemente discorridos nas subseções seguintes.

2.1. *E-commerce*

E-commerce é um comercio eletrônico que proporciona a facilidade de comprar produtos ou serviços de qualquer lugar que o cliente esteja via internet. De acordo com Moura (2015) é uma metodologia de negócio adaptada aos tempos atuais, tempos de conexão frequente a internet, tempo de facilidades de negociações por intermédio dela por diversas plataformas eletrônicas, sendo alguma delas, *Smartphones*, *Notebooks* e *Ipads*.

2.2. *Marketplace*

O *marketplace* é a concentração de diferentes *e-commerces* em uma única página da internet. Segundo Rosa (2019) o *marketplace* pode ser definido como um *shopping* virtual, um site de *e-commerce* que reúne ofertas de produtos e serviços de diferentes vendedores, onde todo o processo é realizado no mesmo ambiente eletrônico.

ISSN 2357-9684

2.3. Sistema de roteirização

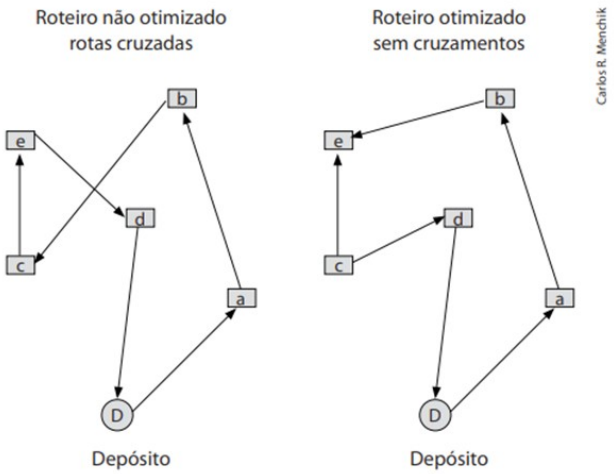
Sistema de roteirização pode ser definido como um conjunto de itinerários para que de modo operacional as entregas e coletas sejam realizadas. Segundo Damian (2015) roteirização pode ser entendida como uma otimização da programação operacional de um ou mais veículos.

A roteirização busca a redução dos custos operacionais, do tempo gasto nas operações e da distância percorrida levando em consideração as restrições impostas pelo cliente, pelo trânsito e pelas leis trabalhistas. Também de acordo com Menchik (2010) quando não há uma roteirização eficiente, pode haver consequências negativas, como a redução no resultado potencial da empresa e também no nível de serviço.

2.4. Problema de Roteirização de Veículos

Para Menchik (2010) o problema de roteirização de veículos consiste basicamente em definir os roteiros que possam minimizar o custo total, sendo que cada veículo deveria iniciar e terminar sua rota no deposito ou na base, tendo como condição básica que cada nó (ponto de entrega ou coleta) seja visitado exatamente apenas uma vez, e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade que o veículo atende. Como um dos objetivos principais, a roteirização visa propiciar um serviço de alto nível aos clientes, mas mantendo, ao mesmo tempo, os custos operacionais e de capital o mais baixos possível. A Figura 1 exemplifica os diferentes tipos de roteirização.

Figura 1 - Diferentes tipos de roteirização



Fonte: Menchik (2010)

2.5. Método de *Clarke & Wright*

O método foi proposto, em 1964 por Clarke e Wright com a proposta de resolver o problema de roteamento quando o número de veículos é livre. No início do método só existem

ISSN 2357-9684

o depósito e outro vértice,
de forma que em cada etapa, ocorre a combinação de duas rotas com base no maior ganho que pode ser gerado, segundo Laporte (1992).

O método de Clarke e Wright tem como base no conceito de ganhos das rotas de duas situações diferentes de entrega: a primeira ocorre pelo pior cenário possível, onde o caminhão visita um cliente de cada vez e retorna ao centro de distribuição ou deposito após

cada visita e a segunda situação é que o veículo visita vários clientes e só depois retorna ao centro de distribuição, também segundo Laporte (1992).

2.6. Método *Adaptive Large Neighborhood Search*

O Método *Adaptive Large Neighborhood Search* (ALNS) de acordo com Ropke e Rsinger (2006), foi uma proposta para resolver o problema de coleta e entrega com janelas de tempo. A ALNS é uma continuação da *large neighborhood search* (LNS), sendo que a LNS parte de uma solução inicial viável qualquer e tem como mecanismo de busca a remoção e a reinserção de elementos da solução, que definem a robustez e o desempenho da heurística.

Contudo, por implementar uma variante do (ALNS) dentro do *VRP Spreadsheet Solver*, devido à sua flexibilidade para acomodar muitas variantes do VRP. O algoritmo diversifica a pesquisa removendo clientes aleatoriamente da solução em questão e intensifica por meio da reinserção dos clientes e da pesquisa local.

2.7. VRP *Spreadsheet Solver*

O Problema de Roteamento de Veículos é um dos problemas de otimização mais constantemente encontradas na área de logística e transporte, segundo Dantzig e Ramser (1959), O VRP foi introduzido há mais de 50 anos, e muitas variantes do VRP que incorporam características adicionais tais como janelas de tempo (intervalos em que os clientes podem ser visitados).

Sendo assim, juntamente com as metodologias de Clarke e Wright e o Método *Adaptive Large Neighborhood*, serão adicionadas informações de variáveis da relação de transporte, para o cálculo da melhor e possível rota, parâmetros esses como: depósito origem, conjunto de clientes a serem visitados, tempo de serviço em cada cliente, capacidade do veículo e a distância. O cálculo no qual o VRP é dado pela fórmula que abrange todas as variáveis que o VRP pode tratar. A equação 1 é uma exemplificação da fórmula usada pelo programa.

Equação 1. Exemplificação da fórmula usada pelo programa VRP

window of vertex *i*. The formulation for the unified VRP is then:

$$\text{Maximize} \sum_{i\in V_c}\sum_{k\in K} p_i y_i^k - \sum_{(i,j)\in A}\sum_{k\in K} c_{ij}^k x_{ij}^k - \sum_{j\in V_c}\sum_{k\in K} f^k x_{o^k,j}^k - \Pi \sum_{i\in V} v_i \quad (1)$$

Fonte: Erdogan Günes (2017)

3.DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

3.1. A empresa em estudo

ISSN 2357-9684

A empresa em estudo, é uma empresa de *e-commerce* que vende seus produtos dentro do *marketplace* do Mercado Livre, localizada na cidade de São José dos Campos-SP. Através da coleta de dados, das análises de informações do sistema de roteirização e da maneira como a transportadora realiza à logística de coleta dos produtos, serão analisados aspectos como a localização e posição de todos os vendedores a serem coletados deste mesmo trajeto, o tempo de coleta e a capacidade de transporte dos produtos dentro do veículo. Para então, verificar dentre o método de roteirização, qual a melhor opção, ou seja, o roteiro mais adequado de

acordo com as questões do problema e a otimização da rota, por meio da apresentação de um estudo de melhoria capaz de suprir o alto volume pedidos a serem coletados, e o tempo necessário para isso.

A empresa Eletronic atua em dois segmentos, sendo uma na área de componentes eletrônicos e robóticos para automação e outra no segmento de espelhos decorativos em acrílico. Na área de espelhos decorativos, existe uma empresa filial do Grupo Eletronic que chama-se *Click Decor*. O Grupo Eletronic mantém 4 perfis no Mercado Livre, sendo três deles (Eletronic, Click Decor e Robótic Parts) com o maior números de vendas, que juntos, a média de pedidos chega a 300 encomendas por dia.

3.2. Considerações sobre a necessidade da reputação no Mercado Livre

O Mercado Livre usa como base para a avaliação dos vendedores as variáveis: reclamações e tempo de envio do produto. Eles levam em consideração as vendas dos vendedores dentro da plataforma dos últimos 3 meses mais os dias do mês atual. Entretanto, se o vendedor obteve menos de 60 vendas, eles analisam todo o seu histórico.

Para manter e melhorar a reputação, o mais importante é oferecer uma boa experiência de compra ao consumidor. Para isso, é preciso olhar a jornada de compra de ponta a ponta e fazer
um acompanhamento pós-venda para garantir a satisfação deles com o produto.

Ter boa reputação significa ter um maior fluxo de vendas e um crescimento sólido em seus negócios. O Mercado Livre calcula a porcentagem de reclamações em relação às vendas. Ou seja, eles comparam o número de reclamações frente ao número de vendas. Para uma boa reputação, o vendedor tem que se atentar para não superar os 3% de reclamações.

O Mercado Livre compara o tempo de entrega do produto ao correio com o do restante dos vendedores de cada categoria. O vendedor tem que estar atento ao tempo de manuseio, para que não seja muito longo, pois não se deve ter mais do que 15% de entregas com atraso.

Para garantir uma boa experiência para os clientes, o prazo para envio dos produtos é de 24 horas quando feito pelo Mercado Envios. Isso significa que, desde que a venda é feita, o vendedor tem um dia útil para levar seus produtos aos Correios para que sejam considerados como entregues no prazo. Além disso, cumprir o prazo de entrega é essencial para que seus clientes fiquem satisfeitos.

Para ser Mercado Líder, o vendedor não pode cancelar mais de 2% das suas vendas. Para manter sua cor verde, ele não pode cancelar mais de 3% das suas vendas. Muitas das reclamações são abertas devido à falta de informações logo após a compra. A melhor forma de evitar reclamações é oferecendo um excelente serviço pós-venda para os seus compradores.

3.3. Mercado Envios Coleta

Mercado Coleta é uma solução logística do Mercado Livre que poupa o lojista do deslocamento aos Correios ou de Transportadora para o envio do produto. Isso acontece porque o Mercado Envios Coleta vai até o local indicado pelo vendedor, em um horário

ISSN 2357-9684

previamente agendado,
para realizar a coleta gratuita da encomenda.

O pedido é então encaminhado ao centro de logística da transportadora contratada pelo Mercado Envios. É nesse local que os pacotes são separados e enviados para o consumidor via Correios ou transportadoras parceiras.

Como a coleta é realizada de acordo com a demanda de pedidos, os ditos *crossdocking*, o serviço não trabalha com armazenamento de produtos em estoque, cabendo ao vendedor essa responsabilidade. A empresa só realiza a expedição e postagem para o consumidor final.

3.4. Processo

Analisando a rotina diária da empresa, a Eletronic vende em média 300 produtos diariamente e tem a capacidade operacional de embalar um pouco mais desses 300 produtos ao decorrer do dia, segundo dados informados. Mas, embalar mais de 300 produtos numa segunda-feira, é uma força tarefa, pois acumula-se pedidos da sexta-feira depois das 17:00, do final de semana e da parte da manhã de segunda-feira, tudo para ser enviado nesta mesma segunda-feira.

No dia seguinte, terça-feira, é um outro dia agitado, pois é quando os boletos bancários (que demoram até 3 dias para ser compensado) são aprovados, e os pedidos do final de semana e da segunda feira que não foram feitos, são enviados. A partir da quarta-feira até sexta-feira, a demanda de pedidos cai relativamente, porém nada significativo. Um outro detalhe importante, é que todas as compras aprovadas até as 11:00, tem que ser postadas no mesmo dia, para não ocorrer atrasos na entrega.

Toda essa discussão da problemática deriva-se do tempo entre as janelas de coleta e da roteirização que foi desenvolvida pela transportadora contratada pelo Mercado Livre. Na folha de rota do motorista, as empresas do Grupo Eletronic são as primeiras a serem coletadas, a partir das 12:00. De modo que três, das quatro contas que disponibiliza de coleta, eles deram o tempo de 30 minutos para realizar a coleta de todos os pedidos das três contas, sendo 10 minutos para cada conta.

Porém, o motorista precisa abrir o aplicativo do Mercado Livre, e scanear todos os produtos referentes a cada vendedor através da etiqueta de envio que possui um *QRcode*, o que acaba levando um tempo para concluir todo o trabalho.

Esse processo é feito para que conste a saída dos produtos da empresa para ser transportado pelo motorista até o Centro de Distribuição. No entanto, o volume de pedidos a serem enviados é grande, e fazer o *picking* de todos eles dentro de 30 minutos é um trabalho árduo. Esse cálculo estima somente o tempo de bipagem do produto, sem levar em consideração a organização dos produtos corretamente dentro do veículo.

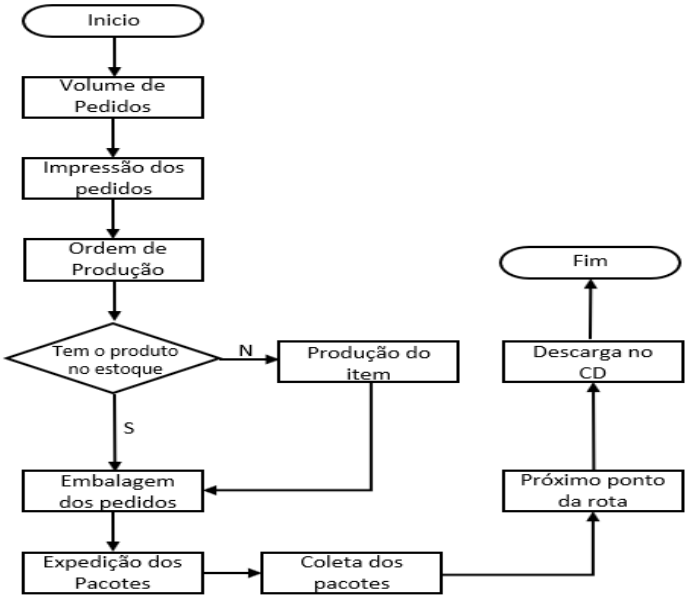
A empresa Eletronic sugeriu ao Mercado Livre que realizassem a alteração da rota, com base no volume de vendas que tem para ser despachado, e no volume de vendas de outros vendedores, e da roteirização em si, na qual a Eletronic seria a última empresa a ser coletada quando o motorista vem de São Paulo sentido Rio de Janeiro, e o último vendedor a ser coletado, seria o primeiro do sentido Rio de Janeiro - São Paulo. A inversão da rota é

Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end
Depot	RUA CORONEL MARQUES RIBEIRO, 225, VILA GUILHERME, São Paulo	-23.5073800	-46.6144900	12:00	20:00
Customer 1	AVENIDA DOS ASTRONAUTAS, 1353, JARDIM SOUTO, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP	-23.2043463	-45.8610660	13:03	13:34
Customer 2	Tv. Treze, 3500 - Jardim Sao Judas Tadeu, São José dos Campos - SP, 12228-288	-23.2576400	-45.8351300	13:56	14:11
Customer 3	AVENIDA ANDROMEDA, 3513, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2430565	-45.8852054	14:36	14:51
Customer 4	AVENIDA ANDROMEDA, 3712, SALA, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2456800	-45.8857700	14:52	15:07
Customer 5	AVENIDA OURO FINO, 2539, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2587300	-45.8892300	15:10	15:25
Customer 6	RUA BACABAL, 500, PARQUE INDUSTRIAL, São José dos Campos - SP	-23.2309400	-45.9014200	15:36	15:51
Customer 7	AV. DR. JOAO BATISTA SOARES DE QUEIROZ J, 445, JARDIM DAS INDUSTRIAS, São José dos Campos - SP	-23.2289800	-45.9160000	16:00	16:15
Customer 8	AV. DR JOAO BATISTA SOARES DE QUEIROZ JR, 436 JARDIM DAS INDUSTRIAS, São José dos Campos - SP	-23.2294500	-45.9157000	16:16	16:36
Customer 9	AVENIDA SAO JOAO, 2375, JARDIM AQUARIUS, São José dos Campos - SP	-23.2093429	-45.9088913	16:42	16:57
Customer 10	RUA DOS ARENQUES, 50134, PARQUE RESIDENCIAL AQUARIUS, São José dos Campos - SP	-23.2180700	-45.9096900	17:03	17:18
Customer 11	RUA EXPEDICIONARIO JOSE LOPES CRUZ, 58, URBANOVA VII - SAO JOSE DOS CAMPOS - SP	-23.2001200	-45.9601900	17:38	18:01

ISSN 2357-9684

Fonte: Autor (2021)

Figura 2 - Fluxograma dos processos interno da empresa



Fonte: Autor (2021)

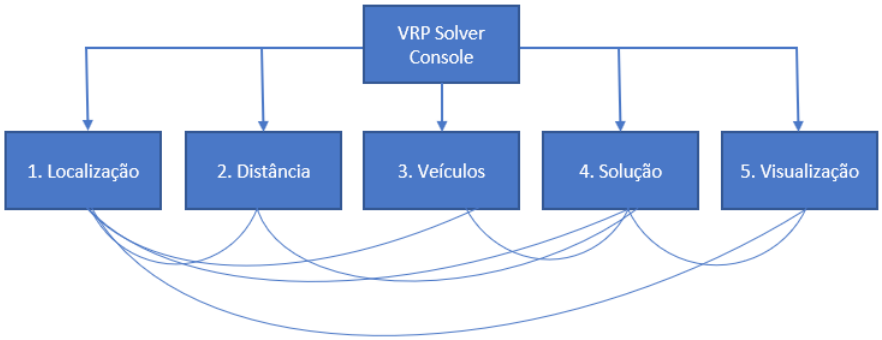
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Estrutura das planilhas

O VRP *Spreadsheet Solver* é um modelo matemático que mantém os dados sobre os elementos de um problema de roteirização de veículos, em planilhas separadas, dentro do mesmo arquivo e adota um fluxo incremental de informações.

Inicialmente, a pasta de trabalho contém apenas a planilha chamada VRP *Solver Console*. As demais planilhas, 1.Locais, 2.Distâncias, 3.Veículos, 4.Solução e 5.Visualização, são geradas na sequência indicada pelo seus índices. A Figura 3 ilustra o fluxo de informação.

Figura 3 - Estrutura do fluxo de informações da planilha



ISSN 2357-9684

Fonte: Autor (2021)

4.1.1 VRP *Solver Console*

Esta planilha mantém e fornece informações para o restante das planilhas. Ele proporciona vários parâmetros relativos ao tamanho da instância que está sendo resolvida e suas características, incluindo o número de depósitos e clientes, número de tipos de veículos, o espaço das janelas de tempo entre dos clientes. Nesta solução foi utilizado onze clientes com diferentes janelas de tempo, o tipo de rota escolhida foi a mais curta, a velocidade média utilizada foi de 60km/h, que permite que o *solver* trabalhe em cima do problema. Uma captura de tela da aba inicial da planilha *solver* é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Planilha do VRP *Solver* Página Inicial

Sequence	Parameter	Value	Remarks
0.Optional - GIS License	Bing Maps Key	Anf2bPE96vro6B45omg0IjyXkpJF	You can get a free key at https://www.bingmapsportal.com/
1.Locations	Number of depots	1	[1,20]
	Number of customers	11	[5,200]
2.Distances	Distance / duration computation	Bing Maps driving distances (km	Recommendation: use postcodes for addresses
	Bing Maps route type	Shortest	commendation: use Fastest
	Average vehicle speed	60	Not used for the 'Bing Maps driving distances' options
3.Vehicles	Number of vehicle types	1	Heterogeneous VRP if greater than 1
4.Solution	Vehicles must return to the depo	Yes	Open VRP if no return
	Time window type	Hard	
	Backhauls?	No	If activated, delivery locations must be visited before pickup locati
5.Optional - Visualizatior	Visualization background	Bing Maps	
	Location labels	Location IDs	
6.Solver	Warm start?	Yes	
	Show progress on the status bar?	No	May slow down the optimization algorithm
	CPU time limit (seconds)	30	Recommendation: At least 60 seconds

Fonte: Autor (2021)

4.1.2. Locais

Os detalhes sobre os locais, incluindo os nomes dos clientes, endereços, coordenadas, janelas de tempo e requisitos de serviço de coleta são mantidos nesta planilha apresentada pela Tabela 3. As coordenadas podem ser introduzidas manualmente ou copiadas e coladas de uma fonte externa ou preenchidas usando o serviço da *web* GIS (Sistema de informação geográfica) com base nos endereços inseridos pelo usuário. Os endereços utilizados nesta planilha, são os respectivos clientes serem visitados com base na folha de rota fornecida para este desenvolvimento, ela se encontra na Tabela 1, porém a ordem original dos vendedores a

ISSN 2357-9684

serem coletados está
invertido para efeito de cálculo, como mencionado anteriormente neste artigo.

Tabela 3 - Planilha de localização

Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end
Depot	RUA CORONEL MARQUES RIBEIRO, 225, VILA GUILHERME, São Paulo	-23.5073800	-46.6144900	11:30	20:00
Customer 1	RUA EXPEDICIONARIO JOSE LOPES CRUZ, 58, URBANOVA VII - SAO JOSE DOS CAMPOS - SP	-23.2001200	-45.9601900	13:01	20:00
Customer 2	RUA DOS ARENQUES, 50134, PARQUE RESIDENCIAL AQUARIUS, São José dos Campos - SP	-23.2180700	-45.9096900	13:44	20:00
Customer 3	AVENIDA SAO JOAO, 2375, JARDIM AQUARIUS, São José dos Campos - SP	-23.2093429	-45.9088913	14:07	20:00
Customer 4	AV. DR JOAO BATISTA SOARES DE QUEIROZ JR, 436 JARDIM DAS INDUSTRIAS, São José dos Campos - SP	-23.2294500	-45.9157000	14:29	20:00
Customer 5	AV. DR. JOAO BATISTA SOARES DE QUEIROZ J, 445, JARDIM DAS INDUSTRIAS, São José dos Campos - SP	-23.2289800	-45.9160000	15:01	20:00
Customer 6	RUA BACABAL, 500, PARQUE INDUSTRIAL, São José dos Campos - SP	-23.2309400	-45.9014200	15:28	20:00
Customer 7	AVENIDA OURO FINO, 2539, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2587300	-45.8892300	15:46	20:00
Customer 8	AVENIDA ANDROMEDA, 3712, SALA, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2456800	-45.8857700	16:05	20:00
Customer 9	AVENIDA ANDROMEDA, 3513, BOSQUE DOS EUCALIPTOS, São José dos Campos - SP	-23.2430565	-45.8852054	16:21	20:00
Customer 10	Tv. Treze, 3500 - Jardim Sao Judas Tadeu, São José dos Campos - SP, 12228-288	-23.2576400	-45.8351300	16:54	20:00
Customer 11	AVENIDA DOS ASTRONAUTAS, 1353, JARDIM SOUTO, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP	-23.2043463	-45.8610660	17:48	20:00

Fonte: Autor (2021)

4.1.3. Distâncias

Esta planilha contém as distâncias e durações de viagem entre cada dois pontos que são especificados no tópico 4.1.2 Locais. O parâmetro sobre o tipo de rota, (mais curta ou mais rápida) é crucial. A escolha da rota mais curta geralmente encontra rotas que passam pelo centro das cidades, que estão sujeitas a rígidos limites de velocidade e tráfego intenso. Usar a rota mais rápida geralmente é a melhor opção para operações de entrega de longa distância. Por outro lado, as rotas mais rápidas podem acabar usando rodovias periféricas da cidade com muita frequência e, consequentemente, os caminhos mais curtos podem ser mais adequados para empresas que realizam operações de coleta dentro da cidade, que é o caso desta problemática, onde os serviço de coleta está sendo realizado dentro da cidade. Também é possível recuperar durações de condução em tempo real com base no tráfego, que é calculado e fornecido pelo serviço da *web* GIS. Uma captura de tela da planilha 2. Distancias é exibida na Tabela 4.

Tabela 4 - Planilha de distância

From	To	Distance	Duration	Method:	Bing Maps driving distances (km)
Depot	Depot	0,00	0:00		
Depot	Customer 1	88,52	1:26		
Depot	Customer 2	85,80	1:12		
Depot	Customer 3	86,35	1:13		
Depot	Customer 4	83,56	1:06		
Depot	Customer 5	83,78	1:07		
Depot	Customer 6	84,35	1:04		
Depot	Customer 7	86,30	1:22		
Depot	Customer 8	85,59	1:20		
Depot	Customer 9	85,81	1:21		
Depot	Customer 10	95,50	1:28		
Depot	Customer 11	89,81	1:09		

Fonte: Autor (2021)

4.1.4. Veículos

Os dados sobre os tipos de veículos são armazenados nesta planilha. Utilizando como base um tipo de caminhão comum para este tipo de transporte em nosso país que é o modelo VUC, este caminhão comporta 3000 quilograma, e atualmente é utilizado para esta aplicação da problemática. Os dados incluem parâmetros de custo por unidade de distância (que está no valor de R$1,00) e o custo por viagem, bem como parâmetros operacionais, por exemplo, o

ISSN 2357-9684

depósito, capacidade de transporte para três toneladas, limite de tempo de condução, que não pode exceder de 8 horas diárias e o limite de distância do veículo. A Tabela 5 exibe os dados da planilha.

Tabela 5 - Planilha de veículo

Starting depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Destination ID	Number of vehicles
Depot	T1	3000	0,00	1,00	560,00	12:00	8:00	9:00	Depot	0	1

Fonte: Autor (2021)

4.1.5 . Solução

Esta planilha gerada lista os clientes que o veículo especificado no tópico 4.1.4 Veículos deve realizar a coleta, e usa as informações do tópico 4.1.2 Locais, para quanto aos tempos de atendimento e valores de coleta, bem como a distância e duração no tópico 4.1.3 Distâncias para cálculos dos tempos de partida/chegada e o custo de viagem entre os clientes.

A planilha contém vários recursos de formatação condicional projetados para identificar visualmente soluções inviáveis e facilitar a construção de soluções manuais. Por exemplo, um veículo excedendo sua capacidade ou limite de distância, ou um cliente sendo visitado fora de sua janela de tempo são destacados em vermelho, como um alerta. Também é possível copiar e colar lista de clientes entre rotas de veículos para fins de modificação manual das rotas. A captura de tela da planilha de soluções é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Planilha de solução

Total net profit:	-220,69							
Vehicle:	V1	Stops:	12	Net profit:	-220,69			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		12:00	0:00	0	0
1	Customer 1	88,52	1:26	13:26	13:41	1:41	0	100
2	Customer 2	98,48	1:47	14:02	14:17	2:17	0	200
3	Customer 3	99,67	1:49	14:19	14:34	2:34	0	300
4	Customer 6	103,35	1:55	14:40	15:43	3:43	0	400
5	Customer 7	107,46	2:07	15:55	16:10	4:10	0	500
6	Customer 8	109,29	2:11	16:14	16:29	4:29	0	600
7	Customer 9	109,66	2:12	16:30	16:40	4:40	0	700
8	Customer 10	119,88	2:26	16:54	17:24	5:24	0	1000
9	Customer 11	130,20	2:42	17:40	18:03	6:03	0	1100
10	Customer 4	139,05	2:53	18:14	18:29	6:29	0	1200
11	Customer 5	139,27	2:54	18:30	18:45	6:45	0	1300
12	Depot	220,69	3:57	19:48		7:48	0	1300

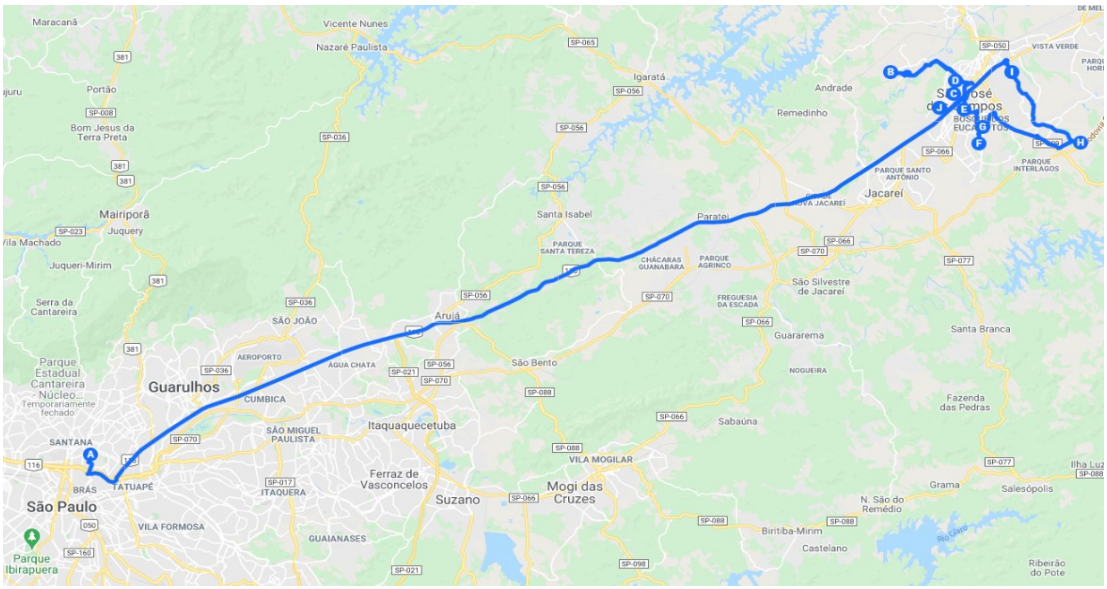
Fonte: Autor (2021)

4.1.6 Visualização

ISSN 2357-9684

As localizações e as rotas dos clientes podem ser inspecionadas visualmente gerando esta planilha opcional. As opções na página inicial do VRP *Solver* podem ser definidas para exibir vários detalhes sobre os locais, incluindo seus valores de coleta/entrega ou tempos de serviço. Esta planilha contém simplesmente um gráfico de dispersão com o mapa da região recuperado do serviço da *web* GIS, para ilustrar a rota.

Figura 4 - Planilha de visualização do mapa



Fonte: Autor (2021)

4.2 Discussão do Resultado Obtido

Com esse artigo, se observa que, o cliente denominado na Tabela 6 da planilha como "Cliente 10" é o cliente do estudo deste artigo. Identifica-se que, com as informações coletadas para este estudo e aplicadas junto modelo matemático, o VRP *Solver* exibiu através da Tabela 6 do tópico 4.1.5 Soluções, que é possível realizar a inversão da rota atendendo a todos os critérios propostos, satisfazendo a empresa transportadora, fornecedores e clientes, mantendo o nível da qualidade de serviço. A empresa Eletronic através do resultado da Tabela 6, é o 8° (oitavo) cliente a ser coletado, indicando que o modelo matemático reorganizou de forma lógica a ordem das coletas de acordo com as janelas de tempo. Logo, a solução ilustra agora que eles tem o tempo hábil para preparar todos os pedidos e despacha-los dentro do prazo estipulado sem ocorrer de produtos ficarem para trás ou atrasados.

5. CONCLUSÃO

ISSN 2357-9684

Conforme apresentado o trabalho foi ao encontro como seu objetivo, pois, em virtude dos argumentos apresentados, conclui-se que a utilização da atual rota desenvolvida pela empresa transportadora contratada pelo Mercado Livre não é a mais adequada, pois, como observado pelos resultados do VRP *Solver* ainda há alguns erros na distribuição de horários e rotas, até os clientes e janelas de tempo. Logo, é necessária uma melhor adequação para atender tanto os clientes internos com a coleta das mercadorias, quanto para o cliente final que vai ter acesso a sua mercadoria mais rápido e seguro possível. O resultado positivo obtido do VRP *Solver* evidenciou o quão importante é ter a roteirização bem ajustada, e como pode ser útil para fins de transporte com mais de um ponto a ser visitado, gerando um custo menor pela precisão das rotas e pela quantidade certa de produtos a ser transportados.

6. REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**, 5ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

DAMIAN, Terezinha. **Gestão de Empresa: Tópicos Especiais em Gestão Empresarial**. Ed. Paco Editorial, 2015.

DANTZIG, G. B.; RAMSER, J. H. O problema de despacho do caminhão. **Management Science**. Vol. 6, n. 1, p. 80-91, 1959.

ERDOĞAN Gunes, VRP *Spreadsheet Solver*, 2013. Disponível em: http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver. Acesso em: 07 set. 2020.

ERDOĞAN, Sevgi; MILLER-HOOKS, Elise. Um problema de roteamento de veículos verdes. **Pesquisa de transporte parte E: revisão de logística e transporte**. Vol. 48, n. 1, p. 100-114, 2012.

EPSTEIN, Lee.; KING, Gary. **Pesquisa empírica em direito: as regras de inferência**. São Paulo: Direito GV, 2017.

LAPORTE, Gilbert. O problema de roteamento de veículos: uma visão geral de algoritmos exatos e aproximados. **European Journal of Operation Research**.1992.

MENCHIK, Carlos R. **Gestão Estratégica de Transportes de Distribuição**. Ed. IESDE Brasil S.A., 2010

MOURA, S.W.O.; OLIVEIRA, M.V.L.; SILVA, C.S.; OLIVEIRA, P.R.; O Crescimento do Ecommerce Entre Brasil e China. **III Ciclo Científico da Faculdade São Paulo** – FSP, 2015.

PISINGER, David; ROPKE, Stefan. Uma heurística geral para problemas de roteamento de veículos. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 8, p. 2403-2435, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

MERCADO LIVRE. Reputação: A base para o sucesso. Disponível em: https//:vendedores.mercadolivre.com.br/reputacao-a-base-para-o-sucesso/. Acesso em: 07 set. 2020.

ROPKE, Stefan; PISINGER, David. Uma heurística de pesquisa adaptativa de grande vizinhança para o problema de coleta e entrega com janelas de tempo. **Ciência do transporte**, v. 40, n. 4, pág. 455-472, 2006.

ISSN 2357-9684

ROSA, João R.C.
Marketplace no Brasil: Desafios, Vantagens e Tendências deste modelo de Negócio para Empresas Varejistas. Dissertação de Mestrado, Faculdade Fia de Administração e Negócios, 2019.

SALOMÃO, Karin. Mais CDs, menos Correios: o crescimento da logística do Mercado Livre. Exame, 2020. Disponível em: https://exame.com/negocios/mais-cds-menos-correios-o-crescimento-da-logistica-do-mercado-livre/. Acesso em: 04/09/2020

TEIXEIRA, Tarcísio. **Comércio Eletrônico: Conforme o Marco Civil da Internet e a regulamentação do e-commerce no Brasil**. Ed. Saraiva, 2015.

MERCADO LIVRE. Tempo de envio: o segredo para ter uma boa reputação. Disponível em: https://vendedores.mercadolivre.com.br/tempo-de-envio-o-segredo-para-uma-boa-reputacao/. Acesso em: 07 set. 2020.

43° Edição Webshoppers. **Ebit/Nielsen & Bexs Bank**. Disponível em: https://www.ebit.com.br/webshoppers. Acesso em: 27 mar. 2021.