



Recebido em: 06/05/2024.

Aceito em: 22/06/2024.

Revista SODEBRAS – Volume 19

Nº 221 – MAIO/ JUNHO - 2024

ESTUDOS DE PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO PARA A OPERAÇÃO LOGÍSTICA DE UMA EMPRESA COMERCIAL ATUANTE NO ESTADO DE SÃO PAULO

OPTIMIZATION OF ROUTING PROBLEMS FOR THE LOGISTICS OPERATION OF A COMMERCIAL COMPANY OPERATING IN THE STATE OF SÃO PAULO

Fábio José Ceron Branco¹

Bryan Luis Oliveira De Mattos²

Lucio Inacio Costa Filho³

Resumo – O presente estudo tem como principal foco aplicar o conceito do Problema do Caixeiro Viajante (PCV) em problemas de roteirização para a operação logística de uma empresa comercial, atuante no estado de São Paulo. O objetivo é identificar os benefícios e potenciais impactos nas rotas reais da empresa através do PCV aplicado gerando rotas simuladas, e por sua vez, uma análise comparativa entre elas. O Problema do Caixeiro Viajante é comumente utilizado para otimizar o processo de roteirização em empresas de transporte e logística, ou que têm na logística parte importante do seu processo produtivo/comercial. E é nesse contexto que o PCV se configura como uma ferramenta importante para otimizar a rota dos veículos, proporcionando assim economias significativas. Estruturado como uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo, esse estudo apresenta os resultados de forma qualitativa e quantitativa, a partir da coleta de informações de fontes secundárias. E a partir de seu desenvolvimento foi possível concluir que os impactos são positivos e as rotas simuladas, em sua maioria, apresentam economias em distância, tempo e custo. Algumas delas apresentam redução superior à 20% nessas variáveis e no total geram uma economia de R\$5.440,56 mensais e R\$ 65.286,72 anuais.

Palavras-chave: Problema do Caixeiro Viajante. Otimização de Operação Logística. Pesquisa Operacional. Logística. Roteirização. Heurísticas. Controle de Custos.

Abstract - The focus of this study is to apply the concept of the Traveling Salesman Problem in an optimization of possible routing problems for the established logistics operation of a commercial company operating in the state of São Paulo. The general objective of the work is

¹ Professor Doutor efetivo no curso de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa. Contato: fbranco@utfpr.edu.br.

² Engenheiro de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Contato: bryan_mattos@hotmail.com.

³ Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Contato: lucincosta1@gmail.com

to identify the benefits and potential impacts on the optimization of the company's real routes through the applied TSP, generating simulated routes and, in turn, a comparative analysis between them. Therefore, it is necessary to conceptualize logistics, operational research and the TSP, and an analysis of the results is carried out in order to identify the benefits for optimizing the company's logistics operation. The Traveling Salesman Problem is commonly used to optimize the routing process in transport and logistics companies, or companies that have logistics as an important part of their production/commercial process. Structured as applied research, with an exploratory and descriptive character, this study presents the results in a qualitative and quantitative way, from the collection of information from secondary sources. Based on its development, it was possible to conclude that the impacts are positive and most of the simulated routes show savings in terms of distance, time and cost. Some of them show a reduction of more than 20% in these variables and in total generate savings of R\$5,440.56 per month and R\$65,286.72 per year.

Keywords: *Traveling Salesman Problem. Logistics Operation Optimization. Operational Research. Logistics. Scripting. Heuristics. Cost Control.*

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, em um cenário cada vez mais competitivo e cheio de opções, as empresas utilizam de diversas estratégias e conceitos para conquistar espaço e o destaque necessário para manter os clientes fidelizados, confiando em seus produtos e serviços.

Em geral as empresas, em especial as do ramo comercial, desejam ter uma carteira de clientes fiéis, para que haja uma maior segurança nos negócios. Entre as estratégias mais comuns estão: atendimento personalizado, produtos de qualidade e preços especiais. Já dentre as menos comuns, é possível citar a operação logística como forma de fidelizar os clientes, pois estando bem-organizada e sendo eficiente é capaz de contribuir positivamente para o bom relacionamento entre cliente e empresa.

É certo que ao realizar uma compra, principalmente online, uma expectativa é gerada no cliente. Do momento em que finaliza seu pedido até o momento do seu recebimento o cliente terá que lidar com certa ansiedade. Quando a logística entrega a compra dentro do prazo previamente estabelecido e de maneira segura, está contribuindo diretamente para uma melhor experiência ao cliente, o que provavelmente fará com que ele fique satisfeito.

A entrega tem o papel fundamental na experiência de compra, por se tratar da última etapa do processo e conseqüentemente, é a que ficará marcado na memória de forma mais evidente. Em outras palavras, um processo de logística de excelência tem um impacto positivo nas vendas de forma natural, pois proporciona ao cliente uma boa conclusão na sua experiência de compra (dentro dos seus parâmetros de atuação no processo), faz com que ele volte a comprar e ainda indique a loja para outras pessoas.

E por se tratar de uma possível vantagem competitiva, pode-se adaptar e utilizar o conceito do Planejamento e Controle da Produção (PCP), visto que é uma área responsável por direcionar os processos de forma que sejam executados de maneira eficiente. E como todo processo, este também possui custos para sua realização. O PCP fica responsável pela gestão do processo e se for bem executado, trará como um benefício a redução de custos desse processo e conseqüentemente maior eficiência e resultados positivos no lucro final da organização.

O artigo é um estudo sobre a operação logística de uma empresa comercial que atua com venda de peças de reposição e para projetos há mais de 30 anos, localizada no interior do estado de São Paulo, e possui frota própria para realizar as entregas de suas vendas e adota isso como um diferencial competitivo. O estudo se pauta em conceitos

de Pesquisa Operacional e utiliza técnicas de modelagem para tomadas de decisões dentro da operação logística a respeito da roteirização já estabelecida, e tem como objetivo identificar os benefícios do Problema do Caixeiro Viajante (PCV) na otimização de operação logística em uma empresa comercial do estado de São Paulo

1.1 - Logística

Pimentel *et al.* (2024) revelam que as rotas podem ser consideradas estratégicas e competitivas. Isso ocorre devido ao compartilhamento de um contexto econômico e social similar, reduzindo riscos logísticos, cambiais e aduaneiros. Essa abordagem aprimora a agilidade na resposta às demandas dos clientes e nos prazos de entrega, mas, no entanto, superar desafios técnicos dos fornecedores locais, juntamente com questões de custo, infraestrutura logística e tributação, é crucial.

É possível considerar que a logística (e seu desenvolvimento) está diretamente ligada ao desenvolvimento humano. Sua aplicação como afazer humano é coincidente com as atividades comerciais na sociedade, uma vez que se fez necessário a investir em técnicas de movimentação seja para os produtos acabados, matérias-primas ou equipamentos/ferramentas (GÓES, 2019).

Segundo Castillo (2007, p. 22, 23) logística pode ser definida:

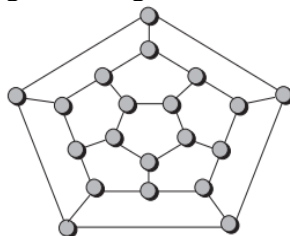
“como o conjunto de competências infra estruturais (transportes, armazéns, terminais intermodais, portos secos, centros de distribuição etc.), institucionais (normas, contratos de concessão, parcerias público privadas, agências reguladoras setoriais, tributação etc.) e estratégicas (conhecimento especializado detido por prestadores de serviços ou operadores logísticos) que, reunidas num subespaço, podem conferir fluidez e competitividade aos agentes econômicos e aos circuitos espaciais produtivos”

1.2 - Problema do Caixeiro Viajante (PCV)

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) pode ser considerado um problema de Programação Linear Inteira (PLI), uma vez que desafia o usuário a encontrar o roteiro que, iniciando e terminando do mesmo ponto, possui a menor distância e/ou custo passando por um determinado conjunto de pontos uma única vez. No presente estudo os pontos representam cidades do interior do estado de São Paulo.

Apesar do PCV ter sido proposto anteriormente, ele foi bastante divulgado após a proposição de um jogo por Willian Rowan Hamilton, onde o objetivo era traçar a melhor rota através dos vértices de um dodecaedro (Figura 1) sem repetir visitas, iniciando e terminando no mesmo ponto (cidade). Segundo Calheiros (2017, p. 18) “o problema do Caixeiro Viajante se resume em encontrar um ciclo Hamiltoniano de custo mínimo, ou seja, um ciclo que atravessasse cada vértice uma única vez e possua o somatório mínimo dos custos das arestas”. Este autor apresenta um estudo aplicado a passageiros, o que se relaciona diretamente com o problema tratado no presente artigo.

Figura 1 - Jogo de Hamilton.



Fonte: Goldbarg e Luna (2005).

No presente artigo utiliza-se o PCV para modelar o caso real de otimização de rotas na distribuição logística da empresa analisada.

1.3 - Otimização de rotas

Segundo Miranda, Soliani e De Freitas (2021, p.2) “A otimização de uma rota é o processo de determinar o trajeto mais curto ou rápido possível para que um veículo possa chegar a um determinado local”. Deste modo, é possível afirmar que a principal aplicação dos modelos de roteirização é definir a melhor rota para entregas. Neste mesmo trabalho verifica-se a aplicação do método no setor de alimentos, o que se relaciona conceitualmente ao tratado no presente artigo.

As técnicas de otimização são utilizadas como ferramentas no processo de tomada de decisão em todos os âmbitos, por permitirem a minimização de utilização de recursos de forma desnecessária, sejam estes recursos, financeiros, físicos ou de tempo (TORMEN, *et al.*, 2018).

Silva et al. (2019) destacam o quanto a implantação de ferramentas tecnológicas pode resultar positivamente nos processos logísticos de uma empresa. Evidenciaram a importância de uma ferramenta denominada Foxtrot de sequenciamento dinâmico de rotas na otimização de uma cadeia de suprimentos, o que afeta o nível de satisfação do cliente.

Considerando estes conceitos, é possível afirmar que a otimização de rotas faz uso de algumas técnicas para definir a melhor rota para entregas minimizando a utilização de recursos. A utilização destas técnicas é essencial no presente estudo, uma vez que visa entender as rotas existentes e propor melhorias às mesmas de forma a minimizar a utilização de recursos realizando as entregas de forma eficiente em termos de tempo e custos.

II. METODOLOGIA

Para a coleta de dados foram consultados os responsáveis pelo departamento de logística da empresa, onde ficou disponibilizado o mapa e cronograma das rotas reais utilizadas na rotina. De posse dessas informações, foram construídas as matrizes de precedências, levando em conta três parâmetros distintos para cada uma das rotas, totalizando assim, 42 matrizes para objeto de estudo. Para preencher as matrizes, foram realizadas consultas através do site WikiRotas que forneceu as informações pertinentes para esse caso, tais como, distância entre as cidades, custo da rota levando em consideração o consumo médio e o pedágio, e por fim, o tempo de percurso.

A partir disso, passou-se a etapa de experimentação computacional, com a utilização do suplemento SOLVER[®] da ferramenta Microsoft Office EXCEL[®] com o intuito de minimizar a função objetivo de cada problema. Dessa forma a análise, no primeiro momento torna-se individual, ou seja, aplicado para cada rota e como resultado, uma nova roteirização (simulada) é fornecida podendo ser diferente, ou não, da rota real. Para este tipo de solução poderiam ser utilizados outros softwares, porém, o utilizado é suficiente para a solução do problema, acessível e largamente utilizado, o que facilita o critério da replicação do estudo.

Os resultados foram interpretados a partir dos resultados individuais obtidos através da experimentação computacional. Foram agrupados e analisados com relação as funções objetivo propostas no estudo. Sendo assim, através de um comparativo entre rotas reais e rotas simuladas, permite-se identificar os benefícios da aplicação do PCV para este caso, e as melhorias que as novas roteirizações trariam caso colocadas em

prática, implicando em reduções de custos operacionais para a empresa concluindo o estudo.

III. RESULTADOS E ANÁLISES

Foram utilizadas 14 rotas reais disponibilizadas pela empresa, e mostradas na Figura 2. As rotas consideram Bauru (sede da empresa), como ponto de final e de partida.

Figura 2 – Rotas reais percorridas.



Fonte: Autores, 2024.

Os parâmetros para a realização da pesquisa foi considerar um caminhão de 2 eixos e o consumo de 12km/l baseado em informações técnicas do fabricante. O valor do litro do diesel utilizado foi de R\$5,74. Esse valor é uma média do preço cobrado pelo posto onde os carros são abastecidos pela empresa durante o período do levantamento de dados.

Assim, foram geradas 42 matrizes de precedência, para cada rota, a partir de três parâmetros: tempo, custo e distância. Por exemplo, a Tabela 1 mostra uma destas matrizes de precedência, em distâncias, para a primeira rota da Figura 2.

Tabela 1 – Matriz de precedência da rota Araraquara, em km.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bauru (1)	0	107	125	129	142	147	155	168	169	147	121
Boa Esperança do Sul (2)	106	0	17	47	59	65	55	86	114	83	29
Gavião Peixoto (3)	124	17	0	36	46	52	38	71	97	66	13
Araraquara (4)	127	46	36	0	12	18	33	39	88	64	48
Américo Brasiliense (5)	141	59	45	11	0	6	51	37	105	81	65
Santa Lúcia (6)	146	66	59	17	6	0	57	32	112	87	72
Matão (7)	154	52	35	34	50	56	0	37	62	40	39
Motuca (8)	167	85	74	39	37	32	37	0	63	66	78
Monte Alto (9)	208	102	85	88	104	110	60	63	0	25	73
Taquaritinga (10)	146	79	62	64	11	17	34	39	88	0	51
Nova Europa (11)	121	29	13	48	65	70	42	75	73	51	0

Fonte: Autores, 2024.

Para a resolução dos problemas levantados, usaram-se os parâmetros do suplemento SOLVER do Microsoft Excel Office 2019®, de forma que se pudesse obter um novo sequenciamento de rotas. A Figura 3 mostra um exemplo de parâmetros utilizados para obter a rota simulada através da minimização da função objetivo que é o somatório da variável analisada.

Figura 3 - Parâmetros do Solver.

Fonte: Microsoft Excel (2024), autores.

Para facilitar a visualização a Tabela 2 representa o comparativo entre rota real e rota simulada para a variável distância, na rota Araraquara.

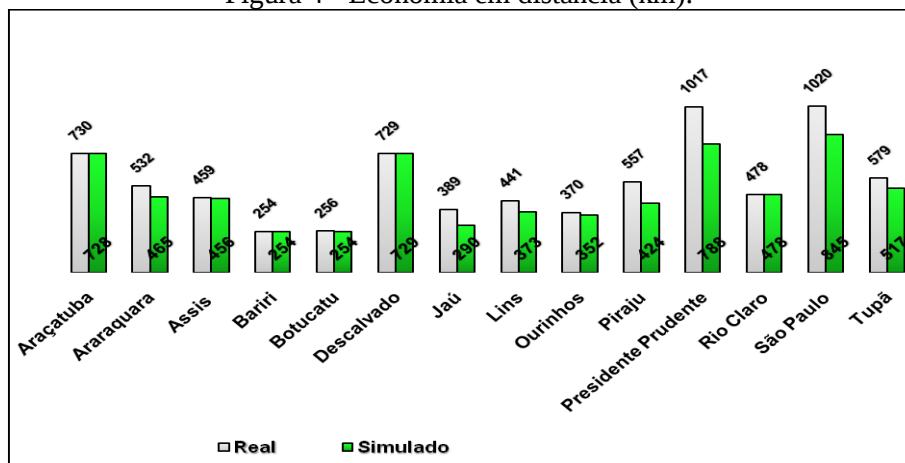
Tabela 2 - Comparativo entre Rota Real x Rota Simulada (Araraquara).

Rota Real		Rota Simulada	
Ordem		Ordem	
0	Bauru	0	Bauru
1	Boa Esperança do Sul	1	Boa Esperança do Sul
2	Gavião Peixoto	2	Gavião Peixoto
3	Araraquara	10	Nova Europa
4	Américo Brasiliense	6	Matão
5	Santa Lúcia	7	Motuca
6	Matão	8	Monte Alto
7	Motuca	9	Taquaritinga
8	Monte Alto	4	Américo Brasiliense
9	Taquaritinga	5	Santa Lúcia
10	Nova Europa	3	Araraquara
0	Bauru	0	Bauru

Fonte: Autores, 2024.

A partir da análise comparativa entre cada um desses 14 novos sequenciamentos gerados, tem-se na Figura 4 a economia, também em KM que a rota simulada tem sobre a rota real.

Figura 4 - Economia em distância (km).



Fonte: Autores, 2024.

Sendo assim, pode-se verificar que, com os sequenciamentos simulados obtém-se resultados significativos para algumas das rotas estudadas. Em termos percentuais, o estudo apresenta uma economia de 25,4% para a rota de Jaú, ou seja, o percurso foi reduzido em 99 km com relação ao sequenciamento utilizado pela empresa (Rota Real). As rotas de Pirajuí e Presidente Prudente apresentaram reduções de 23,9% e 22,5% respectivamente. Em contrapartida, o sequenciamento das rotas de Bariri, Descalvado e Rio Claro não sofreram nenhuma alteração, logo a variação foi de 0% e com isso, podemos entender que a empresa já adota o melhor sequenciamento disponível para realizar esse percurso.

Na Tabela 3 tem-se o resultado relacionado a minimização da distância obtido para cada uma das rotas em uma variação percentual de redução que a rota simulada tem sob a rota real.

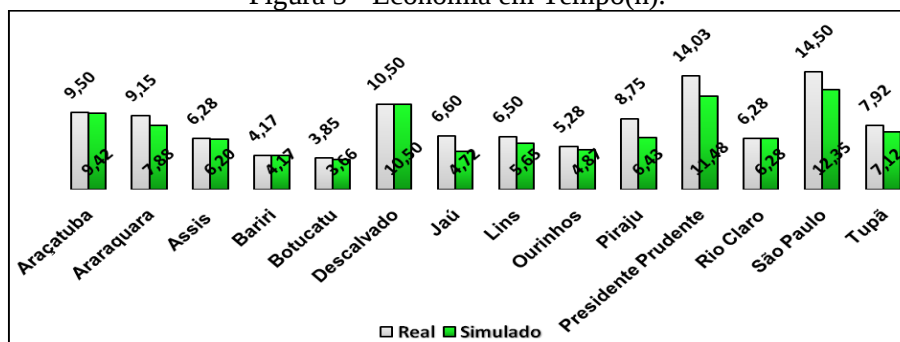
Tabela 3 - Variação percentual obtida após comparativo entre rotas real x simuladas.

Cidades	Real (km)	Simulado (km)	Resultado (km)	Variação
Araçatuba	730	728	-2	-0,3%
Araraquara	532	465	-67	-12,6%
Assis	459	456	-3	-0,7%
Bariri	254	254	0	0,0%
Botucatu	256	254	-2	-0,8%
Descalvado	729	729	0	0,0%
Jaú	389	290	-99	-25,4%
Lins	441	373	-68	-15,4%
Ourinhos	370	352	-18	-4,9%
Piraju	557	424	-133	-23,9%
Presidente Prudente	1017	788	-229	-22,5%
Rio Claro	478	478	0	0,0%
São Paulo	1020	845	-175	-17,2%
Tupã	579	517	-62	-10,7%

Fonte: Autores, 2024.

Para o tempo total (em horas), tem-se na Figura 5 a economia comparada a rota simulada sobre a rota real.

Figura 5 - Economia em Tempo(h).



Fonte: Autores, 2024.

Em termos percentuais, outra vez a rota de Jaú se mostrou favorável à melhoria, onde a redução é de 28,5% do tempo de percurso. Na sequência, temos a rota de Piraju e Presidente Prudente com as maiores variações, 26,5% e 18,2% respectivamente. As rotas de Bariri, Descalvado e Rio Claro também não sofreram alterações para a variável tempo.

Na Tabela 4 tem-se o resultado relacionado a minimização do tempo total (em horas) obtido para cada uma das rotas em uma variação percentual de redução que a rota simulada tem sob a rota real.

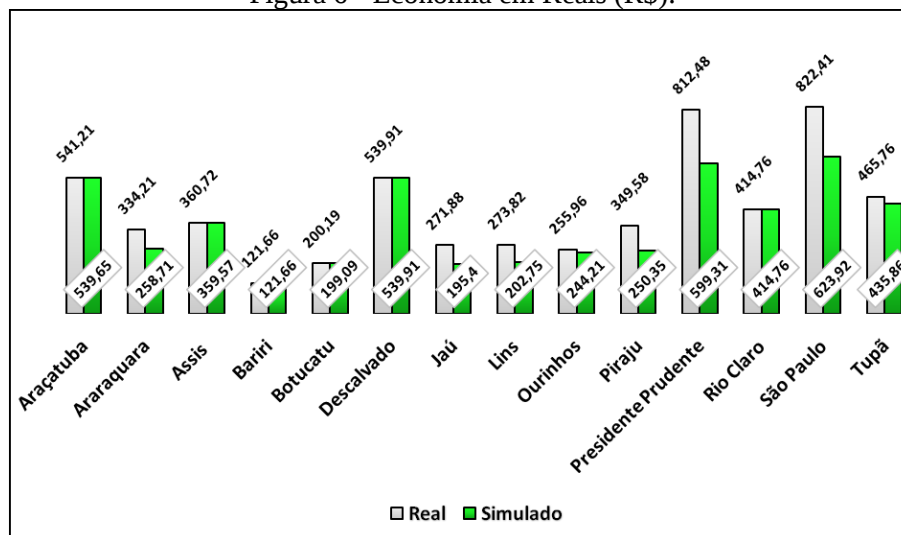
Tabela 4 - Variação percentual obtida após comparativo entre rotas real x simuladas.

Cidades	Real (h)	Simulado (h)	Resultado (h)	Variação
Araçatuba	9,50	9,42	-0,083	-0,9%
Araraquara	9,15	7,88	-1,267	-13,8%
Assis	6,28	6,20	-0,083	-1,3%
Bariri	4,17	4,17	0,000	0,0%
Botucatu	3,85	3,66	-0,193	-5,0%
Descalvado	10,50	10,50	0,000	0,0%
Jaú	6,60	4,72	-1,883	-28,5%
Lins	6,50	5,65	-0,850	-13,1%
Ourinhos	5,28	4,87	-0,416	-7,9%
Piraju	8,75	6,43	-2,317	-26,5%
Presidente Prudente	14,03	11,48	-2,553	-18,2%
Rio Claro	6,28	6,28	0,000	0,0%
São Paulo	14,50	12,35	-2,150	-14,8%
Tupã	7,92	7,12	-0,800	-10,1%

Fonte: Autores, 2024.

E por fim, passa-se aos comparativos dos sequenciamentos obtidos quando realizados os estudos a fim de minimizar a variável custo para todas as rotas. A partir da análise comparativa entre cada um desses 14 novos sequenciamentos gerados, a Figura 6 apresenta a economia (em reais (R\$)) que a rota simulada tem sobre a rota real.

Figura 6 - Economia em Reais (R\$).



Fonte: Autores, 2024.

Em termos percentuais, temos dessa vez que para a rota de Piraju é possível reduzir em 28,4% o seu custo. Na sequência temos Jaú com 28,1%, Presidente Prudente com 26,2%, Lins com 26%, São Paulo com 24,1% e Araraquara com 22,6%. O padrão se repete para as rotas de Bariri, Descalvado e Rio Claro pois também não sofreram alterações. Na Tabela 5 tem-se o resultado relacionado a minimização do custo obtido

para cada uma das rotas em uma variação percentual de redução que a rota simulada tem sob a rota real.

Tabela 5 - Variação percentual obtida após comparativo entre rotas real x simuladas.

Cidades	Real	Simulado	Resultado	Variação
Araçatuba	541,21	539,65	-1,56	-0,3%
Araraquara	334,21	258,71	-75,50	-22,6%
Assis	360,72	359,57	-1,15	-0,3%
Bariri	121,66	121,66	0,00	0,0%
Botucatu	200,19	199,09	-1,10	-0,5%
Descalvado	539,91	539,91	0,00	0,0%
Jaú	271,88	195,40	-76,48	-28,1%
Lins	273,82	202,75	-71,07	-26,0%
Ourinhos	255,96	244,21	-11,75	-4,6%
Piraju	349,58	250,35	-99,23	-28,4%
Presidente Prudente	812,48	599,31	-213,17	-26,2%
Rio Claro	414,76	414,76	0,00	0,0%
São Paulo	822,41	623,92	-198,49	-24,1%
Tupã	465,76	435,86	-29,90	-6,4%

Fonte: Autores, 2024.

De forma simples, por meio da Tabela 5 pode-se verificar que seria possível ter uma redução de R\$ 65.286,72 em custos anuais para a operação logística da empresa em questão. Esses valores estão sujeitos a alterações caso os parâmetros levados em consideração sejam refinados com dados mais próximos da realidade.

Vale ressaltar que os resultados independem da velocidade de processamento e da versão do Excel utilizada, já que o esforço computacional não é relevante para a obtenção dos dados de seqüenciamento.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho focou num estudo de caso realizado em uma empresa comercial atuante no segmento de refrigeração dentro do estado de São Paulo, constituindo como objeto de estudo apenas sua operação logística de entregas para os clientes. O estudo concentrou sua análise na minimização de distância percorrida, tempo despendido para percorrer e custo da rota. Para tanto foram desenvolvidas comparações entre a rota real e rota simulada para todas as rotas e para cada uma das variáveis analisadas separadamente.

Conforme apresentado, é possível reforçar a importância do assunto abordado, visto que o mesmo pode impactar direta e positivamente na redução de custos operacionais para a empresa estudada, que é um comércio e tem na sua operação logística um dos principais diferenciais competitivos no mercado.

As informações e dados apresentados neste trabalho contribuem de forma significativa o campo de estudo da pesquisa operacional aplicada à gestão de processos, pois em mais um caso, mostrou-se flexível e apresentou boas soluções para o problema estudado. Sendo assim, após a realização da experimentação computacional para cada uma das rotas analisadas neste estudo, foi possível verificar que para apenas três delas não houve possibilidade de melhorias, dadas as circunstâncias estabelecidas. Ao mesmo

tempo que para o restante das rotas analisadas houve sim sugestões de melhorias aplicáveis que, como principal resultado dessa pesquisa, em sua totalidade geraria uma economia de custos considerável ao ano.

Logo, entende-se que os objetivos específicos deste trabalho foram atendidos de modo que ao analisar os resultados do PCV aplicado para este caso, foi possível identificar benefícios, melhorias simulando a operação logística da empresa que serviu de objeto de estudo.

O conteúdo e os resultados demonstram que cabem estudos futuros com novas aplicações e adaptações dos parâmetros que se adequem ao problema em questão tornando o objeto de estudo mais próximo da realidade da empresa a assim verificar o desempenho para a otimização dessa função objetivo, que no caso é a minimização de custos logísticos. Abre-se uma lacuna também para análises com novas abordagens, por exemplo, acerca de ponto de equilíbrio para as rotas deixem de representarem apenas custos na operação, mas que se tornem rentáveis a ponto de gerarem um possível lucro para a empresa. Neste termos, a mesma técnica de solução utilizando o Solver poderia ser suficiente.

V. REFERÊNCIAS

CASTILLO, Ricardo. Agronegócio e Logística em Áreas de Cerrado: expressão da agricultura científica globalizada. **Revista da ANPEGE**, v. 3, n. 03, p. 21-27, 2007.

CALHEIROS, Zailton Sachas Amorim. O problema do caixeiro viajante com passageiros. 2017. **Dissertação de Mestrado**. Brasil.

GÓES, David Hian Martins. **A percepção da logística empresarial em redes de supermercados**: um estudo do transporte de cargas para o Estado do Amapá. 2019.

GOLDBARG, Marco Cesar; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização combinatória e programação linear**: modelos e algoritmos. Elsevier, 2005.

MIRANDA, Anderson L.; SOLIANI, Rodrigo D.; DE FREITAS, César G. **Roteirização de Veículos**: Uma Aplicação do Problema do Caixeiro Viajante no Setor de Alimentos. XLI ENEGEP. 2021.

PIMENTEL, C; VENDRAMINE, M; OLIVEIRA, R. Aspectos estratégicos da implementação de uma rota nacional de fornecimento de chapas para o mercado para a empresa Tubuteli. **Revista Sodebras [on line]**. v.19, n.219, março. 2024. Disponível em: <https://www.sodebras.com.br/edicoes/N219.pdf> Acesso em: 06 maio 2024.

SILVA, D.; FORNAROLI, V.; LUCAS, M. Roteirização: a tecnologia do Sequenciamento dinâmico aplicada a Logística. X FATECLOG. 2019.

TORMEN, Andréia Fátima; PANSERA, Gustavo; KRIPKA, Moacir. Otimização das rotas para veículos de manutenção do sistema de iluminação pública na cidade de Passo Fundo (RS). **Exacta**, v. 16, n. 3, p. 89-101, 2018.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.