

LOGÍSTICA DE ROTEIRIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO SOBRE O USO DE VEÍCULOS NA REITORIA DE UM INSTITUTO LOCALIZADO EM SÃO LUIS-MA

¹Gilson Costa Cantanhede; ¹gilsoon01@gmail.com; ¹Universidade Ceuma;

²Marco André Matos Cutrim; ²andremarcomatos@hotmail.com; ²Universidade Ceuma;

³Antonilton Serra Sousa Junior; ³an.antonilton.01@gmail.com; ³Universidade Ceuma;

⁴Jadna Karine Santos Monteiro; ⁴jadnakarine@hotmail.com; ⁴Universidade Ceuma;

⁵Jardel Carlos Ferreira Nunes; ⁵jardelbest@gmail.com; ⁵Universidade Ceuma;

RESUMO: *Este trabalho propõe evidenciar como a roteirização pode favorecer o desenvolvimento logístico operacional de uma instituição, bem como otimizar os procedimentos e consequentemente ocasionar a redução dos custos. Neste contexto, para atingir o objetivo proposto, o qual consiste em verificar se o modelo atual de logística de roteirização do setor de transporte da reitoria de um Instituto localizado em São Luis-MA é eficaz, foram realizadas pesquisas em livros e artigos, dissertações e teses bem como de um estudo de caso na instituição, com a finalidade de apresentar respostas ao problema levantado: o modelo atual da logística de roteirização sobre o uso de veículos no Instituto possibilita uma maior minimização dos custos? A partir de pesquisas embasadas em logística de roteirização e aplicação no Solver com dados de rota da empresa, obteve como principal resultado que o planejamento de um projeto logístico adequado a instituição analisada tende a favorecer os processos operacionais além de contribuir significativamente para a redução dos custos, sobretudo com combustível.*

PALAVRAS-CHAVE: *Logística; Roteirização; Redução de custos.*

ABSTRACT: *This study proposes to highlight how routing can favor the operational logistics development of an institution, as well as optimize procedures and consequently reduce costs. In this context, in order to achieve the proposed objective, which is to verify if the current model of logistics of the transportation sector of the rectory of an Institute located in São Luis-MA is effective, research was done on books and articles, dissertations and theses as well as a case study in the institution, with the purpose of presenting answers to the problem raised: does the current model of the vehicle use routing logistics in the Institute make possible a greater cost minimization? From research based on routing logistics and application in Solver with company route data, the main result was that the planning of an adequate logistics project for the analyzed institution tends to favor operational processes and significantly contribute to cost reduction, especially with fuel.*

KEYWORDS: *Logistics; Scripting; Reduce costs.*

1. Introdução

Com o aumento da competitividade no mercado, informação e nível de exigência dos clientes, as empresas sentiram a necessidade de criar mecanismos estratégicos que agregassem valor aos seus processos visando oferecer melhor nível de serviço. Para isso as organizações buscam um diferencial logístico bem projetado e bem gerenciado, que possa ajudar na obtenção de vantagens competitivas, ponto em que se inclui o uso da roteirização para atribuir um melhor nível de serviço nas suas atividades de transporte. Sendo assim, para que a roteirização seja atendida da melhor forma, é necessário que se estabeleçam estratégias com base nas competências logísticas para atender as expectativas dos clientes, assim propondo melhoria nos serviços prestados, atribuindo um melhor tempo de resposta, eficiência,

qualidade e competitividade no mercado.

Frente a esses preceitos, o referido estudo baseia-se em analisar o modelo atual de planejamento logístico de roteirização adotado pelo Instituto foco da pesquisa e o uso de veículos do setor de transporte de sua Reitoria, localizada em São Luís - MA, com o intuito de verificar se esse processo pode ser melhorado. A partir da análise, pôde-se constatar que a instituição vem sofrendo dificuldades para programar o uso de veículos e elaborar um plano de roteirização que supra as necessidades de todos os seus setores. Sendo assim, a falta de comunicação é um dos fatores principais que leva a logística do setor de transporte da instituição a não ser eficiente.

Diante disso, destaca-se que a empresa em estudo sofre com problemas de custos relativos a combustíveis e diárias dos motoristas que tem sofrido um aumento a cada mês. Devido a essa circunstância, notou-se a necessidade de trabalhar esse aspecto no intuito de minimizar esses custos, com isso gerando como problema de pesquisa a seguinte questão: o modelo atual da logística de roteirização sobre o uso de veículos na Reitoria possibilita uma maior minimização dos custos? Tal questão problema parte das hipóteses que a logística de roteirização por parte do setor de transporte visa possibilitar a minimização total dos custos. Sendo definida a redução de custos por meio do planejamento logístico das rotas a serem realizadas pelos motoristas, assim definindo o trajeto ideal para cada um por meio da utilização do Solver. Tal questionamento necessita tanto de uma revisão bibliográfica do assunto abordado, quanto da utilização de mecanismos para realizar a coleta de dados e informações, para garantir com que o estudo venha a atingir seu objetivo geral, o qual consiste em verificar se o modelo atual de logística de roteirização do setor de transporte da reitoria é eficaz.

2. Logística de transporte

A Logística de transportes caracteriza-se como um segmento da logística responsável pelo planejamento, gerenciamento e controle de serviços, sendo auxiliares no processo de tomada de decisão para a escolha do modal, ou modais, de transporte mais apropriados para operacionalizar o sistema de fluxo de mercadorias na esfera geográfica local, regional, nacional e até internacional, agregando critérios logísticos de desempenho, tais como: rapidez, eficiência, confiabilidade, segurança e com um baixo custo (PEREIRA, 2015).

Desta forma, ressalta-se que o transporte tem a função de tornar viável o fluxo de matérias primas, materiais semiacabados, equipamentos, entre outros. No contexto logístico, o transporte é caracterizado como o serviço operacional de maior destaque no processo de movimentação de mercadorias entre as organizações (PEREIRA, 2015). Isso significa dizer que o transporte é ideal para garantir com que as entregas das organizações cheguem no prazo determinado ao cliente, e por isso merece ser estudado e analisado para que seja realizado da melhor forma.

Segundo Gonçalves (2013), o transporte envolve diversos atores que estão encadeados no universo geográfico da cadeia de suprimentos, sendo: fornecedores, fabricantes, transportadores, distribuidores, armazéns ou centros de distribuição, varejistas e clientes. Cada um desses atores envolvidos na logística, afeta direta ou indiretamente o transporte, no processo da cadeia de suprimento, desde o processo de entrega de matéria prima do fornecedor ao fabricante até a chegada do produto ao consumidor final. Sendo necessário ter toda essa comunicação entre esses atores para que ocorra tudo nas conformidades.

Diante da realidade de inúmeras empresas, existem as vantagens e desvantagens do transporte no Brasil. As principais vantagens que as pequenas e grandes organizações encontram é a maior liberdade de vias de acesso, facilidade no serviço porta-a-porta, permitindo substituir o veículo em caso de quebra ou acidente e maior velocidade de entrega (GONÇALVES, 2013). Enquanto isso, as principais desvantagens que comprometem a operação são muito mais voltadas aos custos operacionais e menor capacidade de carga, porém, nas épocas de safras ocasiona congestionamento nas estradas e deteriora bem cedo a infraestrutura da malha rodoviária. Além do que é necessário ressaltar que as estradas brasileiras não têm uma estrutura adequada para manter veículos em perfeito estado, porém o transporte rodoviário é o modal mais viável e mais utilizado no Brasil.

Bertaglia (2013) descreveu quais os veículos mais usados no transporte rodoviário, os classificando por sua quantidade de carga, distanciamento entre eixos e funcionalidades a que se destinam. Esta era uma maneira de acomodar toda a mercadoria de acordo com o tipo de veículo, devido à necessidade de transportar grandes quantidades de mercadorias/produtos.

Deste modo Bertaglia (2013), relata que os principais tipos de veículos utilizados no Brasil são classificados como: caminhão plataforma, baú, tremonha ou com caçamba, aberto, refrigerado, tanque, graneleiro, especiais, semirreboque, entre outros. Isto significa dizer que

o modal mais utilizado no Brasil é o rodoviário, pois estes caminhões são utilizados para funcionalidades de entrega de mercadorias pelas empresas aos consumidores finais.

2.1. Roteirização

Roteirização de veículos ou “*routing*” em inglês, é um termo usado para relatar o processo de determinação de uma ou mais rotas, ou sequências de paradas a serem cumpridas por veículos de uma frota, tendo como propósito visitar um aglomerado de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados que necessitem de atendimento. Em alguns outros casos, o termo roteamento de veículos também costuma ser usado por alguns outros autores (BIGATON; FILHO, 2011). Esta se apresenta como uma aliada às empresas para ajudar no processo de planejamento e programação de rotas ao efetuar o processo de distribuição de produtos.

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), a preparação dos percursos e a programação dos veículos, são utilizadas para o planejamento e projetos logísticos. Estas técnicas são de suma importância para as empresas, principalmente quando é necessário se consolidar as cargas, otimizando-as, como ocorre na distribuição de encomendas e bebidas. Isto quer dizer que, essa etapa é determinante não só para o interno da empresa (processos, melhorar fluxo no armazém, etc.), mas também para o externo (distribuição à clientela).

De acordo com Bacic e Aguilera (2013), os problemas decorrentes do custo de transporte e a busca pela sua redução fazem com que ocorra uma melhoria no serviço prestado ao cliente, pois acontece a busca por melhores percursos que um veículo deve realizar por meio de malhas dos modais, reduzindo tempo e distância. O problema ao planejamento de rotas se define a partir de decisões tomadas em relação à clientela, em busca de atender objetivos e restrições. Essas decisões são relacionadas com a parte de alocação de clientes ao serem atendidos, quando se realiza a programação e estabelece a sequência de pontos em que deve se visitar. Para Junior et. al (2013), a análise de transportes envolve os problemas de roteirização com o intuito de obter o melhor uso de veículos e pessoal atendendo às necessidades dos clientes.

3. Procedimentos metodológicos

A metodologia da pesquisa se deu através do estudo de caso no setor de transporte do Instituto, onde o objetivo foi analisar a logística de roteirização, programação do uso de

veículos, entrega de materiais, equipamentos, conduções de pessoas, comunicação entre os setores da empresa e clientes, no intuito de minimizar os custos e maximizar a eficiência do processo. Para início do estudo, foram analisados 3 dias alternativos de viagens realizadas, sendo coletadas informações de 3 possíveis rotas utilizadas pelos motoristas, para posteriormente utilizar a ferramenta Solver e propor um melhor planejamento de rotas. O método adotado foi o de inserção pela distância menor para se planejar o novo trajeto.

A coleta de dados se deu através de um questionário de pesquisa. Teve como finalidade obter informações sobre a data de início e chegada das viagens, origem e destino, quilometragem percorrida e tipo de veículo disponibilizado pela empresa para fazer o percurso. Foi-se necessário fazer o uso do *Google Maps* para mensurar as distâncias entre os pontos para poder fazer a relação das mesmas para verificar qual foi a melhor percurso. Essa análise é de caráter quantitativo, pois sua coleta de dados tem como propósito gerar dados numéricos e comparativos, fazendo-se uma verificação da rota antes e depois de usar o Solver do Excel, demonstrando os benefícios logísticos e consequentemente financeiros que essa aplicação tende a trazer.

O estudo utilizou dados de planilhas de controle de custos de combustível da empresa que contém informações necessárias para que se possa estipular o ticket médio de combustível que é gasto e assim possamos fazer as relações de km/l (quilometro por litro) de cada veículo, ao fazer o comparativo entre as rotas realizadas antes e depois da utilização do algoritmo Solver do Excel. Para que no fim possa demonstrar e comparar se essa aplicação traz benefícios ou não em relação à redução da quilometragem percorrida e custo em relação aos gastos com combustível. Após análise dos dados dos questionários e o tratamento dos mesmos, será desenvolvida a conclusão da pesquisa, que por sua vez, demonstrará ou não se os processos em questão devem ser mantidos tal como ocorrem ou podem ser melhorados.

4. O processo de roteirização

O Instituto base de estudo é uma instituição pública/independente voltada para o desenvolvimento de cursos técnicos integrados ao ensino médio. Fundada em janeiro de 2015, tem como atividades o acompanhamento e suporte para as atividades desenvolvidas pelas Unidades Plenas e Vocacionais deste Instituto na Capital e em diversos municípios do Estado. Desta forma, fazendo com que seja necessário o transporte de servidores, assim como o transporte de mobiliário para as referidas unidades, de modo ininterrupto. Muito embora a

instituição analisada trate-se de uma entidade de ensino, a ênfase dada a este trabalho resume-se apenas a logística de roteirização desta instituição. Neste contexto, para a efetivação do acompanhamento e suporte às Unidades deste Instituto do Maranhão, são utilizadas frotas compostas por 11 veículos de marcas e modelos distintos.

Dentre os 11 (onze) veículos utilizados na instituição, 6 (seis) são alugados de uma empresa terceirizada. Estes veículos são utilizados para transportes de mercadorias e pessoas diariamente aos 25 polos distribuídos pelo maranhão – subdivididos em unidades plenas (escolas de tempo integral) e unidades vocacionais (unidades de cursos profissionalizantes). Estas representam os pontos de entregas. Logo, o estudo visa considerar essas unidades e elaborar um planejamento logístico das rotas aos motoristas quando fazem viagem para alguns desses pontos. É importante destacar que em função da ausência de uma rota previamente planejada e estabelecida, nos últimos meses, a instituição tem apresentado grandes custos com combustível, uma vez que a ausência de uma rota adequada provocava retrabalho, viagens repetitivas e consequentemente, prejuízos para a instituição. Para melhor compreensão dessa análise, o gráfico 1 apresenta a sumarização dos gastos com combustível compreendido entre o período de novembro de 2017 a abril de 2018.

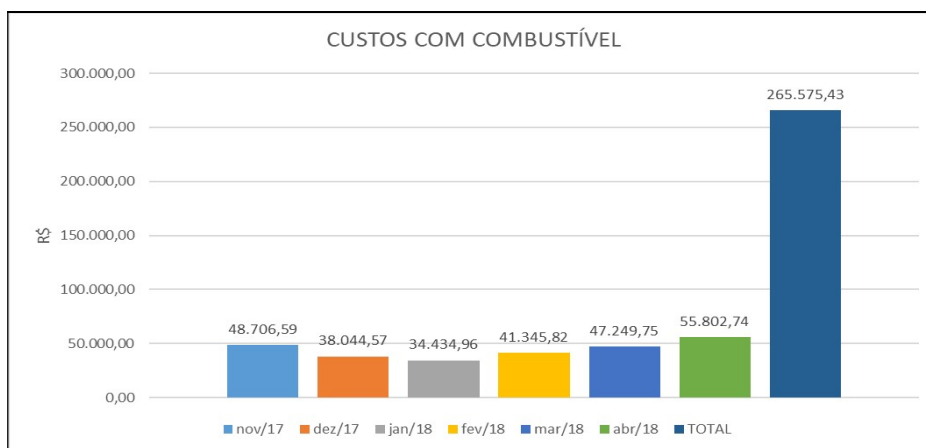


GRÁFICO 1 – Frota da Reitoria. Fonte: Autores. (2019).

Conforme evidenciado no gráfico 1, num período de 6 meses houve um custo significativo com combustível que gerou um valor de R\$ 265.575,43. Com base nesses dados, propõe-se um planejamento de efetivação de rotas, bem como de ordenação de atividades com vistas na redução de custo, mais rapidez e consequentemente melhores resultados. Para isto foram analisadas as rotas feitas pelos motoristas e posteriormente planejada no algoritmo com uma nova sequência a ser feita, para que possa comprovar que o método de inserção pela distância

menor adotado no estudo é válido. Conforme Quadro 1, é possível ver as rotas realizadas pelo motorista antes da aplicação do algoritmo.

QUADRO 1 – Quadro de rotas feitas pelo motorista.

ROTAS	SEQUÊNCIA
ROTA 1	(1)UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS / (2)UNIDADE VOCACIONAL - SÃO JOSÉ DE RIBAMAR / (3)UNIDADE PLENA - BACABEIRA / (4)UNIDADE VOCACIONAL - AXIXÁ / (5)UNIDADE PLENA - COROATÁ / (6)UNIDADE VOCACIONAL - SANTA INÊS / (7)UNIDADE VOCACIONAL - PINDARÉ / (8) UNIDADE PLENA - BREJÓ/ (9) UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS
ROTA 2	(1)UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS / (2)UNIDADE PLENA - COROATÁ / (3)UNIDADE VOCACIONAL - CODÓ / (4)UNIDADE VOCACIONAL - CAXIAS / (5)UNIDADE PLENA - MATÕES / (6)UNIDADE VOCACIONAL - TIMON/ (7) UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS
ROTA 3	(1)UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS / (2)UNIDADE VOCACIONAL - AÇAILÂNDIA / (3)UNIDADE VOCACIONAL - IMPERATRIZ / (4)UNIDADE VOCACIONAL - CAXIAS / (5)UNIDADE VOCACIONAL - CAROLINA / (6)UNIDADE PLENA - BALSAS/ (7) UNIDADE PLENA - SÃO LUÍS

Fonte: Autores (2019).

Conforme se pode perceber, o Quadro 1 apresenta as rotas com as supostas sequências adotadas pelos motoristas, sendo que a sequência adotada por eles é dedutiva, não tendo nenhum embasamento ou algo que comprove que essa escolha certamente é a melhor. Para melhorar o planejamento logístico e apresentar aquela que será a melhor rota adotada, será adotada uma matriz contendo informações de rotas com origens e destinos, e a partir dessa matriz será relacionado as distâncias entre cada ponto, para posteriormente definir qual é a melhor relação entre os pontos. Com esse planejamento mais elaborado pretende-se ter redução do tempo de locomoção entre os municípios que compreendem as unidades plenas e vocacionais, o que por consequência irá favorecer a minimização do consumo de combustível resultando na minimização também dos custos.

A seguir destaca-se a divisão de gastos para combustíveis, visto que três tipos de combustíveis são comumente usados pelas frotas, sendo: diesel; diesel s-10 e gasolina comum. Analisando dados de controle de combustível da empresa, chega-se ao seguinte ticket médio para cada: o diesel e o diesel s-10 apresentam um ticket médio de R\$ 3,69, enquanto a gasolina comum apresenta um valor em torno de R\$ 4,40. Esses valores são importantes para atribuir junto à quilometragem percorrida ao fazer a análise dos custos e demonstrar o antes e depois, dando ênfase em quanto de economia de combustível essa redução de distância vai conseguir atribuir.

Nota-se que a gasolina é o tipo de combustível que apresenta maior quantia na análise, logo é o tipo de combustível mais utilizado pela frota. No decorrer do estudo, todos os combustíveis utilizados serão analisados, sendo que no total R\$ 58.127,34 em um determinado mês de 2018

em gastos destinados ao abastecimento de veículos, R\$ 32.865,41 são destinados a maior fatia que é gasolina comum, R\$ 16.842,44 destinadas a diesel s-10 e R\$ 7.419,49 de diesel, sendo cada que cada uma foi demonstrada por meio da relação percentual adquirida pela divisão do valor de cada pela quantia total e posteriormente multiplicada por 100%.

Levando em consideração os gastos com combustíveis ocasionados pelo não planejamento de rotas, a pesquisa se propôs fazer um estudo que mudasse essa situação. Com isso, fez-se um planejamento de rotas utilizando *Solver* do Excel, para definir qual a rota mais ideal, utilizando o critério da inserção pela distância menor, com o intuito de reduzir os custos com combustíveis. De acordo com o Quadro 2, pode-se observar a primeira rota analisada, demonstrando o antes e depois para verificar a melhor rota proposta com o uso do algoritmo *Solver*.

QUADRO 2 – Roteirização da Rota 1.

ROTA 1 - IEMA	INÍCIO VIAGEM	DESTINO VIAGEM							
		1	2	3	4	5	6	7	8
UNID. PLENA - SÃO LUÍS	1	0,00	27,80	64,60	93,00	247,00	254,00	246,00	206,00
UNID. VOCACIONAL - SÃO JOSÉ DE RIBAMAR	2	27,40	0,00	73,60	104,00	258,00	265,00	252,00	316,00
UNID. PLENA - BACABEIRA	3	67,10	73,20	0,00	32,90	187,00	194,00	181,00	245,00
UNID. VOCACIONAL - SANTA INÊS	4	247,00	258,00	187,00	0,00	218,00	6,90	201,00	340,00
UNID. VOCACIONAL - AXIXÁ	5	92,60	103,00	33,00	217,00	0,00	224,00	212,00	275,00
UNID. VOCACIONAL - PINDARÉ	6	254,00	265,00	194,00	224,00	224,00	0,00	208,00	347,00
UNID. PLENA - COROATÁ	7	241,00	252,00	182,00	212,00	201,00	207,00	0,00	206,00
UNID. PLENA - BREJO	8	206,00	315,00	245,00	275,00	339,00	346,00	206,00	0,00
ROTA SEM ALGORITMO	1-2-3-4-5-6-7-8-1	RESPOSTA						1112,20KM	
ROTA COM ALGORITMO	1-8-7-5-3-4-6-2-1	RESPOSTA						978,20KM	

Fonte: Autores (2019).

O Quadro 2 apresenta a roteirização proposta pelo Solver para a rota 1 feita pelos motoristas. É possível perceber um ganho de 134 km após o uso do algoritmo, o que representa um ganho de 12% no trajeto. Foi possível perceber que um planejamento de rota nesse caso pode trazer resultados favoráveis para a primeira rota. Considerando que os carros consomem em média 14km/l e o ticket médio da gasolina no valor de R\$ 4,40, diesel e diesel ambos no valor de R\$ 3,69, a rota feita antes do algoritmo com 1112,20 km percorridos, apresentava um consumo de 80 litros de combustível, o que representa R\$ 352,00 para a gasolina e R\$ 295,20 para os outros casos. Após a otimização da rota através do uso do algoritmo, seriam consumidos 70 litros de combustível, o que representa um gasto de R\$ 308,00 no primeiro caso, nos demais sendo de R\$258,30. Trazendo uma economia de R\$ 44,00 reais, enquanto nos outros tipos de gasolina apresentam um valor de R\$36,90 reais. A seguir será apresentado a rota 2, conforme Quadro 3.

QUADRO 3 – Roteirização da Rota 2.

ROTA 2 - IEMA	INÍCIO VIAGEM	DESTINO VIAGEM					
		1	2	3	4	5	6
UNID. PLENA - SÃO LUÍS	1	0,00	246,00	304,00	365,00	473,00	440,00
UNID. PLENA - COROATÁ	2	241,00	0,00	66,80	165,00	270,00	237,00
UNID. VOCACIONAL - CODÓ	3	298,00	66,60	0,00	99,00	204,00	171,00
UNID. VOCACIONAL - CAXIAS	4	363,00	165,00	98,70	0,00	107,00	72,80
UNID. PLENA - MATÕES	5	468,00	270,00	204,00	107,00	0,00	80,80
UNID. VOCACIONAL - TIMON	6	435,00	237,00	171,00	73,10	80,70	0,00
ROTA SEM ALGORITMO	1-2-3-4-5-6-1	RESPOSTA				1034,60KM	
ROTA COM ALGORITMO	1-2-3-4-6-5-1	RESPOSTA				1033,30KM	

Fonte: Autores (2019).

O Quadro 3 representa a segunda rota realizada e demonstra resultados mais modestos do que o primeiro caso. Isso se deve principalmente por ter menos pontos para se visitar, conseguindo apresentar uma redução de 1,3km. As economias com combustíveis, nesse caso, são quase que irrelevantes, pois tratam de pequenos valores. A seguir será apresentada a rota 3, conforme o Quadro 4.

QUADRO 4 – Roteirização da Rota 3.

ROTA 3 - IEMA	INÍCIO VIAGEM	DESTINO VIAGEM				
		1	2	3	4	5
UNID. PLENA - SÃO LUÍS	1	0,00	565,00	631,00	842,00	820,00
UNID. VOCACIONAL - AÇAILÂNDIA	2	564,00	0,00	67,70	290,00	459,00
UNID. VOCACIONAL - IMPERATRIZ	3	630,00	67,10	0,00	228,00	397,00
UNID. VOCACIONAL - CAROLINA	4	841,00	290,00	228,00	0,00	171,00
UNID. PLENA - BALSAS	5	803,00	459,00	397,00	172,00	0,00
ROTA SEM ALGORITMO	1-2-3-4-5-1	RESPOSTA				1834,7 KM
ROTA COM ALGORITMO	1-2-3-4-5-1	RESPOSTA				1834,7 KM

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 4, percebe-se um fator ressaltado no quadro anterior, que, com a diminuição dos pontos, as rotas tendem a apresentar poucas mudanças ou até que nenhuma. É notável se ressaltar que a aplicação desse método é fundamental para ajudar no planejamento logístico, pois notou-se que as rotas foram melhoradas e as sequências adotadas foram consideradas as mais apropriadas para se seguir. Assim sendo, ressalta-se que o estudo da logística de roteirização é muito importante para as empresas, quando apoiados por ferramentas tais como o *Solver*. Apesar de apenas 3 rotas terem sido analisadas, foram perceptíveis as melhorias, o que incentiva a aplicação dessa ferramenta cotidianamente, para fins de planejamento logístico e redução dos custos com combustíveis. Tomando como base os resultados obtidos, foi possível ter uma redução de 135,3 km e uma economia nos gastos com combustível de R\$42,50 se tratando da gasolina, caso fosse para diesel ou diesel s-10,

ambos seriam no valor de R\$35,25. O caso que apresentou maior valor agregado foi a rota 1, tendo uma redução de distância de 134 Km.

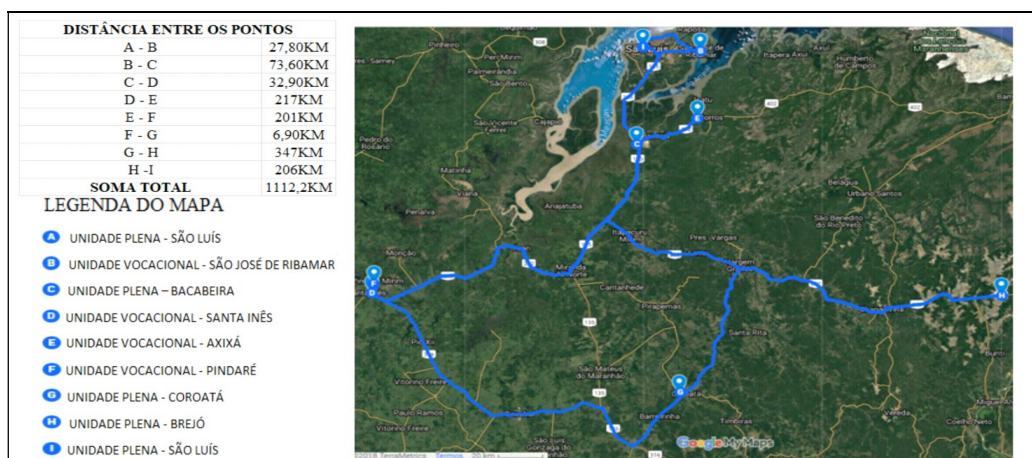


FIGURA 1 – Mapa da Rota 1 antes da roteirização. Fonte: Google Maps. (2019).

A Figura 1 detalha como acontecia a primeira rota e quais os caminhos eram seguidos pelo motorista para realizar tal trajeto, estabelecendo a seguinte sequência adotada na legenda do mapa. Vale Ressaltar que esse caso foi o que demonstrou maior redução de distância no estudo, logo foi destacado para análise. A seguir será apresentado, conforme Figura 2, o mapa da rota 1 depois da roteirização, demonstrando em quais pontos ocorreram as alterações nas rotas para expressas o significativo ganho na redução da distância no valor de 134 km.

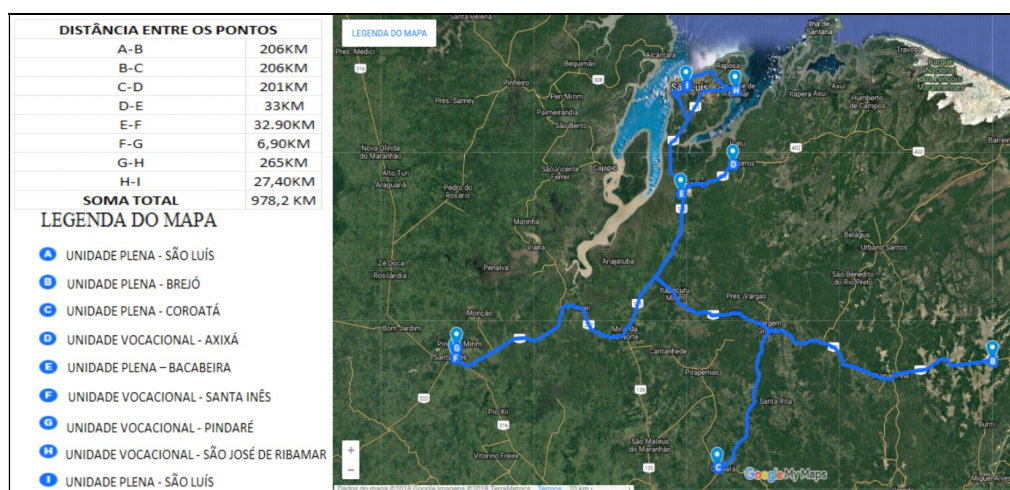


FIGURA 2 – Mapa da Rota 1 depois da roteirização. Google Maps (2019).

A Figura 2 demonstra as rotas atualizadas após a utilização do algoritmo, demonstrando a diferença de visitação nos pontos e quais foram modificados na análise do planejamento da rota. A comparação desses dois mapas visa demonstrar como estava e como ficou o percurso,

além de ressaltar a redução da distância ocasionada após a aplicação do algoritmo. Assim destaca-se que o estudo sobre logística de roteirização é importante para determinar as relações entre diferentes pontos, para que se defina o melhor trajeto a ser realizado, reduzindo as distâncias, logo os custos.

5. Considerações finais

O objetivo desse estudo foi analisar a rotina de viagens realizadas pelos motoristas do Instituto base da pesquisa, com o intuito de melhorar o processo de roteirização e reduzir custos operacionais. Para isso o estudo estruturou-se em debater sobre temáticas voltadas a roteirização e logística de distribuição, posteriormente sendo feito a aplicação do estudo com base no objetivo destacado no início do trabalho, que era visualizar se o modelo atual da logística de roteirização sobre o uso de veículos na Reitoria possibilita uma maior minimização dos custos. É possível ressaltar que se podem minimizar os custos adotados pelo modelo atual, adotando critérios de planejamento logístico com a aplicação do Solver.

Posterior à utilização do programa Solver, foi-se comparado quanto de distância e economia de custo a utilização desse algoritmo aplicado aos fins de roteirização poderia trazer. Com isso, percebeu-se que a instituição conseguiu reduzir 135.3 km de distâncias nas rotas analisadas, atribuindo uma economia de custo de R\$ 44 reais, em média, por viagem que tenham grandes visitas de pontos. Conforme o estudo com 8 pontos ou mais tem-se vantagens dessa magnitude. Tomando como base os resultados adquiridos pela aplicação do Solver, tem-se que essa aplicação pode vir a ser muito útil para ajudar as empresas no seu planejamento logístico. Pois a partir dessa ferramenta, podem-se obter benefícios, agregando um melhor planejamento de rotas além de trazer resultados econômicos favoráveis, assim tornando-a mais eficiente na realização de suas atividades.

Tomando como base os resultados obtidos pela aplicação, destaca-se que um estudo de roteirização, aliado à ferramenta Solver do Excel, é de suma importância para as organizações adotarem suas táticas logísticas de roteirização. Visto que, o planejamento das rotas a serem realizadas é muito significativo não só para ser mais eficiente, mas também para economizar custos para as empresas.

Assim sendo, a questão problema debatida no início do estudo tratando se o modelo de logística adotado pode ser melhorado, no decorrer do estudo foi demonstrado que sim. Pois

foi possível aprimorar a situação atual encontrada, conseguindo reduzir seus custos logísticos por meio do planejamento de rotas. Dessa maneira, destacando que um planejamento logístico realizado através do *Solver*, consegue propor melhorias significativas para a empresa. O intuito do material foi demonstrar que essa ferramenta pode ser utilizada para ajudar na logística de roteirização, assim podendo, demonstrar resultados significativos no planejamento logístico.

Referências

ALVARENGA, A.; NOVAES, A. G. **Logística Aplicada, Suprimento e Distribuição Física**. 3. ed., São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

BASIC, Miguel Juan; AGUILERA, Luiz Manoel. **Novas Tecnologias no setor de Transporte Rodoviário de Cargas**. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/pc/Downloads/1337-4399-1-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 01 mai. 2019.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2013.

BIGATON, Ana Laura Wiethaus; FILHO, Edmundo Escrivão. **Logística e a tecnologia da informação**. In: SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Resende. SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Resende: AEDB, 2011.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. **Logística e cadeia de suprimentos: o essencial**. Barueri, SP: Manole, 2013.

JUNIOR, Carlos Alberto de Matos; NUNES, Rosângela Venâncio; ASSIS, Charles Washington Costa de; FONSECA, Rita de Cássia; ADRIANO, Nayana de Almeida; DOS SANTOS, Greyciane Passos. **O papel da roteirização na redução de custos logísticos e melhoria do nível de serviço de uma empresa do segmento alimentício no Ceará**. XX Congresso Brasileiro de Custos - Minas Gerais, 18 a 20 de novembro de 2013. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/186/186>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

PEREIRA, Luiz Andrei Gonçalves. **Logística de transportes e comércio internacional: os fluxos das exportações e das importações de mercadorias no norte de Minas Gerais**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15999/1/LogisticaTransportesComercio.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2019.