

## **ROTEIRIZAÇÃO DE UMA TRANSPORTADORA DE PEQUENO PORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Leilton Cavalcanti da Silva (IFRN) leiltonsilva@hotmail.com  
Aline dos Santos Barbosa (IFRN) alinetjbarbosa@hotmail.com  
Delbra Katiana Andrade dos Santos (IFRN) delbra.katiana@yahoo.com.br  
Carla Simone de Lima Teixeira Assunção (IFRN) carla.teixeira@ifrn.edu.br

### **Resumo**

Em anos recentes, as micro e pequenas empresas (MPES) têm apresentado crescente contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do país. No entanto, a falta de planejamento e gestão financeira ineficiente tem feito com que essas empresas encerrem suas atividades prematuramente. Para evitar que isso ocorra a boa administração dos custos é de vital importância para a sobrevivência da empresa, em especial custos logísticos, mais especificamente custos com transporte que estão entre os mais altos. Nesse âmbito, o presente artigo tem como objetivo geral utilizar a técnica do vizinho mais próximo (algoritmo de Dijkstra) para propor uma nova rota que possibilite redução de custos e melhore o desempenho financeiro da empresa. Trata-se de um estudo de caso composto por três constructos principais: (a) revisão de literatura; (b) caracterização da rota atual; (c) roteirização. Ao final da pesquisa é apresentada uma nova rota com custos reduzidos.

**Palavras-Chaves:** (Custos Logísticos; Roteirização; Modal Rodoviário)

### **1. Introdução**

Em anos recentes, as micro e pequenas empresas (MPEs) têm tido importante participação no mercado brasileiro, e apresentam crescente contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do país. Em 2011 estas empresas responderam por 27% do PIB brasileiro (aumento de 3,8% em relação a 2001) (SEBRAE, 2015).

Entre 2003 e 2013, houve um crescimento de 33,8% de MPEs o que quase dobrou o número de empregos formais gerados por este tipo de empresa. Ainda em 2013 as micro e pequenas empresas constituíam, em média, por 99% dos estabelecimentos e mantinham mais de 50% dos empregos formais de estabelecimentos particulares não agrícolas do país. (SEBRAE, 2015).

Apesar da comprovada importância na estrutura econômica do país, a permanência destas empresas no mercado costuma ser curta devido a dificuldades encontradas na implantação, administração e manutenção, decorrentes da falta de planejamento e gestão financeira eficientes, fatores relevantes para a sua sobrevivência em um mercado de grandes concorrentes.

No tocante ao financeiro, dentre os custos existentes em uma organização, um dos mais onerosos são os custos logísticos, mais especificamente custos com transporte que podem absorver até dois terços do total destes. A gestão eficiente destes custos é de vital importância para a sobrevivência da empresa, sua estabilidade financeira e permanência no mercado (BALLOU, 2006).

A aplicação de um processo eficiente de roteirização pode auxiliar na redução de custos com transporte, uma vez que, visa propiciar um serviço de alto nível aos clientes, mas ao mesmo tempo mantendo os custos operacionais e de capital tão baixos quanto possível.

Assim, o presente artigo tem como objeto de estudo uma transportadora de pequeno porte do estado do Rio Grande do Norte e como objetivo geral utilizar a técnica do Vizinho Mais Próximo (Algoritmo de Dijkstra) para propor uma nova rota que possibilite redução de custos e melhor desempenho financeiro da empresa.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Custos logísticos de transporte**

O custo está diretamente relacionado à execução efetiva de um serviço, dentro de qualquer entidade onde tenha ações administrativas. Assim os custos são definidos como:

Medidas monetárias dos sacrifícios financeiros com os quais uma organização, uma pessoa ou um governo, têm de arcar a fim de atingir seus objetivos, sendo considerados esses ditos objetivos, a utilização de um produto ou serviço qualquer, utilizados na obtenção de outros bens ou serviços. A Contabilidade gerencial incorpora esses e outros conceitos econômicos para fins de elaborar Relatórios de Custos de uso da Gestão Empresarial. (LOPES, 1990).

Os custos com transporte são divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que permanecem constantes considerando o volume normal de atividades da empresa, todos os demais custos que não apresentam essa característica devem ser classificados como variáveis (BALLOU, 2006).

Outra classificação com um nível maior de detalhamento divide os custos de transporte em três grupos: custos fixos, custos do operador e custos operacionais. Os custos do operador estão relacionados com o pagamento dos motoristas e ajudantes. Os custos operacionais envolvem os gastos de manutenção do veículo enquanto em operação, exemplo destes são: combustível, pneus, manutenção, entre outros (BALLOU, 2006).

## **2.2. Roteirização**

Para Ballou (2001), a roteirização é a atividade que tem por fim buscar os melhores trajetos que um veículo deve fazer através de uma malha viária, geralmente, com objetivo de minimizar o tempo ou a distância, e conseqüentemente o custo.

Esta busca é uma decisão frequente na logística empresarial, por uma série de fatores, podem-se destacar: as exigências dos clientes com relação a prazos, datas e horários de entregas; o agravamento dos problemas de trânsito, acesso, circulação e estacionamento de veículos nos centros urbanos, principalmente caminhões; o aumento da competição pelo mercado; o custo de capital, levando à redução de estoques e ao aumento da frequência de entregas (LEITAO; SILVA; MELO, 2011).

Segundo Alvarenga e Novaes (1994), o processo tradicional de roteirização de veículos de coleta e entrega se baseia na experiência dos empreendedores e/ou funcionários responsáveis pelo o transporte. Com base na prática de muitos anos e, conhecendo as condições viárias e de tráfego da região atendida, a(s) pessoa(s) encarregada(s) define os roteiros, indicando o número e a sequência de clientes a serem visitados em cada percurso.

Ainda hoje, muitos depósitos e centros de distribuição se apoiam em funcionários com este tipo de experiência para elaboração dos roteiros de distribuição. Este processo pode ocasionar custos desproporcionais, pois o responsável, por definir as rotas, pode não conhecer novas estradas do percurso ou estradas com menos trânsito, assim indicando uma rota mais longa ou mais demorada.

### **2.3. Vizinho mais próximo (algoritmo de djikstra)**

No método do Vizinho Mais Próximo parte-se do vértice de origem e adiciona-se a cada passo o vértice ainda não visitado, cuja distância do último vértice visitado seja mínima. O procedimento finaliza quando todos os vértices foram visitados. Ao final é feita a ligação entre o último vértice e o vértice de origem (GOLDBARG; LUNA, 2000).

O Algoritmo de Dijkstra foi desenvolvido em 1959 por Edsger Wybe Dijkstra, de onde vem a origem do nome. Este algoritmo se aplica em grafos simples para determinar o caminho mínimo entre dois vértices. Ele é desenvolvido em uma árvore de caminhos mínimos. Quando o grafo não for simples, então se procura transformá-lo em um grafo simples eliminando seus laços e eventuais arestas múltiplas deixando apenas a com o peso menor (BARROS; PAMBOUKIAN; ZAMBONI, 2007).

## **3. Metodologia**

A pesquisa tem caráter exploratório, uma vez que, se propõe a analisar e descrever o processo de roteirização de uma empresa logística, atuante na região do Seridó. Segundo Lakatos e Marconi (2000), a etapa exploratória serve analisar em que estado atualmente se encontra o problema, que trabalhos já foram realizados com a mesma temática e quais são as opiniões existentes sobre o assunto.

Nesse sentido, o estudo é composto por três construtos principais: (a) revisão de literatura; (b) caracterização da rota atual; (c) roteirização. Primeiramente – realizou-se uma revisão na literatura a fim de compreender as atividades envolvidas no referido processo.

O segundo construto da pesquisa, a caracterização da rota atual, foi consolidada por meio de uma entrevista com o proprietário da transportadora, na qual, adquiriu-se informações sobre as características do modal, os custos (fixos e variáveis) de transporte e a rota realizada atualmente.

O terceiro construto, a roteirização, baseia-se nas potencialidades de melhoria mediante avaliação dos custos por quilometragem existentes, utilizando o método do Vizinho Mais Próximo (Algoritmo de Dijkstra) para minimizar o atual custo de transporte da rota realizada.

Por fim, é realizado um comparativo entre o custo do percurso atual (realizado pela empresa) e do percurso proposto.

#### **4. Caracterização da empresa**

O trabalho foi realizado em uma transportadora de pequeno porte, denominada empresa X, localizada no bairro do Pajuçara, zona norte de Natal-RN. Esta atua em toda a região do Rio Grande do Norte, prestando serviço terceirizado de frete, coleta e entrega. Atualmente possui 15 clientes fixos.

A missão da empresa é: “Prestar o melhor serviço de transporte logístico com segurança, responsabilidade e qualidade, atendendo as expectativas dos clientes, garantindo maior agilidade na entrega”.

A gama de serviços oferecidos pela transportadora pode ser dividido em dois grupos: 1- fretes e entregas pelo modal rodoviário, 2- entregas pelo modal aéreo. No entanto, o estudo abordará apenas as entregas realizadas pelo modal rodoviário.

Dentre as rotas realizadas pela empresa, selecionou-se para o estudo a rota da região seridoense do RN, na qual, a transportadora atua como terceirizada prestando serviço de entrega para o centro de distribuição de duas grandes empresas de catálogos que comercializam uma ampla variedade de produtos entre eles cama, mesa, banho, móveis, utilidades, vestuário, etc. Estas entregas são realizadas mensalmente, exceto em janeiro. O trajeto é feito apenas por rodovias (nacionais e estaduais), com duração média de 14h à 16h.

O modal utilizado é o rodoviário, possuindo apenas um caminhão (modelo Towner Junior adaptado para caminhão baú) – Este possui uma capacidade de 700 kg, seu consumo médio é 10 km/l. O proprietário, que é o responsável por realizar as entregas, só abastece com gasolina aditivada.

#### **5. Rota atual**

O percurso da rota seridoense abrange 10 cidades. O caminhão parte carregado da sede da transportadora em Natal e percorre as cidades de Cerro Corá, Lagoa Nova, Currais Novos, São Vicente, Acari, Carnaúba dos Dantas, Parelhas, Santana do Seridó, Caicó e Cruzeta respectivamente. Depois de realizar as entregas, o caminhão retorna ‘batendo’, expressão usada por profissionais da área para indicar que este retorna vazio, sem carga alguma. No

retorno, o caminhão parte do seu ponto final, Cruzeta, e percorre Acari, Currais Novos, e chega ao seu ponto de origem Natal, conforme pode ser observado no Quadro 1:

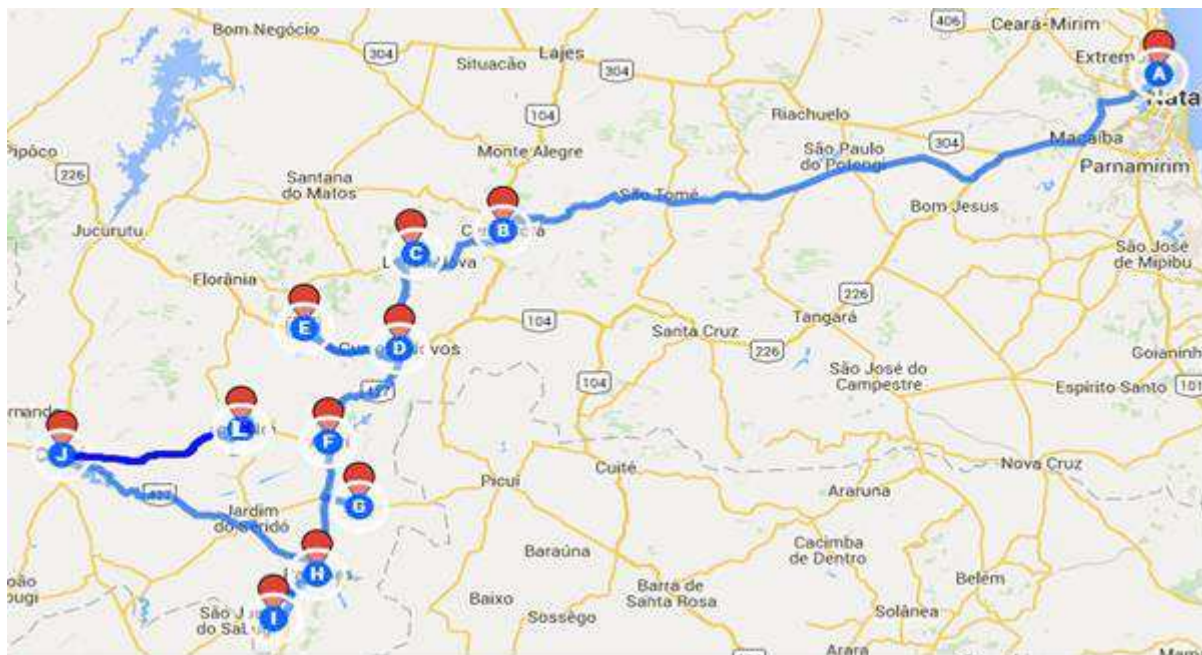
Quadro 1 - Rota atual

Entrega	Retorno
(A)-Natal (Pajuçara)	(L)-Cruzeta
(B)-Cerro Corá	(F)-Acari
(C)-Lagoa Nova	(D)-Currais Novos
(D)-Currais Novo	(A)-Natal (Pajuçara)
(E)-São Vicente	
(volta por Currais Novos) / (F)-Acari	
(G)-Carnaúba dos Dantas	
(H)-Parelhas	
(I)-Santana do Seridó	
(volta por Parelhas) / (J)-Caicó	
(L)-Cruzeta	

Fonte: Autoria Própria

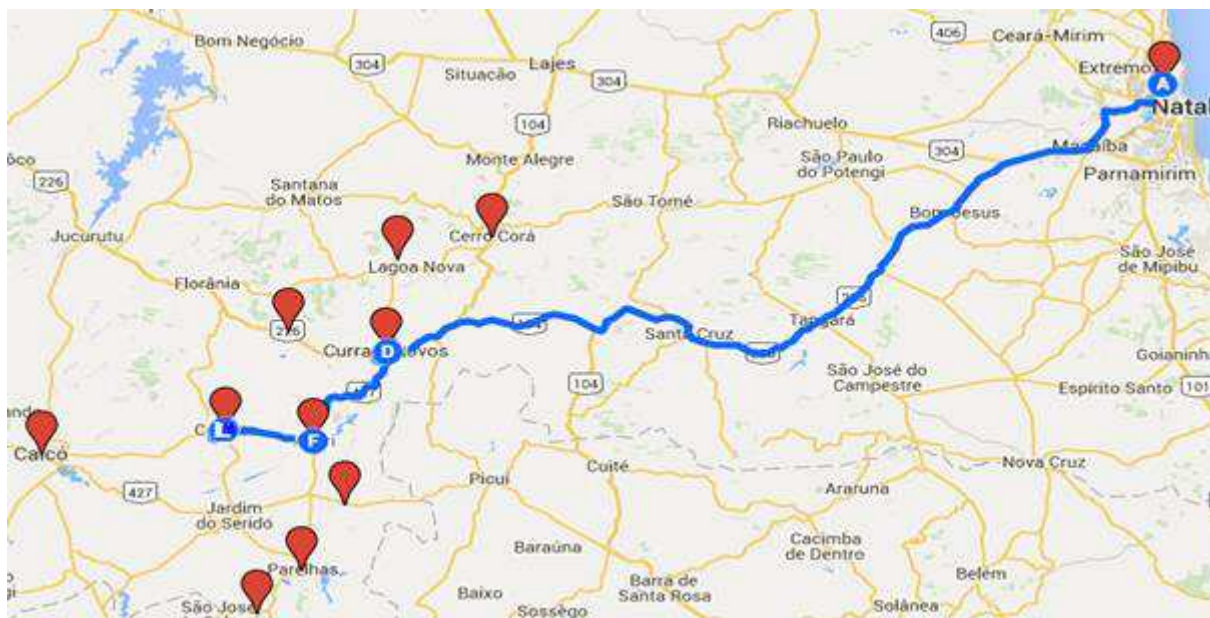
A Figura 1 e a Figura 2 apresentam estes percursos:

Figura 1 – Percurso de entrega



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 – Percurso de retorno



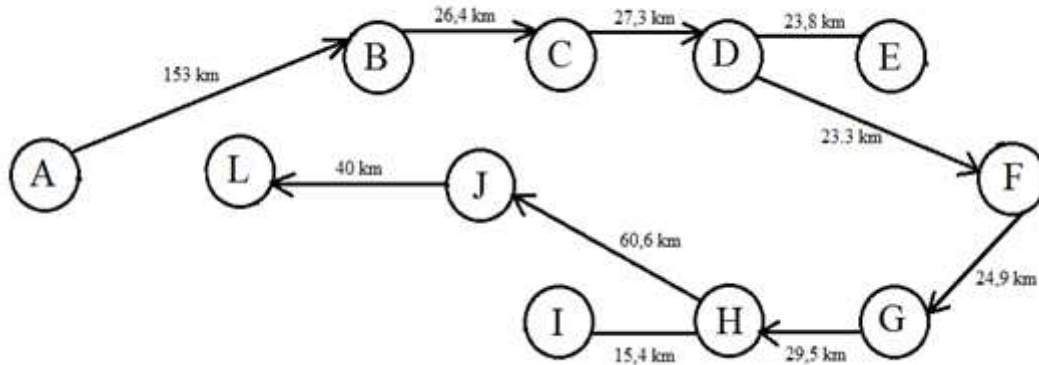
Fonte: Autoria Própria

### 5.1. Custos com a rota atual

Para se calcular os custos por viagem, basta multiplicar a quilometragem pelo preço da gasolina aditivada (gasolina utilizada pelo proprietário), que em média é 3,825, depois dividir

pelo consumo do veículo. A quilometragem de cada ponto, na saída e na chegada, é mostrada na Figura 3 e Figura 4. Assim, adotando o custo com combustível sendo R\$ 3,825, com o consumo de 10 km/l, o custo da viagem fica da seguinte forma:

Figura 3 – Fluxo em rede (entrega)



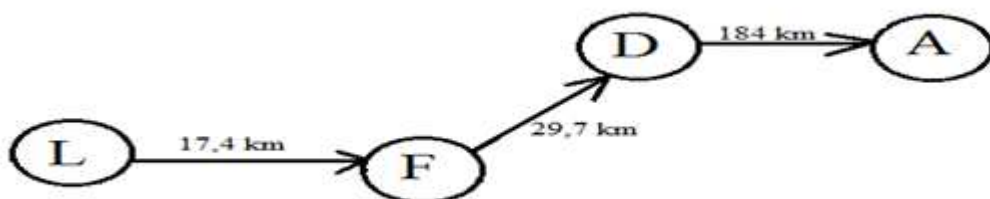
Fonte: Autoria Propria

1º expressão: Custo de Entrega =  $(153\text{km} + 26,4\text{km} + 27,3\text{km} + 23,8\text{km} + (23,8\text{km} + 23,3\text{km}) + 24,9\text{km} + 29,5\text{km} + 15,4\text{km} + (15,4\text{km} + 60,6\text{km}) + 40\text{km}) \times 3,825$

2º expressão: Custo de Entrega =  $(463,4 \text{ km} \times 3,825) \div 10$

3º expressão: Custo de Entrega =  $1772,50 \div 10 = \mathbf{177,25}$

Figura 4 – Fluxo em rede (retorno)



Fonte: Autoria Própria



1º expressão: Custo de Retorno =  $(17,4\text{km} + 29,7\text{km} + 184\text{km}) \times 3,825$

2º expressão: Custo de Retorno =  $(231,1 \text{ km} \times 3,825) \div 10$

3º expressão: Custo de Retorno =  $883,96 \div 10 = 88,40$

Custo total da rota realizada:

1º expressão: Custo total = Custo de Entrega + Custo de Retorno

2º expressão: Custo total =  $177,25 + 88,40 = \mathbf{265,65}$

**(Duzentos e sessenta e cinco reais e sessenta e cinco centavos)**

Na nova rota o caminhão parte carregado da sede em Natal, e as primeiras quatro cidades percorridas permanecem idênticas: Cerro Corá, Lagoa Nova, Currais Novos e São Vicente. Ao chegar em São Vicente, ao invés de ir para Acari, o caminhão seguiria para Cruzeta, em seguida Caicó, Parelhas, Santana do Seridó, Carnaúba dos Dantas e por fim Acari. No retorno, o caminhão partiria do seu ponto final, Acari, seguiria para Currais Novos e por fim retornaria a Natal. O percurso da rota proposta foi estruturado da seguinte forma:

## **6. Rota proposta**

Na nova rota o caminhão parte carregado da sede em Natal, e as primeiras quatro cidades percorridas permanecem idênticas: Cerro Corá, Lagoa Nova, Currais Novos e São Vicente. Ao chegar em São Vicente, ao invés de ir para Acari, o caminhão seguiria para Cruzeta, em seguida Caicó, Parelhas, Santana do Seridó, Carnaúba dos Dantas e por fim Acari. No retorno, o caminhão partiria do seu ponto final, Acari, seguiria para Currais Novos e por fim retornaria a Natal. O percurso da rota proposta foi estruturado da seguinte forma:

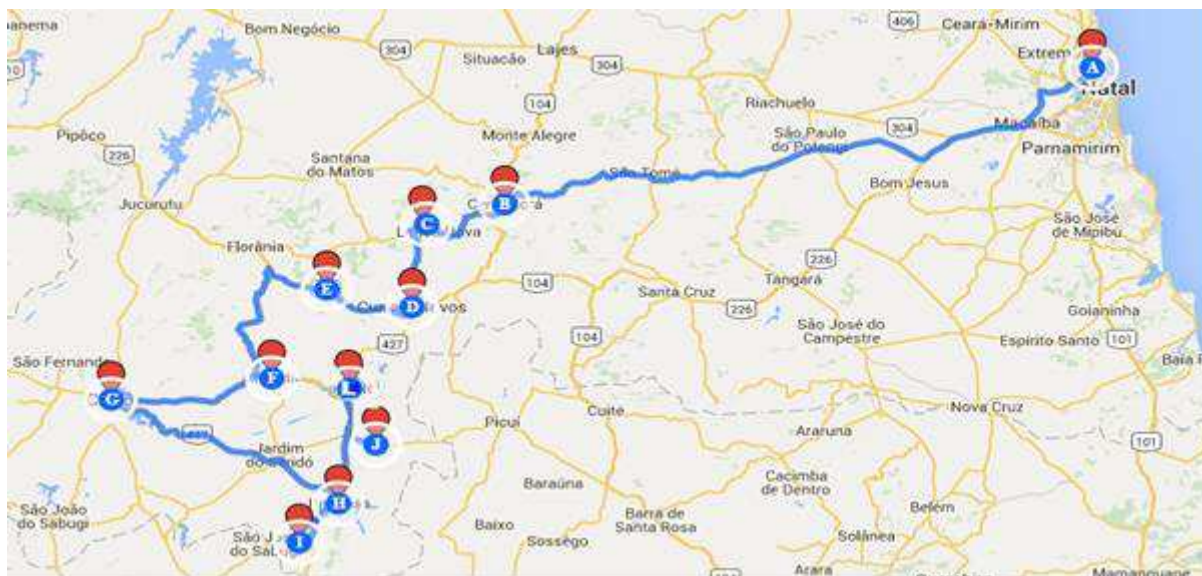
Quadro 2 – Rota proposta

Entrega	Retorno
(A)-Natal (Pajuçara)	(L)- Acari
(B)-Cerro Corá	(D)-Currais Novos
(C)-Lagoa Nova	(A)-Natal (Pajuçara)
(D)-Currais Novos	
(E)-São Vicente	
(F)-Cruzeta	
(G)-Caicó	
(H)-Parelhas	
(I)-Santana do Seridó	
(volta por Parelhas) / (J)-Carnaúba dos Dantas	
(L)- Acari	

Fonte: Autoria própria

A Figura 5 e a Figura 6 apresentam estas rotas:

Figura 5 – Percurso de entrega (nova rota)



Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Percurso de retorno (nova rota)



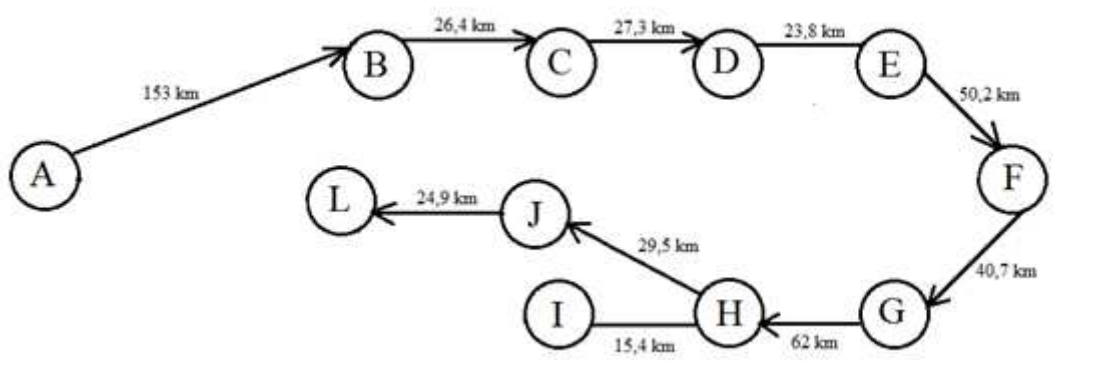
Fonte: Autoria própria

Por meio do método do Vizinheiro Mais Próximo, encontrou-se uma distância mais longa no percurso de entrega e uma distância mais curta no percurso de retorno. No entanto, analisando o percurso como um todo (Entrega e Retorno) a distância total foi reduzida, consequentemente os custos com a rota seridoense também foram minimizados.

### 6.1. Custos com a rota proposta

A quilometragem de cada ponto, na saída e na chegada, é apresentada na Figura 7 e Figura 8. Assim, adotando o preço do combustível como R\$ 3,825, dado que o consumo é de 10 km/l, o custo da viagem fica da seguinte forma:

Figura 7 – Fluxo em rede (entrega – nova rota)



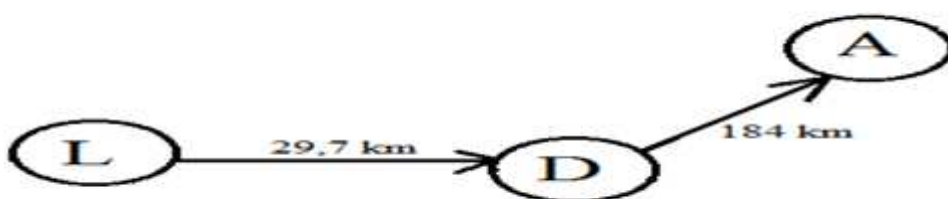
Fonte: Autoria própria

1° expressão: Custo de Entrega = (153km + 26,4km + 27,3km + 23,8km + 50,2km + 40,7km + 62km + 15,4km + (15,4km + 29,5km) + 24,9km) x 3,825

2° expressão: Custo de Entrega = (468,6 km x 3,825) ÷ 10

3° expressão: Custo de Entrega = 1792,39 ÷ 10 = **179,24**

Figura 8 – Fluxo em rede (retorno – nova rota)



Fonte: Autoria própria

1° expressão: Custo de Retorno = (29,7km + 184km) x 3,825

2° expressão: Custo de Retorno = (213,7 km x 3,825) ÷ 10

3° expressão: Custo de Retorno = 817,40 ÷ 10 = **81,74**

Custo total da rota realizada:

1° expressão: Custo total = Custo de Saída + Custo de Retorno

2° expressão: Custo total = 179,24 + 81,74 = **260,98**

**(Duzentos e sessenta reais e noventa e oito centavos)**

Comparando o custo da rota proposta com o custo da rota atual, nota-se que a nova rota torna-se mais vantajosa, pois possui custo inferior: 260,98 < 265,65. Houve uma redução de custos de R\$ 4, 67 (quatro reais e sessenta e sete centavos), o que equivale a uma diminuição de 1,76% do custo total anterior.

A diferença destes custos aparenta ser pequena, porém se verificarmos do ponto de vista anual (11 meses, pois não é realizada entregas na região seridoense no mês de janeiro) a nova rota proporciona uma economia significativa para a MPE:

1° expressão - Custo de 11 meses (rota atual):  $265,65 \times 11 = 2922,15$

2° expressão - Custo de 11 meses (rota proposta):  $260,98 \times 11 = 2870,78$

3° expressão: Rota atual – Rota proposta =  $2922,15 - 2870,78 = \mathbf{51,37}$

**(Cinquenta e um reais e trinta e sete centavos)**

## **7. Considerações finais**

A gestão eficiente dos custos é de vital importância para a sobrevivência das empresas em meio a um mercado cada dia mais acirrado. A utilização de mecanismos administrativos corretos podem ajudar os gestores a executar um planejamento e controle mais eficiente da parte financeira de suas organizações.

Tão importante quanto saber os custos dos produtos vendidos ou serviços prestados, é saber aperfeiçoar esses custos, com ferramentas que permitam reduzi-los, sem alterar ou diminuir a qualidade, atendendo sempre as expectativas de seus clientes.

Este estudo teve como objetivo utilizar a técnica do Vizinho Mais Próximo (Algoritmo de Dijkstra) para propor uma nova rota que possibilite redução de custos e melhore desempenho financeiro da empresa. A partir de uma análise mais detalhada da rota realizada pela MPE verificou-se uma rota mais vantajosa financeiramente, que se aplicada, proporcionaria a transportadora uma economia de 1,76% com relação ao custo total de transporte da rota anterior.

Tratando-se de uma MPE, esta economia torna-se relevante, pois o recurso pode ser realocado para outras áreas da empresa, como marketing, gestão de pessoas (contratação e treinamento de funcionários), ampliação da frota, o que auxiliaria na permanência e crescimento da empresa no mercado.

Portanto, conclui-se que a redução de custos faz parte do processo de melhoria contínua das empresas, pois pode proporcionar melhor desempenho financeiro, maior competitividade no preço do (s) produto (s) e/ ou serviço (s) e desenvolvimento da organização.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.C.; NOVAES, A.G. Logística Aplicada - Suprimento e Distribuição Física. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1994

BALLOU Ronald H.; BAÑOLAS, Rogério ; RUBENICH, Raul . Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Bookman, 2001.

BARROS, Edson AR; PAMBOUKIAN, Sergio VD; ZAMBONI, Lincoln C. Algoritmo de Dijkstra: Apoio Didático e Multidisciplinar na Implementação, Simulação e Utilização Computacional. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, São Paulo. 2007.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

LAKATOS, MARCONI. Metodologia Científica. Editora Atlas S. A. 3ª Ed. São Paulo, 2000.

LEITAO, Dafne Regina Cunha; SILVA, Amanda Nascimento e; MELO, Andre Cristiano Silva. “ANÁLISE DO PROCESSO DE ROTEIRIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS NA DISTRIBUIÇÃO DE JORNAIS IMPRESSOS: UM ESTUDO PARCIAL APLICADO EM UMA EMPRESA DE COMUNICAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ”. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 31., 2011, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: Abepro, 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STP\\_135\\_857\\_18960.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_135_857_18960.pdf)>. Acesso em: 02 mar. 2016.

LOPES DE SÁ, A. Dicionário de Contabilidade. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.

SEBRAE. Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2014. 7. ed. São Paulo: Dieese, 2015. Disponível em: <[http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal Sebrae/Anexos/Anuario-do trabalho-na micro-e-pequena empresa-2014.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario-do%20trabalho-na%20micro-e-pequena%20empresa-2014.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2016.

SEBRAE. Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira. Brasília/df: Sebrae, 2015. Disponível em: <[observatorio.sebrae.com.br/midias/downloads/01042015153936.pdf](http://observatorio.sebrae.com.br/midias/downloads/01042015153936.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2016.