

Estudo para Implementação de um Sistema de Roteirização e um Novo Centro de Distribuição para uma Empresa de Água Mineral do Sul de Minas Gerais

Ilton Curty Leal Junior
iltoncurty@gmail.com
UFF

Diego de Oliveira Peixoto
UFF

Matheus Guilherme Barbosa
UFF

Wellington Nascimento Silva
wn.silva@uol.com.br
UFF

Resumo: O objetivo deste estudo é avaliar o sistema de distribuição, bem como verificar a possibilidade de instalação de um Centro de Distribuição para melhoria de uma empresa de água mineral situada no Sul de Minas Gerais. Utilizou-se o Método Matricial de Economia como técnica de roteirização e para a localização do Centro de Distribuição utilizou-se o método de Centro de Gravidade. Foi comparada a atual situação da empresa com as alternativas propostas por este estudo, ou seja, a utilização de um Centro de Distribuição na cidade de Itamonte (atual) conjugada com a instalação de um Centro de Distribuição localizado na cidade de Barra Mansa. Foram analisadas 10 (dez) rotas estabelecidas a partir dos dados fornecidos pela empresa, a fim de verificar a quantidade de veículos necessários e a distância percorrida por cada um deles. Pode-se concluir que a alternativa que considera o Centro de Distribuição localizado no município de Itamonte (atual) é a que apresentou melhor resultado quando comparada com as demais analisadas no presente estudo, onde, haveria apenas a roteirização de dois caminhões da frota e um seria retirado de atuação

Palavras Chave: Roteirização - Centro Distribuição - Serviços - Transporte de carga -



1. INTRODUÇÃO

A distribuição de produtos tem sido tratada por muitas empresas como uma atividade complexa por exigir muito controle e desenvolvimento de suas operações. Esta caracterização deve-se ao envolvimento de diversas variáveis que cercam o sistema de distribuição e que precisam ser controladas para garantir a eficácia do processo (RODRIGUES E COLMENERO, 2009).

O planejamento da localização das instalações deve ter como objetivos principais garantir que as operações ocorram de forma eficaz, minimizando os custos operacionais e mantendo o nível de serviço da operação (ARBACHE *et al.* 2007). Um fator chave para o desempenho organizacional é a questão da localização de suas instalações e a criação eficaz de rotas de distribuição, constituindo. Quando estabelecida a melhor rota e a melhor localização das instalações, as atividades logísticas são desempenhadas com maior eficácia, sendo possível reduzir os custos e melhorar o nível de serviço para o cliente. Um Centro de Distribuição - CD - é um armazém cuja missão é gerenciar o fluxo de materiais e informações, consolidando estoques e processando pedidos para a distribuição física (MOURA, 2000). Deste modo, o CD torna-se uma possível ferramenta fundamental no auxílio à localização de uma empresa.

O emprego do sistema de roteirização resulta na otimização de distâncias, tempo, custo de serviço e transporte, considerando que o custo com transporte representa aproximadamente 64% dos custos logísticos (GHISI *et al.*, 2004). Dessa forma, a opção por um modelo de roteirização adequado às necessidades da organização permite uma melhoria na eficiência e na utilização máxima de equipamentos, agregando valor à gestão da cadeia (FIGUEIREDO, *et al.*, 2007).

Diante da importância de identificar a viabilidade da localização de uma empresa e utilização de um sistema de roteirização que culmine na melhoria do processo de transporte somado ao fato da empresa estudada não apresentar tal análise, questiona-se: qual a melhor rota para distribuição dos produtos da empresa? A instalação de um centro de distribuição mais próximo da demanda traria redução nos custos de transporte e melhoraria os níveis de serviço da empresa?

Este artigo tem por objetivo avaliar o sistema de distribuição, especificamente na formação de rotas, bem como verificar a possibilidade de instalação de um Centro de Distribuição para melhoria da distribuição de uma empresa de água mineral situada no Sul de Minas Gerais. Para tanto, utilizou-se como técnica de roteirização o Método Matricial de Economia e para a determinação da localização do Centro de Distribuição foi empregado o método de Centro de Gravidade.

2. REVISÃO TEÓRICA

A estratégia logística deve ter por objetivos: redução de custos e melhoria no serviço (BASTOS, 2003). A logística tem como meta principal melhorar a movimentação e armazenagem de materiais e produtos, por meio da integração das operações necessárias entre as áreas de suprimento, produção e distribuição física. Para (Ribeiro *et al.*, 2003) a logística auxilia na definição das metas estratégicas da empresa e em eventuais problemas operacionais.

A distribuição de produtos é uma das principais atividades que determinam o sucesso de uma empresa no atendimento aos seus clientes. Um bom planejamento desta distribuição



cria condições para atingir a eficiência e a confiabilidade no serviço prestado e, em consequência, garantir satisfação dos clientes e redução dos seus custos (BOTELHO, 2003).

De acordo com Bose (1990), a distribuição física engloba o transporte do produto do centro produtor ao consumidor, diretamente ou via depósitos. Desta forma, os profissionais que atuam na distribuição operam elementos como: depósitos, veículos, estoques, equipamentos de carga e descarga, entre outros. O planejamento da distribuição de produtos abrange sequencialmente a escolha do tipo de modo de transporte, dos tipos de redes de distribuição e posteriormente a escolha do tipo de rotas para suas entregas.

2.1 ROTEIRIZAÇÃO

Após a empresa escolher o método de distribuição adequado às suas características, ela deverá seguir escolhendo suas rotas e para isso existem técnicas de roteirização para o auxílio da melhor escolha. A roteirização consiste em um processo para a determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem seguidos por veículos de uma frota, tendo por objetivo utilizar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento.

Segundo (Chopra e Meindl, 2003) a decisão mais importante relacionada ao transporte na cadeia de suprimentos é o de escolha de rotas e cronogramas de entregas. O problema da roteirização de veículos é inicialmente um problema espacial, no qual as condicionantes temporais não são consideradas na geração dos roteiros para coleta e entrega. Em alguns casos, a restrição de comprimento máximo da rota pode ser considerada. Nesse tipo de problema, existe um conjunto de nós e/ou arcos que devem ser atendidos por uma frota de veículos. O objetivo é definir uma seqüência de locais (a rota) que cada veículo deve seguir a fim de se atingir a minimização do custo de transporte (NARUO, 2003). A roteirização busca também a eliminação de falhas no serviço que podem provocar atrasos nas entregas. O autor cita dois métodos para solucionar questões de rotas e cronogramas: Método Matricial de Economia - utilizado no presente trabalho, eis que possível identificar as variáveis dos fatores restritivos: capacidade de carga da frota e tempo para entrega- e Método de Designação Geral.

2.2 LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

O centro de distribuição é um termo que designa um composto de atividades logísticas desenvolvidas em um local intermediário e que por sua vez permite uma maior integração e apoio à rede de distribuição física (SCANDOLARA *et al.*, 2009).

Segundo Fleury *et al.* (2000), estes centros visam promover um rápido atendimento e viabilizam a obtenção de economias de transporte, uma vez que operam como centros consolidadores de carga. O transporte até o cliente tem a possibilidade de ser feito em cargas fracionadas, mas sempre realizado em deslocamentos de pequena distância.

Para a determinação da localização de instalações em uma rede logística, sejam elas armazéns, fábricas ou depósitos, já se dispõe de tecnologias de informação onde são analisados diversos elementos da rede, como: em que local as fábricas devem ser localizadas, que fornecedores devem ser utilizados, quantos centros de distribuição devem operar, onde devem estar localizados, entre outros. (SCANDOLARA *et al.*, 2009)

De acordo com Ballou (2001), a definição da localização das instalações físicas, por influenciar diretamente na formação dos custos de distribuição, deve englobar todas as movimentações dos produtos e os custos da planta, passando pelos intermediários do canal, através dos pontos de estocagem até chegar ao cliente.

Segundo Arbache *et al.* (2007), o planejamento das instalações deve objetivar garantir



que as operações ocorram de forma eficaz, minimizar os custos operacionais, manter o nível de serviço da operação e demonstrar flexibilidade para absorver variações durante processo.

Uma análise para determinar a melhor localização do CD, pode ser baseada em avaliações exploratórias, quando se deseja entender o impacto de mudanças no ambiente e infra-estrutura. Os problemas de localização possuem complexidade bastante alta porque o volume de dados a serem avaliados é grande, e requer análise de informações sobre a demanda, custos de transporte, custos e taxas de produção, localização de clientes e dos prováveis pontos de estocagem e suprimento, etc. Cerca de dois terços do tempo de estudo de localização são gastos no levantamento de dados (SCANDOLARA *et al.* 2009).

Os três principais métodos utilizados para a determinação da localização das instalações são: Pontuação Ponderada, Ponto de Equilíbrio e Centro de Gravidade.

O Método de Centro de Gravidade é também conhecido como centro de gravidade exato, p-gravidade, método do mediano e método centróide. Segundo (Slack *et al.*, 2002) toda localização possível possui um custo total de transporte inerente a ela, que corresponde a soma de todos os custos menores relacionados ao transporte. É conhecida como centro de gravidade uma determinada localização onde os custos são minimizados.

Segundo (Bowersox e Closs, 2001) o método Centro de Gravidade é uma técnica analítica utilizada em problemas de localização para localizar uma instalação no centro de gravidade, podendo esse ser o centro de peso, o centro de distância, o centro combinado de peso-distância ou ainda o centro combinado de peso-tempo-distância em uma dada região de atuação, para selecionar a alternativa de menor custo.

Este modelo supõe que o mercado e os fatores de suprimento localizam-se como pontos em um plano cartesiano. Segundo (Ballou, 2006) o processo de solução envolve as seguintes etapas:

1ª etapa: Determinar as coordenadas \bar{X} , \bar{Y} para cada ponto de fonte e demanda, juntamente com os volumes e as tarifas lineares de transporte;

2ª etapa: Aproximar a localização inicial;

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i} \quad (3)$$

\bar{X} , \bar{Y} = coordenadas da instalação localizada

X_i , Y_i = coordenadas dos pontos de fonte e demanda

V_i = volume no ponto i

R_i = taxa de transporte até o ponto i

d_i = distância até o ponto i da instalação a ser localizada

3ª etapa: Usando a solução para X e Y da etapa 2, calcular d_i (equação 4). O fator K não precisa ser utilizado neste ponto;

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

d_i = distância



K = fator de escala para converter uma unidade de uma coordenada em uma medida mais comum de distância (km, milhas, etc.).

4ª etapa: Substituir d_i na equação 5.

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \quad (5)$$

5ª etapa: Recalcular d_i a partir das coordenadas revisadas X e Y ;

6ª etapa: Repetir as etapas 4 e 5 até que as coordenadas X e Y não mudem por sucessivas interações, ou até que mudem tão pouco que continuar o cálculo não seja proveitoso;

7ª etapa: Calcular o custo total da melhor localização

$$MinTC = \sum_i V_i R_i d_i \quad (6)$$

Este modelo é baseado em cálculo que encontra a solução do custo mínimo de transporte para uma instalação intermediária localizada entre os pontos de origem e destino. Para utilizar esta técnica é importante configurar os conglomerados mediante a concentração dos pontos mais próximos entre si. Encontradas as localizações de centro de gravidade, os pontos são atribuídos a estas localizações. E assim o processo continua até que não se encontre mais mudança alguma. À medida que os custos de transporte forem diminuindo, os custos fixos são aumentados. E a melhor solução é aquela que minimize a soma de todos os custos.

Para roteirização, o Método Matricial de Economia conforme Chopra e Meindl (2003) é de fácil implementação e pode ser utilizado para designar clientes aos veículos mesmo quando há intervalos de tempo ou outras restrições. Tem como principais etapas:

- Identificar a matriz de distância – nesta etapa a distância entre cada par de localidades a serem visitadas é identificada por meio da aplicação da seguinte equação (1).

$$Dist(A,B) = \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} \quad (1)$$

Sendo Xa e Ya as coordenadas do ponto a (latitude e longitude, respectivamente) e Xb e Yb as coordenadas do ponto b (latitude e longitude, respectivamente).

- Identificar a matriz de economia – visa identificar a economia advinda da consolidação de entregas para dois ou mais clientes em um único veículo. Ela pode ser calculada em relação à distância, ao tempo, ao custo ou a combinação destas variáveis. Uma rota é identificada como a sequência de localidades visitadas por um veículo. A rota $CD \rightarrow$ Cliente $x \rightarrow CD$, tem início no CD , visita o cliente x e retorna ao CD . Sendo y outro cliente, a economia $S_{(x,y)}$ é a economia de distância percorrida se as viagens $CD \rightarrow$ Cliente $x \rightarrow CD$ e $CD \rightarrow$ Cliente $y \rightarrow CD$ forem combinadas em uma única rota $CD \rightarrow$ Cliente $x \rightarrow$ Cliente $y \rightarrow CD$. Para se realizar tal cálculo deve-se aplicar a equação 2.

$$S_{(x,y)} = Dist_{(CD,x)} + Dist_{(CD,y)} - Dist_{(x,y)} \quad (2)$$

- Designar clientes aos veículos e rotas - nesta etapa o gerente tem o desafio de maximizar suas economias. Cada cliente primeiramente é colocado em uma rota separada, depois as rotas vão sendo combinadas não podendo exceder a capacidade do veículo. A cada



etapa o gerente deve combinar rotas com a mais elevada economia possível dentro de rotas exequíveis. Este processo continuará até não haver mais combinações possíveis.

Organizar os clientes dentro de rotas – o objetivo desta etapa é minimizar a distância percorrida por cada veículo. As sequências de entregas são determinadas obtendo uma rota inicial e depois utilizando técnicas para a melhoria delas. Segundo Chopra e Meindl (2003), os procedimentos para sequência de rotas são: inserção pela menor distância e inserção pela distância maior, vizinho mais próximo e método de varredura. Após a escolha das sequências das entregas dentro das rotas, algumas técnicas para o aperfeiçoamento das rotas podem ser utilizadas, tais como: 2-OPT e 3-OPT. Essas técnicas são utilizadas para encurtar as distâncias percorridas.

3. METODOLOGIA

O presente estudo pode ser classificado como um Estudo de Caso que, segundo Gil (2007), consiste no estudo profundo e exaustivo de um problema, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Este artigo tem por sujeito do estudo de caso uma empresa de água mineral situada no Sul de Minas Gerais, com sede na BR 354, que tem seus principais clientes localizados nas cidades de Volta Redonda e Barra Mansa, ambas no Estado do Rio de Janeiro. A empresa estudada tem sua fonte localizada em uma região de difícil acesso e com limitações naturais que permitem exclusivamente o modo rodoviário de transporte, estando os demais inviabilizados. A empresa não utiliza nenhum método de roteirização e não sabe se a atual instalação é a que apresenta melhores benefícios e menores custos.

Para desenvolver o trabalho foram realizadas pesquisas em fontes secundárias (livros, revistas, internet e relatórios técnicos) e em fontes primárias, por meio de entrevista semi-estruturada aos funcionários da empresa, e por meio da análise de documentos e da rotina dos processos da empresa.

Após o levantamento das informações mediante a revisão bibliográfica, identificou-se os principais conceitos relacionados à localização de instalações e roteirização, permitindo um aprofundamento relacionado aos principais conceitos utilizados.

A partir da pesquisa documental e entrevista com os funcionários da empresa foi possível identificar a atual forma de transporte de água mineral da empresa até seus principais clientes bem como seus problemas relacionados à localização.

Após esses levantamentos foram identificadas e analisadas as possíveis alternativas de rota bem como a criação de um Centro de Distribuição, as quais foram comparadas com as práticas adotadas atualmente pela empresa.

O método utilizado para a determinação da localização das instalações nesta pesquisa, em virtude de se demonstrar o mais adequado ao estudo do caso, foi o do Centro de Gravidade. Essa escolha foi baseada na facilidade de implementação dos métodos e devido às restrições apresentadas pela empresa. As restrições competem à localização do envasador visto que a média da demanda de cada cliente é a mesma.

Para identificar a melhor rota utilizou-se o Método Matricial de Economia. Em relação ao Método Matricial de Economia foram considerados como fatores restritivos a capacidade de carga da frota e o fator tempo no que se refere às entregas, que só podem ser realizadas no horário entre 7h e 19h, de segunda a sexta.



Após aplicação das técnicas e cruzamento dos dados foi realizada uma análise crítica dos resultados obtidos.

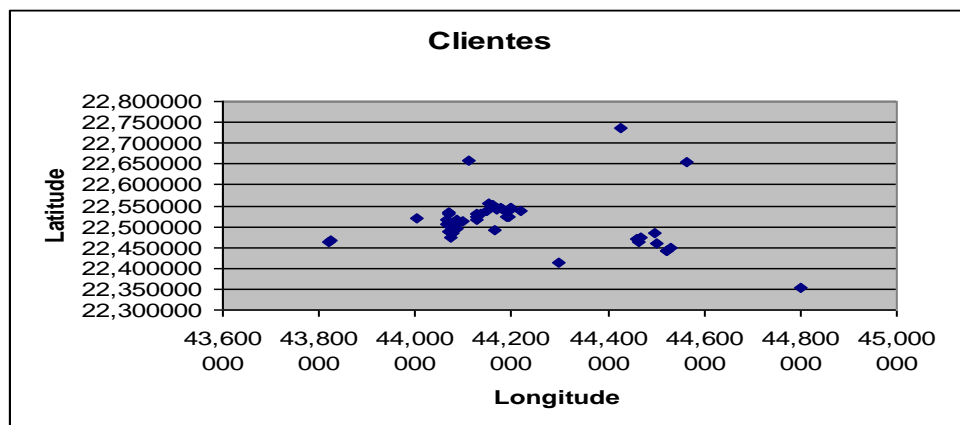
4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

A empresa de envasamento de água em questão, atualmente concentra seu depósito junto à fonte e realiza seu transporte exclusivamente por meio de rodovias. Para chegar até o consumidor, a empresa possui uma frota de 3 caminhões que se deslocam por ruas não asfaltadas, pontes de pequeno porte e trecho de serra que em conjunto limitam o porte dos veículos e tornam a distribuição suscetível a diversos fatores, como afirma Couto (2004).

A demanda total por semana de entrega da empresa corresponde a 7.350 galões de 20 litros cada. Estão disponíveis 3 veículos com capacidade máxima de 750 galões cada um. Cada cliente necessita de 150 galões de 20 l semanalmente, sendo que este valor corresponde a uma média estimada pela empresa, visto que esta não possui rígido controle sobre os pedidos de cada cliente. As entregas são realizadas 5 dias por semana (segunda a sexta-feira).

A partir de entrevista feita com os funcionários da empresa e análise dos documentos fornecidos pela empresa foi possível identificar os 49 clientes bem como sua localidade em relação às coordenadas (latitude e longitude). Os dados foram estabelecidos com a utilização do programa *Google Earth*. Esses dados serviram como base para a aplicação do Método Matricial de Economia e do Método de Centro de Gravidade escolhidos para a realização do estudo. A figura 1 ilustra a localização de cada cliente no espaço geográfico levando em conta sua latitude e longitude. Essa localização permite avaliar a distribuição dos clientes da empresa e determinar suas áreas de maior concentração.

Figura 1 – Localização geográfica dos clientes



Fonte: Elaborado pelos autores (2012)

Com a aplicação do Método de Centro de Gravidade descrito na metodologia do presente estudo, verificou-se que a melhor localização para o CD proposto seria próximo a Praça JK, no Bairro Vista Alegre, na cidade de Barra Manso/RJ – Cep 27320-020.

Após a avaliação dos dados cedidos pela empresa aplicou-se o Método Matricial de Economia conforme descrito na metodologia deste estudo.

Para todas as hipóteses analisadas considerou-se um veículo atendendo a uma demanda de 750 galões (5 clientes diariamente), e retornando ao CD. Estabeleceu-se 10 rotas que se seguidas pelos veículos atende-se aos 49 clientes em uma semana.

A hipótese que considera o Centro de Distribuição localizado no município de Itamonte (atual) compreende a utilização de 2 caminhões que percorreria por semana 1591



Km. Na tabela 1 estão descritas as rotas a serem realizadas evidenciando a sequência de clientes, quilometragem (Km) percorrida e quantidade de galões entregues.

Tabela 1: Rotas obtidas com a aplicação do Método Matricial de Economia com CD localizado no município de Itamonte

Rotas	Origem	Destino	Kilometragem Percorrida	Quantidade (UN)
Rota 1	CD	Cliente 1	109,1700 Km	150
	Cliente 1	Cliente 2	0,3729 Km	150
	Cliente 2	Cliente 22	20,9970 Km	150
	Cliente 22	Cliente 44	7,2698 Km	150
	Cliente 44	Cliente 36	1,6737 Km	150
	Cliente 36	CD	83,7360 Km	-
Rota 2	CD	Cliente 35	83,4580 Km	150
	Cliente 35	Cliente 30	3,1475 Km	150
	Cliente 30	Cliente 48	0,4419 Km	150
	Cliente 48	Cliente 41	0,7432 Km	150
	Cliente 41	Cliente 38	2,2233 Km	150
	Cliente 38	CD	82,4010 Km	-
Rota 3	CD	Cliente 33	81,9400 Km	150
	Cliente 33	Cliente 43	0,3903 Km	150
	Cliente 43	Cliente 49	1,3474 Km	150
	Cliente 49	Cliente 34	2,5152 Km	150
	Cliente 34	Cliente 45	4,7914 Km	150
	Cliente 45	CD	81,3860 Km	-
Rota 4	CD	Cliente 23	83,8040 Km	150
	Cliente 23	Cliente 42	18,1400 Km	150
	Cliente 42	Cliente 47	1,5431 Km	150
	Cliente 47	Cliente 37	0,2225 Km	150
	Cliente 37	Cliente 46	0,9468 Km	150
	Cliente 46	CD	79,8000 Km	-
Rota 5	CD	Cliente 12	77,2430 Km	150
	Cliente 12	Cliente 32	0,7814 Km	150
	Cliente 32	Cliente 31	1,0048 Km	150
	Cliente 31	Cliente 40	2,1394 Km	150
	Cliente 40	Cliente 8	1,4297 Km	150
	Cliente 8	CD	75,4630 Km	-
Rota 6	CD	Cliente 14	75,3420 Km	150
	Cliente 14	Cliente 15	1,0498 Km	150
	Cliente 15	Cliente 4	1,2669 Km	150
	Cliente 4	Cliente 5	0,8118 Km	150
	Cliente 5	Cliente 7	1,0444 Km	150
	Cliente 7	CD	73,1320 Km	-
Rota 7	CD	Cliente 39	72,0490 Km	150



	Cliente 39	Cliente 6	5,4057 Km	150
	Cliente 6	Cliente 16	1,4597 Km	150
	Cliente 16	Cliente 11	1,6323 Km	150
	Cliente 11	Cliente 3	2,8032 Km	150
	Cliente 3	CD	70,3070 Km	-
Rota 8	CD	Cliente 13	70,1220 Km	150
	Cliente 13	Cliente 9	2,4500 Km	150
	Cliente 9	Cliente 10	2,2869 Km	150
	Cliente 10	Cliente 24	16,0870 Km	150
	Cliente 24	Cliente 25	38,4170 Km	150
	Cliente 25	CD	59,3000 Km	-
Rota 9	CD	Cliente 18	42,8140 Km	150
	Cliente 18	Cliente 26	23,7630 Km	150
	Cliente 26	Cliente 29	1,3184 Km	150
	Cliente 29	Cliente 28	3,4570 Km	150
	Cliente 28	Cliente 27	4,3412 Km	150
	Cliente 27	CD	39,3130 Km	-
Rota 10	CD	Cliente 17	35,1140 Km	150
	Cliente 17	Cliente 21	2,9452 Km	150
	Cliente 21	Cliente 20	0,0308 Km	150
	Cliente 20	Cliente 19	1,1856 Km	150
	Cliente 19	CD	31,6690 Km	-
Total	49 Clientes		1541,46 Km	7350

Fonte: Elaborado pelos autores (2012)

Considerando o CD localizado em Barra Mansa, conforme apontado pelo método, seria necessário apenas 2 caminhões que percorreriam em uma semana 643,47Km. Para tal dinâmica, faz-se necessária a utilização do terceiro caminhão que seria responsável pelo transporte diário dos galões cheios da Fonte ao Centro de Distribuição e dos galões vazios do CD à Fonte. Este faria 2 viagens por dia da Fonte ao CD e do CD à Fonte percorrendo semanalmente um total de 1404 km por semana.

Na tabela 2 estão descritas as rotas e os dados analisados e na tabela 3 é apresentada a rota do caminhão responsável pelo deslocamento dos galões do trecho CD/Fonte/CD.

Tabela 2: Rotas obtidas com a aplicação do Método Matricial de Economia com CD localizado no município de Barra Mansa (proposto)

Rotas	Origem	Destino	Kilometragem Percorrida	Quantidade (UN)
Rota 1	CD	Cliente 1	41,0140 Km	150
	Cliente 1	Cliente 2	0,3729 Km	150
	Cliente 2	Cliente 20	78,0920 Km	150
	Cliente 20	Cliente 21	0,0308 Km	150
	Cliente 21	Cliente 19	1,2099 Km	150
	Cliente 19	CD	38,7290 Km	-
Rota 2	CD	Cliente 17	35,3130 Km	150



	Cliente 17	Cliente 28	2,8160 Km	150
	Cliente 28	Cliente 18	20,3700 Km	150
	Cliente 18	Cliente 25	17,3460 Km	150
	Cliente 25	Cliente 29	29,4450 Km	150
	Cliente 29	CD	31,4000 Km	-
Rota 3	CD	Cliente 27	31,0430 Km	150
	Cliente 27	Cliente 26	0,8647 Km	150
	Cliente 26	Cliente 22	51,0670 Km	150
	Cliente 22	Cliente 24	34,9020 Km	150
	Cliente 24	Cliente 30	27,6310 Km	150
	Cliente 30	CD	13,8570 Km	-
Rota 4	CD	Cliente 44	13,6860 Km	150
	Cliente 44	Cliente 36	1,6737 Km	150
	Cliente 36	Cliente 38	4,7960 Km	150
	Cliente 38	Cliente 48	2,1098 Km	150
	Cliente 48	Cliente 34	3,7296 Km	150
	Cliente 34	CD	13,5790 Km	-
Rota 5	CD	Cliente 35	13,3320 Km	150
	Cliente 35	Cliente 33	5,0521 Km	150
	Cliente 33	Cliente 43	0,3903 Km	150
	Cliente 43	Cliente 41	2,5625 Km	150
	Cliente 41	Cliente 49	1,3985 Km	150
	Cliente 49	CD	12,3410 Km	-
Rota 6	CD	Cliente 42	11,6740 Km	150
	Cliente 42	Cliente 45	2,3474 Km	150
	Cliente 45	Cliente 47	1,0110 Km	150
	Cliente 47	Cliente 37	0,2225 Km	150
	Cliente 37	Cliente 23	16,4150 Km	150
	Cliente 23	CD	17,9630 Km	-
Rota 7	CD	Cliente 46	9,9897 Km	150
	Cliente 46	Cliente 12	3,6904 Km	150
	Cliente 12	Cliente 31	1,7604 Km	150
	Cliente 31	Cliente 32	1,0048 Km	150
	Cliente 32	Cliente 40	1,2052 Km	150
	Cliente 40	CD	6,2197 Km	-
Rota 8	CD	Cliente 14	5,9822 Km	150
	Cliente 14	Cliente 8	1,9724 Km	150
	Cliente 8	Cliente 15	2,1660 Km	150
	Cliente 15	Cliente 10	6,5728 Km	150
	Cliente 10	Cliente 4	5,3941 Km	150
	Cliente 4	CD	3,8392 Km	-
Rota 9	CD	Cliente 7	3,5738 Km	150



	Cliente 7	Cliente 39	5,4083 Km	150
	Cliente 39	Cliente 5	5,8785 Km	150
	Cliente 5	Cliente 3	2,1376 Km	150
	Cliente 3	Cliente 9	0,3085 Km	150
	Cliente 9	CD	3,2913 Km	-
Rota 10	CD	Cliente 6	2,8125 Km	150
	Cliente 6	Cliente 16	1,4597 Km	150
	Cliente 16	Cliente 13	1,4506 Km	150
	Cliente 13	Cliente 11	0,4493 Km	150
	Cliente 11	CD	0,6784 Km	-
Total	49 Clientes		643,47 Km	7350

Fonte: Elaborado pelos autores (2012)

Tabela 3: Rota percorrida entre a Fonte e o Centro de Distribuição em Barra Mansa.

Dias da Semana	Rota	Nº de Viagens	Km Percorrido
Segunda-feira	Fonte → CD → Fonte	2	280,8
Terça-feira	Fonte → CD → Fonte	2	280,8
Quarta-feira	Fonte → CD → Fonte	2	280,8
Quinta-feira	Fonte → CD → Fonte	2	280,8
Sexta-feira	Fonte → CD → Fonte	2	280,8

Fonte: Elaborado pelos autores (2012)

Na tabela 4, ficam evidenciados os números dos três modelos de distribuição possíveis para este trabalho. Destaca-se que na situação atual o CD está localizado no município de Itamonte e a roteirização é feita empiricamente. Na proposta 1, o CD permaneceria instalado no município de Itamonte porém haveria um sistema de rotas definido pelo Método Matricial de Economia. E, por fim, a proposta 2 na qual o CD estaria localizado na cidade de Barra Mansa e um novo modelo de roteirização (também estabelecido pelo método Matricial de Economia) seria aplicado.

Tabela 4: Comparação dos modelos propostos pelo estudo

Modelos	Quantidade de Caminhões	Km/semana
Situação Atual	3	3.000,00
Proposta 1	2	1.591,46
Proposta 2	3	2.047,47

Fonte: Elaborado pelos autores (2012)

Tomando por base que o custo com transporte está diretamente relacionado à quantidade de quilômetros percorridos e que a instalação de um novo CD geraria custos consideráveis, a proposta de um novo Centro de Distribuição para a empresa foi descartada, visto que a Proposta 2 apresenta maior quilometragem percorrida que a proposta 1. Isso deve ser justificado, pois neste trabalho não foi levado em consideração outras importantes variáveis que influenciam nessa decisão, tais como tempo de resposta, giro do produto, valor agregado e exigência de disponibilidade pelos mercados (ARBACHE *et al.*, 2007).

Comparando a situação atual e a proposta 1, na qual haveria apenas a roteirização de dois caminhões da frota e um seria retirado de atuação, verificou-se uma redução de 1408 quilômetros que corresponde a 47% de redução por semana. Essa proposta apresenta ainda a vantagem de não onerar a empresa com a construção de um novo CD.



Por hora, a proposta 1 apresentou-se como de maior viabilidade e de mais fácil implementação bem como representaria uma redução significativa de custos com transporte para a empresa.

5. CONCLUSÃO

Da análise dos dados obtidos na pesquisa, verificou-se que a roteirização de 2 caminhões de sua frota responderiam satisfatoriamente à demanda da empresa. Para esta situação foi descartado o emprego imediato de um novo Centro de Distribuição, uma vez que esse representaria uma despesa e não seria tão eficiente na redução de custos quanto a proposta citada.

Foi possível verificar ainda que: a empresa demanda, qualitativa e quantitativamente, por mais informações sobre os seus clientes e que a aplicação do planejamento desenvolvido neste trabalho poderia aperfeiçoar a dinâmica de distribuição atual da empresa trazendo melhores resultados e, por conseguinte, maior satisfação de seus clientes. Para tanto o que teoricamente se mostra viável na prática depende da disponibilidade dos clientes em se organizar e sistematizar seus pedidos.

As maiores limitações para realização do trabalho se referem aos dados fornecidos pela empresa para a demanda e quilometragem percorrida. Como não há um registro oficial do volume de vendas nem da quilometragem percorrida pela frota, a empresa optou por fazer uma estimativa semanal, adotando um valor único para cada cliente e para a quilometragem percorrida por sua frota.

Um novo estudo pode ser realizado, fazendo uso de outras técnicas de roteirização, para obter distâncias reais entre clientes e Centro de Distribuição Já que neste trabalho utilizou-se distâncias euclidianas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBACHE, F.S.; SANTOS, A.G.; MONTENEGRO, C.; SALLES, W.F.** Gestão de Logística, Distribuição e *Trade Marketing*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- BALLOU, R. H.** Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- BALLOU, R. H.** Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial. Trad. Elias Pereira. 4ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BASTOS, I. D.** Avaliação do Desempenho Logístico do Serviço de Transporte Rodoviário de Cargas – um Estudo de Caso no setor de revestimentos cerâmicos. 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 168p.
- BOSE, R. C. A.** Modelos de Roteirização e Programação de entregas em redes de transportes. 1990. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo. 171p.
- BOTELHO, L. G.** Um Método para o Planejamento Operacional da Distribuição: Aplicação para casos com Abastecimento de Granéis Líquidos. 2003. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Logística Empresarial, PUC, Rio de Janeiro. 100p.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS D. J.** Logística Empresarial. São Paulo: Atlas, 2001.
- COUTO, P. T. B.** Resolução de Problemas de Transporte Rodoviário de Carga Utilizando Programação Inteira. 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pósgraduação em Engenharia Elétrica, PUC-Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 81p.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação. São Paulo: Prentice Hall, 2003.



GHISI, M. A.; CONSOLI, M. A.; MARCHETTO, R. M.; NEVES, M. F. Usos e benefícios de softwares de roteirização na gestão de transporte. VII SEMEAD, São Paulo: FEARP, 2004. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/7semead/>, acesso em 2 nov. 2010.

FIGUEIREDO, A. S.; DINIZ, J. S.; PORTO, L. A.; COSTA, I. L. Diagnóstico para sustentação da escolha de modelo de roteirização em organização de base econômica familiar. Rev Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 3, n. 3, p. 3-19, set-dez/2007.

FLEURY, P.F., FIGUEIREDO, K., WANKE, P. (org.). Logística Empresarial: A Perspectivas Brasileira. Coleção COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MOURA, R. A. Administração de Armazéns. Instituto IMAM, 2000.

NARUO, M. K. O estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando Sistemas de Informação Geográficas. São Carlos, 2003. 283p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, P.C.C.; FERREIRA, K.A. Logística e transportes: Uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2002.*

RODRIGUES, I.M.; COLMENERO, J. C. Diagnóstico da estrutura de distribuição da indústria cervejeira. XXIX ENEGEP, 2009.

SCANDOLARA, N.L.; HOLANDA, L.M.C.; COLMENERO, J. C.; FRANCISCO, A. C. Logística: Uma Discussão sobre os Canais de Distribuição, seus Modais de Transportes e os Centros de Distribuição. *Congresso Internacional de Administração.* 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.