



SICIT 2018

Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

ESTUDO DE CASO PARA ROTEIRIZAÇÕES DE VEÍCULOS PARA A DISTRIBUIÇÃO DE ATIVIDADES NAS FACÇÕES DE UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DE MODA PRAIA E *FITNESS*

Ariana Ramila da Silva Ribeiro, Universidade de Itaúna, arianar.s.ribeiro@hotmail.com.

Daiana Fernanda Ferreira, Universidade de Itaúna, daiana.fernanda222@yahoo.com.

Jaciana Braz de Matos e Nogueira, Universidade de Itaúna, jacianabraz@gmail.com.

Alecir Silva, Universidade de Itaúna, alecir09@gmail.com.

Resumo: Com a crescente preocupação com o mercado, a redução de custos logísticos, assim como a melhoria do nível de serviço tornaram-se elementos importantes para a sustentabilidade e fatores decisivos para a tomada de decisão. Isto pode afetar direta ou indiretamente no futuro das organizações, pois exercem influência relevante na competitividade e nos resultados econômicos e financeiros dessas organizações. O presente trabalho tem como objetivo identificar o papel da roteirização, como ferramenta, para redução de custos logísticos em uma empresa de confecção, situada no centro oeste de Minas Gerais. Por meio de um estudo de caso é possível retratar as dificuldades encontradas na organização, com relação à distribuição das atividades para as facções e, como a aplicação de um método dinâmico de roteirização de Clarke e Wright influencia na organização, padronização e, conseqüentemente, na redução de custos. Por meio da comparação entre os cenários e resultados, com e sem a utilização da roteirização para gestão dos custos logísticos e melhoria do nível de serviço, assim como a análise das informações cedidas pela organização, respondeu-se ao problema proposto, atingindo o objetivo geral e validando os pontos levantados. Após a análise dos dados, concluiu-se que a roteirização é um elemento de essencial importância para a gestão dos custos logísticos e melhoria do nível de serviço.

Palavras-chave: Roteirização. Custo. Faccionista. Confecção.

1 Introdução

Diante da necessidade de reduzir os custos, as organizações começaram a investir e direcionar seus esforços para a otimização das atividades logísticas. Segundo Ballou (2010, p. 27), a logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

Ao realizar uma visita na empresa Corp Comércio e Indústria Ltda. Identificou-se dificuldades no controle das facções, ausência de rotas de distribuição das atividades destas facções e um custo logístico alto.

A proposta do trabalho é a redução de custos no setor de logística da empresa Corp, localizada à margem da rodovia Nilo Penido MG-431, Itaúna – MG, cujas atividades são voltadas para a confecção de moda *fitness* e praia. A redução dos custos ocorre por meio da aplicação de modelos heurísticos que permite o controle das facções e a obtenção da melhor rota para a frota de veículos.

A obtenção de uma rota por caminho mínimo auxilia na distribuição e recolhimento de mercadoria das facionistas, reduzindo viagens, tempo e custo. Assim, satisfazendo aos clientes internos e externos, entregando os produtos com pontualidade e segurança.

2 A roteirização de veículos

Segundo Cunha (2000) citado por Gama (2011, p. 28) o termo roteirização de veículos vem sendo utilizado como equivalente ao inglês *routing* (ou *routeing*), para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas, a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando-se visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. Quando a definição dos roteiros envolve não só aspectos espaciais ou geográficos, mas também temporais, tais como restrições de horários de atendimento nos pontos a serem visitados, os problemas são, então, denominados de roteirização e programação de veículos.

Um modelo de roteirização bastante usado é o de que o ponto de origem e destino sejam os mesmos. Isto ocorre normalmente, quando o veículo em questão é de propriedade da empresa. Esse tipo de roteirização leva o nome de “o problema do caixeiro viajante” e seu objetivo é achar a sequência, na qual os pontos visitados minimizam a distância ou o tempo total de viagem (BALLOU, 2010, pp. 196, 197).

Os problemas de roteirização apresentam algumas características, FIGURA 1, que podem ser usadas para modelar os problemas reais.

FIGURA 1 – Características dos problemas de roteirização e programação

Características	Possibilidades
1. Tamanho da frota disponível	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um veículo ▪ Vários veículos
2. Tipo de frota disponível	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogênea (somente um tipo de veículo) ▪ Heterogênea (vários tipos de veículo) ▪ Veículos especiais (dividido em compartimentos)
3. Garagem dos veículos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Um único depósito ▪ Vários depósitos
4. Natureza da demanda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinística ▪ Probabilística ▪ Parcialmente satisfeita
5. Localização da demanda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nos nós (não necessariamente em todos) ▪ Nos arcos (não necessariamente em todos) ▪ Misto
6. Característica da rede	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não orientada ▪ Orientada ▪ Mista ▪ Euclidiana
7. Restrições de capacidade do veículo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impostas (veículos com mesma capacidade) ▪ Impostas (veículos com diferentes capacidades) ▪ Não impostas (capacidade ilimitada)
8. Tempo máximo de rotas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impostas (rotas com mesmo tempo máx) ▪ Impostas (rotas com diferentes tempos máx) ▪ Não impostas (capacidade ilimitada)
9. Operações envolvidas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Somente coletas ▪ Somente entregas ▪ Mistos
10. Custos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variáveis ou custos de roteirização ▪ Fixos de operação ou custos de aquisição dos veículos ▪ Custos comuns de transporte
11. Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimizar os custos totais de roteirização ▪ Minimizar a soma dos custos fixos e variáveis ▪ Minimizar o número necessário de veículos ▪ Maximizar a função utilizada pelo cliente

Fonte: NARUO (2003, p. 66).

3 Recursos para realizar a roteirização

A elaboração do processo de roteirização envolve a utilização dos recursos como: o Excel VBA, o programa Logware e o sistema de coordenadas cartesianas e geodésias.

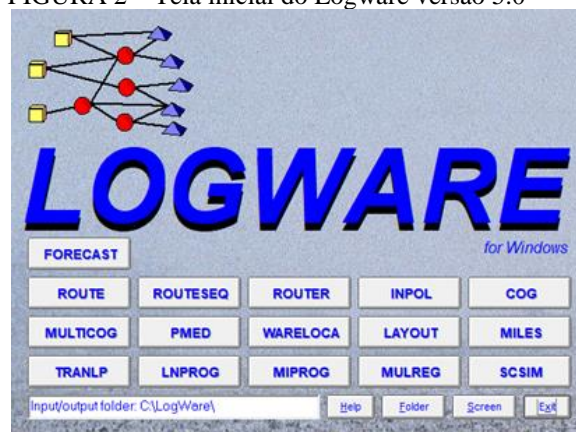
3.1 Excel VBA

O Excel é utilizado para a análise de dados, criação de relatórios, preparação de gráficos e apresentações, além de cálculos e outros dados. No Excel ocorre uma repetição de passos, para aumentar sua produtividade utiliza o Excel VBA (*Visual Basic for Applications*) que permite automatizar diversas tarefas na elaboração de planilhas (IMPACTA TREINAMENTOS, 2017).

3.2 Programa Logware

O Logware é uma coleção de programas úteis, para analisar variedade de problemas e estudos de casos logísticos, FIGURA 2.

FIGURA 2 – Tela inicial do Logware versão 5.0



Fonte: BALLOU (2004, p. 4).

Ballou (2004, pp. 4, 15) oferece este *software* na versão 5.0 de 2006 para finalidades educacionais e não garante que o *software* se ajuste a qualquer aplicação. O *Router* é um programa de *software*, para determinar a melhor rota e programação para uma frota particular de veículos. O problema típico é quando os caminhões que estão em um depósito central, fazem coletas e entregas a um número de paradas, e retornam ao mesmo depósito de origem. As paradas necessitam de ser atribuídas a veículos e então, sequenciadas em cada rota desse veículo. O objetivo é minimizar a distância total viajada e o número de veículos necessários.

3.3 Sistema de coordenadas geodésicas e cartesianas

Conforme a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS ([199-]a) os sistemas de referência são utilizados para descrever as posições de objetos. Quando é necessário se identificar a posição de uma determinada informação na superfície da terra, são utilizados os Sistemas de Referência Terrestres ou Geodésicos. Estes, por sua vez, estão associados a uma superfície que mais se aproxima da forma da terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas. As coordenadas podem ser apresentadas em diversas formas:

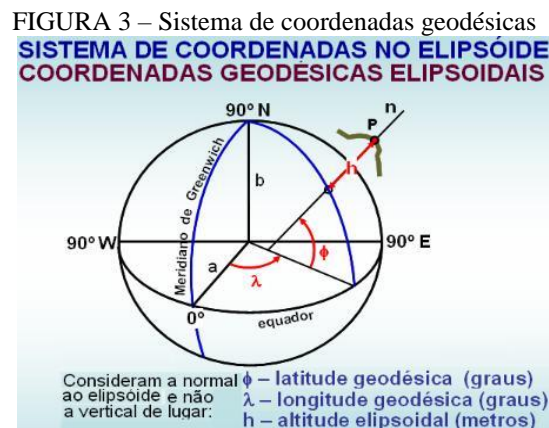
em uma superfície esférica recebem a denominação de coordenadas geodésicas, e em uma superfície plana, recebem a denominação da projeção às quais estão associadas, como por exemplo, as coordenadas planas UTM – Universal Transversa de Mercator.

As coordenadas referidas aos Sistemas de Referência Geodésicos são normalmente apresentadas nas formas: cartesianas, geodésicas (ou elipsoidais) e planas (UFRGS, [199-]a).

Segundo a UFRGS ([199-]a) um sistema coordenado cartesiano no espaço 3D é caracterizado por um conjunto de três retas (x, y e z), denominadas de eixos coordenados, mutuamente perpendiculares. Esse sistema associado à um Sistema de Referência Geodésico, recebe a denominação de Sistema Cartesiano Geodésico (CG) de modo que:

- o eixo X coincidente ao plano equatorial, positivo na direção de longitude 0°;
- o eixo Y coincidente ao plano equatorial, positivo na direção de longitude 90°;
- o eixo Z é paralelo ao eixo de rotação da Terra e positivo na direção norte.

Independentemente do método utilizado para se representar ou projetar uma determinada superfície no plano, deve-se adotar uma superfície que sirva de referência, garantindo-se uma concordância das coordenadas na superfície esférica da terra. Com este propósito, deve-se escolher uma figura geométrica regular, muito próxima da forma e dimensões da terra, a qual permite, mediante um sistema coordenado, posicionar espacialmente as diferentes entidades topográficas. Esta figura recebe a denominação de elipsoide e as coordenadas referidas a ele são denominadas de latitude e longitude geodésicas, FIGURA 3.



Fonte: THUM et al., 2006

As fórmulas oficiais para transformação de coordenadas no sistema geodésico para sistema cartesiano foram publicadas pelo IBGE na Resolução N°23 de 21 de fevereiro de 1989, visando a compatibilização entre as coordenadas obtidas com o sistema GPS - *Global Positioning System* e o Sistema Geodésico Brasileiro SAD69 - *South American Datum* (UFRGS, [199-]a).

4 Redução do custo de logística por meio da roteirização

4.1 Caracterização do problema

O gerente de logística verifica que veículos que saíam para a entrega de peças sem um roteiro definido fazia com que muitas vezes carros se encontrassem em uma mesma rua, mostrando

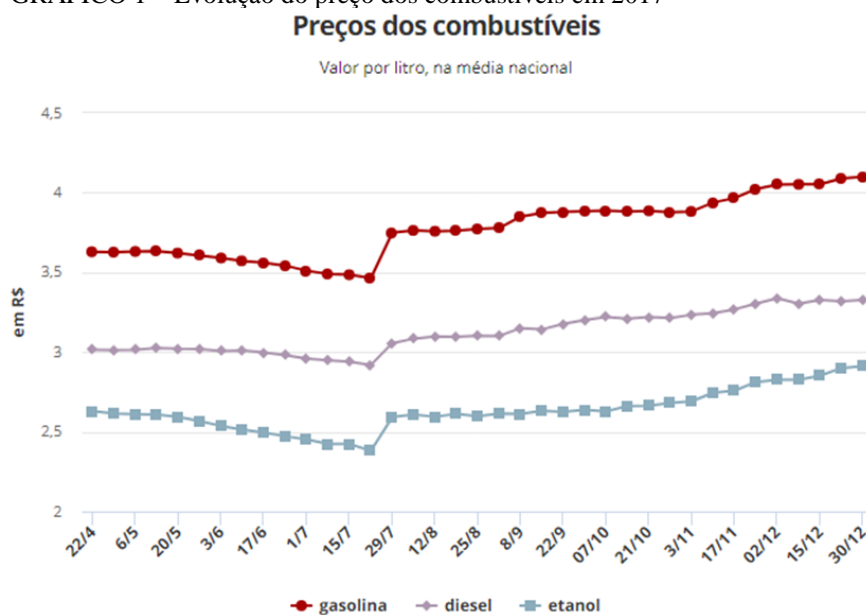
assim a necessidade de uma roteirização. Outra razão que evidenciava essa necessidade era o gasto com combustíveis. Sem uma rota pré-fixada, os veículos costumam andar mais, gastando assim, mais em combustível. Além disso, a falta de registros das facções, a ausência de parâmetros para a distribuição das peças e a forma como eram realizadas as escolhas das faccionistas, influenciavam no surgimento do problema.

4.1.1 Problemas com o combustível

Em julho de 2017, o Governo Federal aumentou o PIS-Cofins (Programa de Integração Social-Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) sobre o preço da gasolina, que passou de R\$ 0,30 para R\$ 0,79 por litro, a maior elevação permitida por lei. No diesel o tributo passou de R\$ 0,24 para R\$ 0,46 por litro. A cobrança sobre a produção de etanol subiu de R\$ 0,12 para R\$ 0,13. O etanol não era taxado na distribuição, mas agora a taxa seria de R\$ 0,19 em cada litro (CORREIO BRASILIENSE, 2017).

Essas mudanças impactam o preço dos combustíveis, GRÁFICO 1, e reflete, diretamente, no gasto da empresa com as viagens para distribuição das peças, o que fez com que a questão de roteirização passasse a se tornar primordial para se diminuir os custos.

GRÁFICO 1 – Evolução do preço dos combustíveis em 2017



Fonte: Portal de Notícias G1, 2018

Além das mudanças no âmbito federal, em janeiro de 2018, o Governo Estadual mudou o valor de referência na cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre os combustíveis. O ICMS passou de 29% para 31% para a gasolina e de 14% para 16% para o álcool, assim aumento 2% o preço na bomba (JORNAL ESTADO DE MINAS, 2018).

No GRÁFICO 2 pode-se verificar a comparação dos quilômetros gastos com os custos que a empresa teve no período de agosto de 2017 a janeiro de 2018, com os translados para as facções.

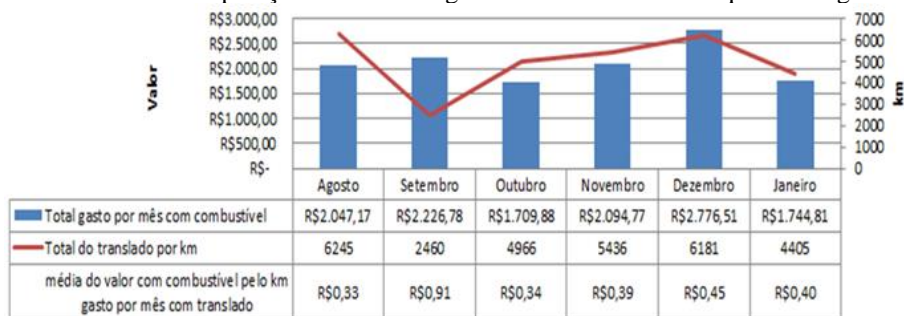


SICIT 2018

Semana de Iniciação Científica e Tecnológica

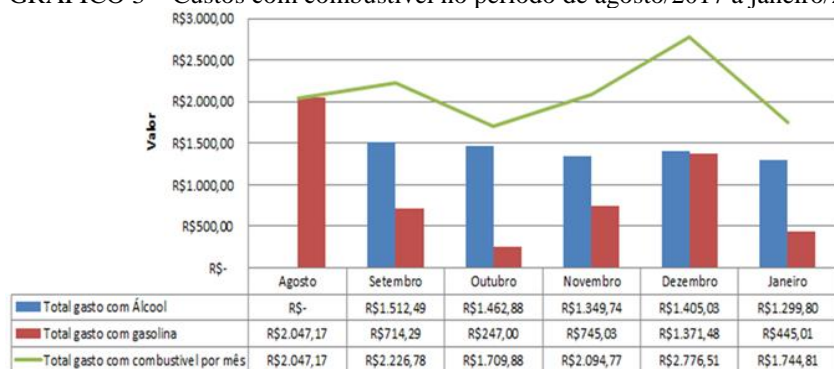
Universidade de Itaúna

GRÁFICO 2 – Comparação entre o total gasto em combustível e a quilometragem do traslado



O GRÁFICO 3 revela os custos da empresa com combustível e o tipo de combustível utilizado nesse mesmo período.

GRÁFICO 3 – Custos com combustível no período de agosto/2017 a janeiro/2018



Os custos com os combustíveis dos translados para as facções totalizaram, neste período, uma média diária de R\$ 39,06 com álcool e R\$ 30,94 com gasolina. A quilometragem dos veículos total neste período foi 29693 km.

4.2 Coleta de dados para a roteirização

Para iniciar a roteirização deve-se observar a necessidade de algumas mudanças, tais como:

- registrar e documentar as facções;
- documentar os parâmetros utilizados para distribuir as peças;
- criar um método para realizar a distribuição sem favorecer a nenhuma faccionista.

O objetivo do trabalho é reduzir os custos com os transportes em 10%, por meio de obtenção de uma rota adequada para a distribuição e recolhimento de mercadoria das faccionistas.

Trabalhando em conjunto com os funcionários, as pesquisadoras apuraram 45 faccionistas responsáveis pela costura de peças para a marca Obbia, sendo 34 do município de Itaúna, 6 do município de Pará de Minas e 5 de Divinópolis/Carmo do Cajuru. Além da costura de peças, existem 4 faccionistas para o acabamento, todas de Itaúna.

Com a identificação das faccionistas e da sua localização apurou-se o critério de envio das peças para as mesmas. O critério é baseado na determinação das peças como básicas, diferenciadas, com elástico, sem elástico, de *tactel* ou caseadas. Cada faccionista tem sua área de atuação,

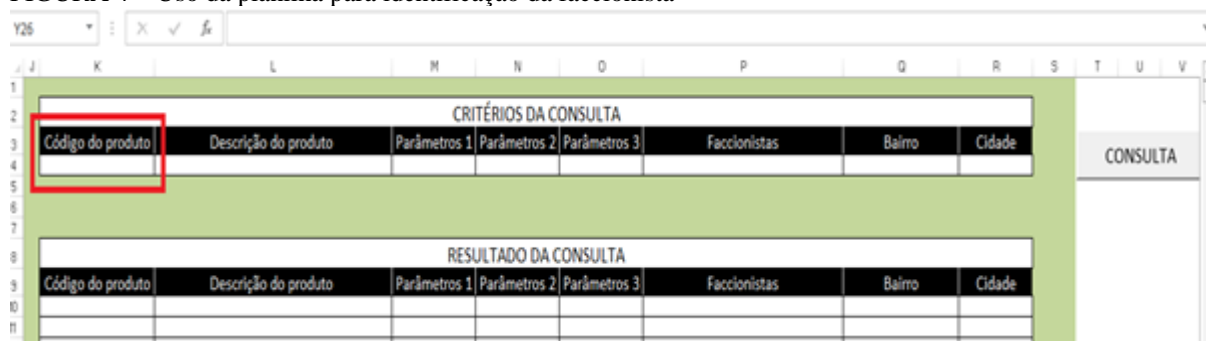
dependendo de sua habilidade, no caso de peças diferenciadas ou básicas, ou de possuir determinada máquina, no caso de peça com ou sem elástico, de *tactel* e caseada. Assim, concluiu-se que os critérios de distribuição de peças para as faccionistas são:

- as faccionistas que fazem peças diferenciadas, são capazes de fazer as básicas, porém a recíproca não é verdadeira;
- a faccionista que faz peças que possuem elástico, ou seja tem a máquina específica para isso, tem capacidade de fazer peças sem elástico;
- existem somente duas faccionistas que fazem roupas em *tactel*, e elas são as únicas que também fazem caseamento.

Apurado os critérios, cada peça da coleção Inverno/2018 foi avaliada aos mesmos parâmetros, para depois ser relacionadas as faccionistas que possuem habilidade de fazer cada peça.

Por meio do Excel VBA foi possível criar uma planilha inteligente para encontrar qual faccionista faz determinada peça e seu local de moradia, como mostra a FIGURA 4 no campo destacado em vermelho, código da peça. Ao inserir a referência, por exemplo, OB182005, um *top* estampado, a planilha exibe as informações da peça e das faccionistas (o que fazem e localização).

FIGURA 4 – Uso da planilha para identificação da faccionista



CRITÉRIOS DA CONSULTA							
Código do produto	Descrição do produto	Parâmetros 1	Parâmetros 2	Parâmetros 3	Faccionistas	Bairro	Cidade

RESULTADO DA CONSULTA							
Código do produto	Descrição do produto	Parâmetros 1	Parâmetros 2	Parâmetros 3	Faccionistas	Bairro	Cidade

A consulta pode ser feita a partir do nome da faccionista e a planilha retorna com as referências das peças feitas por ela. Por último, a consulta pode ser feita a partir da cidade ou do bairro, retornando o nome de cada faccionista e das peças feitas por elas.

Após a apresentação do uso da planilha na empresa, percebe-se a necessidade de separar as faccionistas em três grupos distintos. Isso se deve pelo fato de que algumas das faccionistas não podem “ficar paradas”, pois elas procurariam outra empresa para suprir sua demanda. Assim, criou-se os grupos diferenciados por tempo de contribuição, rapidez e diversidade de peças:

- grupo A: maior tempo de contribuição, rapidez na entrega e são capazes de fazer peças diferenciadas e básicas;
- grupo B: suprem o grupo A quando as faccionistas desse grupo estão ocupadas, têm uma boa rapidez e são capazes de fazer peças diferenciadas e básicas;
- grupo C: são mais lentas na entrega e fazem somente peças básicas.

Assim, inseriu na planilha a coluna Grupo, destacado de roxo na FIGURA 5, para identificar a a qual grupo pertence a faccionista que faz a peça procurada.

FIGURA 5 – Exemplo da aplicação do fator grupo para a priorização das faccionistas

CRITÉRIOS DA CONSULTA								
Código do produto	Descrição do produto	Parâmetros 1	Parâmetros 2	Parâmetros 3	Grupo	Faccionistas	Bairro	Cidade
08005001								
RESULTADO DA CONSULTA								
Código do produto	Descrição do produto	Parâmetros 1	Parâmetros 2	Parâmetros 3	Grupo	Faccionistas	Bairro	Cidade
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Andrea Cristina de Sousa	Jadir Marinho	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	A	Cleonice de Moraes	Morada Nova	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	A	Luciene Correa da Silva	Piaguassu	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	B	Sonia Cristina Santos Ferreira	Piedade	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Shirley Aparecida Gonçalves	Várzea da Olaria	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Alessandra Aparecida Rodrigues	Lourdes	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Gisele Silva Sousa	Parque Jardim Santanense	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	B	Tatiane Maria dos Santos	Cidade Nova	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Terezinha Luiza Silva Oliveira	Santanense	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Luana Rodrigues Antunes		Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	A	Sonia da Conceição Santana	Padre Euztáquio	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Renata Silva Borges	Castelo Branco	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	B	Geislane Correa Lopes	Várzea da Olaria	Itaúna
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	B	Diego Armando Maradona de Andrade Pinto	Esplanada	Pará de Minas
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Lucilene da Silva Nunes	Pará de Minas	Pará de Minas
08005001	TOP DECOTE REDONDO	BÁSICO	COM ELÁSTICO	-	C	Iris Ângela Morato Silva		Carmo do Cajuru

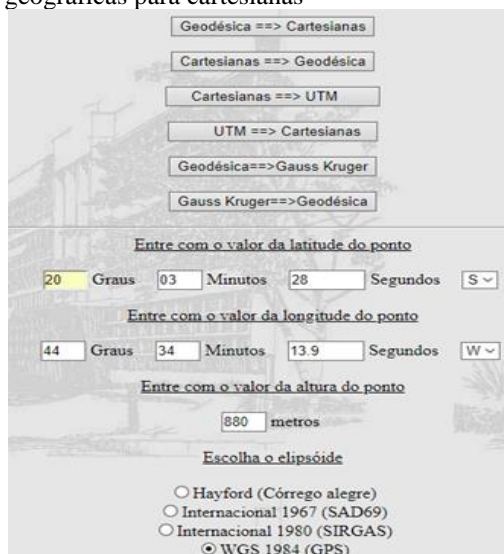
O passo seguinte consiste em selecionar as faccionistas para estabelecer o caminho mínimo e assim obter redução dos custos de transportes.

4.3 Roteização do caminho mínimo

Com o auxílio do *Google Maps* foram encontradas as coordenadas geográficas de todas as faccionistas, levando-se em consideração seus endereços. No entanto, como a função “Router” no Logware, que desenvolve rotas e programações para vários veículos que servem a múltiplas paradas utiliza coordenadas cartesianas é necessário converter as coordenadas geográficas.

A conversão foi feita com o auxílio de um programa disponibilizado pela UFRS de Transformação de Coordenadas. Então, usou-se a transformação de coordenada geodésica para cartesiana. A coordenada geodésica é um tipo de coordenada geográfica que usa graus, minutos e segundos para a localização de um ponto no mapa, FIGURA 6. Usou-se as coordenadas geodésicas do ponto de origem – Corp (1), a altura do ponto foi a altitude de Itaúna, 880 m, e para o elipsoide escolheu o WGS 1984, que é usado no GPS.

FIGURA 6 – Transformação de coordenadas geográficas para cartesianas



Fonte: UFRGS, [199-]b

4.3.1 Aplicação da função Router

A logística da Corp disponibilizou as rotas do dia 25 de abril de 2018 e quais faccionistas seriam visitadas. A rota de distribuição de peças foi definida como Google Maps. Os bairros visitados no primeiro mapa foram: Jadir Marinho, Piaguaçu, Várzea da Olaria, Irmãos Auler e Padre Eustáquio. No segundo mapa foram os seguintes bairros: Santanense, Parque Jardim, Itanense II, Três Marias, Cidade Nova, Aeroporto, Santa Edwiges, Morada Nova e Piedade. Entretanto, o ponto inicial e final foi marcado como sendo a Universidade de Itaúna e não o Grupo Obbia.

Foi observado que por não dar direcionamentos concretos de quais faccionistas devem ser visitadas e seus respectivos endereços, esse método usado para roteamento é passível de falhas. Por esse motivo, recomenda-se o uso do programa Logware para o auxílio do roteamento.

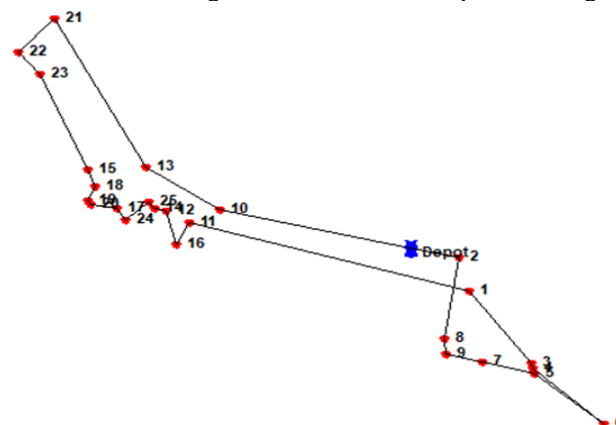
Para a utilização da função “Router”, é necessário transformar as coordenadas cartesianas de quilômetros (km) para milhas terrestres. Depois de identificada a coordenada cartesiana do ponto de origem e dos nós, insere os dados no programa. Como *Parameters* coloca-se a coordenada horizontal (X) e vertical (Y) do ponto de origem. Como o foco não é os horários de entrega desconsidera esses pontos digitando 9999.

Em *Stops* (paradas) adiciona as faccionistas que serão visitadas no dia e suas coordenadas. No *stop type* (tipo de parada) digita D, se for entrega de mercadorias, ou P, se for coleta. Como o peso ou cubagem não interferem nesse caso, pode-se zerá-los.

Em *Vehicles* especifica a quantidade e o veículo usado. Como, para o trabalho não importa a capacidade, digita 9999 para desconsiderar esse parâmetro. No número de veículos, recomenda usar um número maior para o programa calcular a quantidade ideal de veículos para minimizar os custos da rota.

Na FIGURA 7, apresenta-se a plotagem do caminho, que deve ser seguido para entrega nas faccionistas. Observe que existe apenas um caminho. Isso ocorre porque apesar de existirem mais veículos, o programa utiliza o mínimo possível, para visitar o máximo de faccionistas.

FIGURA 7 – Plotagem do caminho ótimo para a entrega.



O resultado do caminho ótimo é mostrado, relacionando a sequência das entregas em função do nome das faccionistas:

Corp (*Depot*) → Andrea (2) → Sônia Santana (8) → Flávia Josiane (9) → Jaine (7) → Geisiane (5) → Shirley (6) → Luciene (4) → Vanessa (3) → Natália (1) → Marcilene (11) → Érica (16) → Cleonice (12) → Fabiana (14) → Flávia Aves (25) → Sônia Helena (24) → Tatiane (17) → Concebida (20) → Camila (19) → Glenda (18) → Elisaine (15) → Carla (23) → Gisele (22) → Terezinha (21) → Kelly (13) → Sônia Cristina (10) → Corp (*Depot*)

4.4 O custo da logística com a roteirização

Segundo Ballou (2010, p. 191) o transporte representa normalmente entre um e dois terços dos custos logísticos totais. Reduzir os custos, melhorar os serviços aos clientes, descobrir os melhores roteiros para os veículos, a fim de minimizar o tempo e a distância constitui problema muito frequente de tomada de decisão. Assim, aumentar a eficiência por meio da máxima utilização dos equipamentos e pessoal de transporte é uma das maiores preocupações do setor.

A partir do caminho ótimo definido, tem-se a distância estimada de 12 milhas para a realização do percurso, aproximadamente 19,31 km, com apenas um veículo. Com as distâncias reais, obtidas por meio da matriz, FIGURA 8, tem-se 31,37 km, com um erro de 38,44% que pode ser devido ao fator de correção. O fator utilizado no *software* é padrão para o mundo, porém, o Brasil é um país montanhoso, principalmente em Minas Gerais, sendo justificável o erro.

FIGURA 8 – Matriz de distâncias entre faccionistas (ida e volta)

nós	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1		0,54	0,83	0,96	1,88	1,93	2,01	2,92	0,82	1,92	1,78	2,14	1,73	3,09	3,71	3,55	4,66	4,99	5,39	5,19	6,04	5,38	6,06	6,15	6,82	6,59	6,59	5,13	5,99	5,77	6,06
2	0,54		0,31	0,76	1,37	1,43	1,52	2,39	1,05	1,62	1,64	2,01	2,23	3,31	4,07	3,62	4,98	5,33	5,78	5,53	6,41	5,68	6,39	6,50	7,17	6,92	6,92	5,65	6,46	6,24	6,41
3	0,83	0,31		0,69	1,16	1,22	1,33	2,14	1,32	1,62	1,74	2,09	2,54	3,54	4,35	3,79	5,25	5,60	6,06	5,80	6,69	5,93	6,66	6,78	7,45	7,18	7,19	5,96	6,77	6,54	6,67
4	0,96	0,76	0,69		1,75	1,83	1,95	2,63	1,72	2,31	2,39	2,75	2,62	4,01	4,67	4,37	5,61	5,95	6,35	6,15	7,00	6,34	7,02	7,11	7,77	7,55	7,55	5,93	6,88	6,68	7,06
5	1,88	1,37	1,16	1,75		0,10	0,23	1,04	1,97	1,14	1,59	1,82	3,40	3,73	4,80	3,66	5,58	5,95	6,51	6,14	7,09	6,16	6,95	7,13	7,80	7,48	7,47	6,82	7,46	7,19	6,96

A rota definida pela Corp utiliza dois veículos. Cada veículo percorria as faccionistas mais próximas. Para realizar o trajeto, um veículo percorre a distância estimada de 15,46 km e o outro a distância estimada de 25,74 km, totalizando 41,20 km. A partir dessas informações calculou os custos com combustível, para um consumo médio de 8,00 km/l, TABELA 1.

TABELA 1 - Custos diário com combustível

Rota realizada pela Corp no dia 25/04/2018				
	Distância em km	Consumo médio em km/l	Preço da gasolina	Total gasto
Veículo1	15,46	8,00	R\$ 4,240	R\$ 8,194
Veículo 2	25,74	8,00	R\$ 4,240	R\$ 13,642
			Total	R\$ 21,84

Rota realizada pelo Router				
	Distância em km	Consumo médio em km/l	Preço da gasolina	Total gasto
Veículo1	19,31	8,00	R\$ 4,240	R\$ 10,23

Rota realizada pelo Router (distância real)				
	Distância em km	Consumo médio em km/l	Preço da gasolina	Total gasto
Veículo1	31,37	8,00	R\$ 4,240	R\$ 16,63



Ao comparar as rotas definidas pela Corp e a rota obtida pelo Router observa-se uma redução no custo com combustível de R\$ 5,21 (economia de 23,86%). Além disso, há também redução na quantidade de veículos, e, conseqüentemente, redução de motoristas, manutenção e tempo.

Ressalte-se que os cálculos foram obtidos com dados de apenas um dia. No entanto, é necessário o acompanhamento da roteirização por um período de tempo maior que o analisado.

5 Considerações finais

O principal objetivo do trabalho surgiu após conversa com os responsáveis pela área de finanças e de logística da empresa, cujo maior problema detectado foi grande consumo de gasolina, por parte dos motoristas, na entrega e coleta de peças.

A criação de planilhas no Excel VBA permite que as peças da coleção possam ser consultadas e com elas as informações das faccionistas que têm capacidade de produzi-las. Isso é importante para que não haja centralização das peças em poucas faccionistas, agilizando a entrega por elas.

A busca de *software* que ajudasse na roteirização dos veículos da empresa com suas características foi um ponto de dificuldade. No entanto, após a escolha do *software* Logware e execução da função Router obteve-se a melhor rota e a ordem em que as faccionistas deveriam ser visitadas.

Ao comparar as rotas definidas pela Corp e a rota obtida pelo Router, pode-se notar uma redução de R\$ 5,21, ou seja, uma economia de 23,86% nos valores gastos com combustível, além de uma redução na quantidade de veículos, e conseqüentemente, redução de motorista, manutenção e tempo que conduzem à redução de despesas. Um estudo mais completo deve ser realizado para a comprovação de tal fato, pois foi usada somente uma rota para a comparação.

A interface do *software* Logware não é amigável ao usuário, o programa é confuso, e há poucas fontes de informação, mas é muito completo. Além disso, quando os dados salvos são novamente abertos para uma nova plotagem e conferência, os números que utilizava ponto para separar decimais modificado para vírgula, mudando a plotagem do mapa e os resultados. Portanto, a plotagem do mapa e os resultados corretos deve ser utilizada sem salvar e abrir novamente. Fica como sugestão, para futuros desenvolvedores, a elaboração de um *software* voltado para logística que seja *user friendly* (amigável), com explicações concretas de como ele pode ser usado.

A utilização do *software* Logware e do Excel VBA foi de suma importância para a realização desse projeto, pois, sem o auxílio desses recursos o objetivo não seria alcançado, visto que não se conseguiu encontrar um único *software*, que tratasse todos os dados, como foi feito.

Referências

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 616 p.



BALLOU, Ronald H. **LOGWARE**: Selected computer programs for logistics/supply chain planning. 5. ed. Ohio: Weatherhead School of Management Case Western Reserve University, 2004. 71 p.

CORREIO BRASILIENSE (Brasília). **Petrobras anuncia novo aumento de 1,1% no preço da gasolina**. 2017. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/12/22/internas_economia,649378/petrobras-anuncia-novo-aumento-de-1-1-no-preco-da-gasolina.shtml>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. Transportes, v.8, n.2, p.51-74, 2000 apud GAMA, Mateus Brito. **Roteirização de Veículos**: Implementação e Melhoria do Método Clarke e Wright. 2011. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2011.

IMPACTA TREINAMANTOS (São Paulo). **Entenda como funciona o Excel VBA**. 2017. Disponível em: <<http://www.impacta.com.br/blog/2017/05/29/entenda-como-funciona-o-excel-vba/>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

JORNAL ESTADO DE MINAS (Minas Gerais). **Gasolina e álcool têm novo aumento em Minas Gerais**. 2018. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/02/01/internas_economia,935082/gasolina-e-alcool-tem-novo-aumento-em-minas-gerais.shtml>. Acesso em: 28 fev. 2018.

PORTAL DE NOTÍCIAS G1 (Brasil). **Preço médio da gasolina sobe 9,16% em 2017 e fecha ano a R\$ 4,099**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/preco-medio-da-gasolina-sobe-916-em-2017.ghtml>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

THUM, Adriane Brill et al. **Posicionamento Terrestre**. 2006. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAe2-gAB/conceitos-posicionamento>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (Rio Grande do Sul). **Transformação de Coordenadas**. [199-]a. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/engcart/Teste/coord_exp.html>. Acesso em: 12 maio 2018.

UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (Rio Grande do Sul). **Transformação de Coordenadas**. [199-]b. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/engcart/Teste/transf_coord.php>. Acesso em: 12 maio 2018.