

Sistema de informação geográfica aplicado a roteirização de veículos

Vandeyberg Nogueira de Souza¹

ALEXANDRE LIMA MARQUES DA SILVA²

^{1,2} Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP
57072-900

{ vandeyberg.souza, almsilva } @gmail.com

Abstract. Vehicle Routing and Scheduling problems can be considered as one of the most important in delivery companies. A typical case is a pizza delivery business where customers place orders online or by phone. In this case the company needs to find a shortest path through all the houses, minimizing the distance travelled and consequently the total travel time. Thus, they will improve the delivery quality and maximize the company profit. Thereunto, it is necessary to understand how the routing process is done and which parameters are considered relevant to the company on developing their routes. Thus, the goal of this work is to present the vehicle routing process applied on a delivery system of a pizza company located in the city of Maceió, in Alagoas, supported by Geographic Information System (GIS). Thereunto, Google Earth Pro® and AutoCad® programs were used like auxiliary tools to create a digital road network. The software Transcad® was utilized to modeling the problem and to find the optimized route. Starting from simulations of scenarios, the effects of variation of some parameters' problems (time windows, capacity and number of vehicles) are analyzed in the way to search a satisfactory solution. The results have confirmed that GIS is a powerful support decision tool, due to its facility and speed for generation of alternative decision scenarios.

Palavras-chave: Planejamento de transportes, Logística, SIG-T, Otimização de rotas, Transportation planning, Logistic, GIS-T, Routes optimization

1. Introdução

O transporte é uma área chave de decisão dentro das empresas que visam aumentar seus lucros, mantendo um serviço de qualidade aos seus clientes. À exceção do custo de bens adquiridos, o transporte absorve, em média, a porcentagem mais elevada de custos do que qualquer outra atividade logística. Embora as decisões de transporte se expressem em uma variedade de formas, as principais são a seleção do modal, a roteirização do transportador, a programação de veículos e a consolidação do embarque (BOWERSOX E CLOSS, 1997).

A atividade de distribuição de uma empresa compreende toda a movimentação e estocagem de bens “a jusante” da fábrica. A última etapa nesta movimentação (dos centros de distribuição para os consumidores), a qual pode ser definida como transporte local ou entrega, representa o elo mais caro da cadeia de distribuição (CHRISTOFIDES et al., 1981). Para esta etapa ser realizada de maneira eficiente, a empresa deve desenvolver o planejamento e a execução da atividade de transporte de forma racional (BODIN et al., 1983).

O termo Roteirização é utilizado para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. O termo *roteamento* também é utilizado alternativamente por alguns autores, embora este termo seja mais comumente utilizado quando associado às redes computacionais (CUNHA, 1997).

Na prática, é comum encontrar empresas de pequeno e médio porte que não possuem padrões eficientes de planejamento definidos e que também não utilizam métodos de roteirização como apoio à tomada de decisão. Algumas dessas empresas, por falta de conhecimento, atribuem ao motorista a responsabilidade em definir a ordem das entregas e a rota a ser seguida. Entretanto, diversos fatores tornam o ambiente operacional complexo, tais como horários de atendimento, vias de acesso, tipos de produtos, capacidade do veículo e

fracionamento de produtos. Negligenciar uma dessas variáveis poderá provocar perdas na eficiência do sistema de distribuição.

Diversos softwares auxiliam o processo de elaboração de rota, nos quais suas aplicações podem obter percursos em condições de custo mínimos, com redução de quilometragem percorrida. Dentre esses softwares encontra-se o Transcad®, um programa de sistema de informação geográfica com módulos específicos para solução de problemas de planejamento de transportes.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado em uma área do bairro da Ponta Verde na Cidade de Maceió-AL. Esta área foi escolhida por possuir uma malha viária densa, composta por vias simples e de mão dupla, oferecendo assim, várias possibilidades de rotas para se locomover entre dois ou mais pontos da mesma. A área é limitada a norte pela Avenida Dr. Júlio Marques Luz, a sul pela Avenida Silvio Carlos Lunna Vianna, a leste pela Avenida Álvaro Otacílio e a oeste pela Rua Soldado Eduardo da Silva, conforme mostrado na Figura 1.

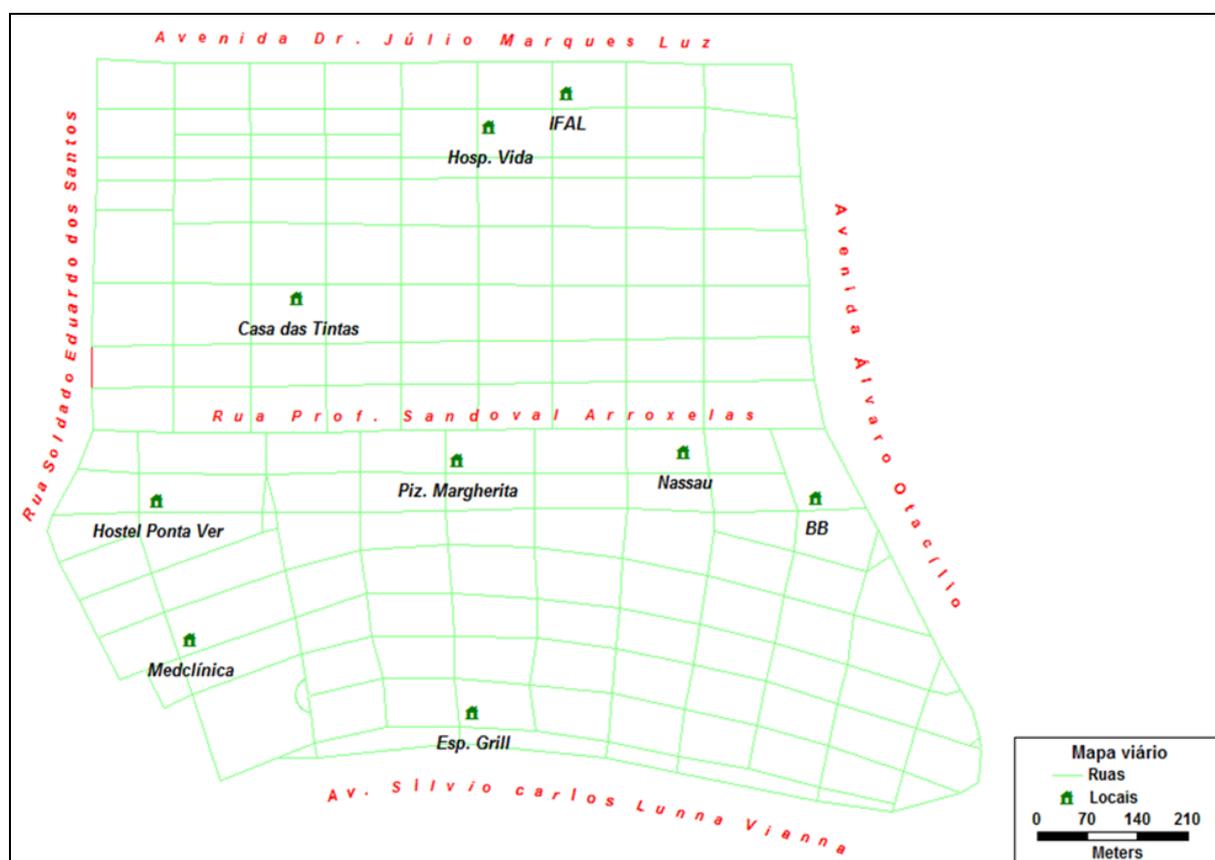


Figura 1. Mapa com a área da região em estudo, situada no bairro da Ponta Verde.

A área em estudo tem aproximadamente 1 km² e uma malha viária com extensão de aproximadamente 33 km. Para criar o mapa digital da malha viária em questão, em um formato compatível com os arquivos de entrada do Transcad®, foram utilizados os programas Google Earth Pro® e AutoCAD 2017®. Inicialmente baixou-se uma imagem de satélite com o auxílio do programa Google Earth Pro®, conforme mostrado na Figura 2.



Figura 2. Imagem exportada do programa Google Earth®.

A figura acima foi importada para o AutoCAD®, onde se corrigiu a escala do programa a partir da legenda disponível na mesma. A malha viária foi então desenhada, utilizando a imagem como base, e exportada em formato DXF, compatível com o formato de entrada de dados do software Transcad®.

Através do Transcad® foi possível fazer o georrefenciamento da malha viária a partir das coordenadas, no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), de três pontos quaisquer, obtidos através do Google Earth Pro®. Também foram implementados os sentidos em que é permitido aos veículos trafegar em cada via, conforme mostrado na Figura 3.



Figura 3. Mapa com o sentido de tráfego das vias.

Com a malha viária pronta, foram adicionados os outros dados ao programa, como: local da pizzaria e dos pontos de entrega, horário de início e término do serviço, tamanho da frota, capacidade de cada veículo, velocidade média de cada via e quantidade de produtos solicitados por cada cliente. A Figura 4 mostra o mapa com os pontos de entrega, pizzaria e pontos de referência. Os pontos foram nomeados em ordem alfabética apenas para uma melhor apresentação dos dados, ou seja, o veículo não precisa seguir essa ordem ao sair para realizar as entregas solicitadas.

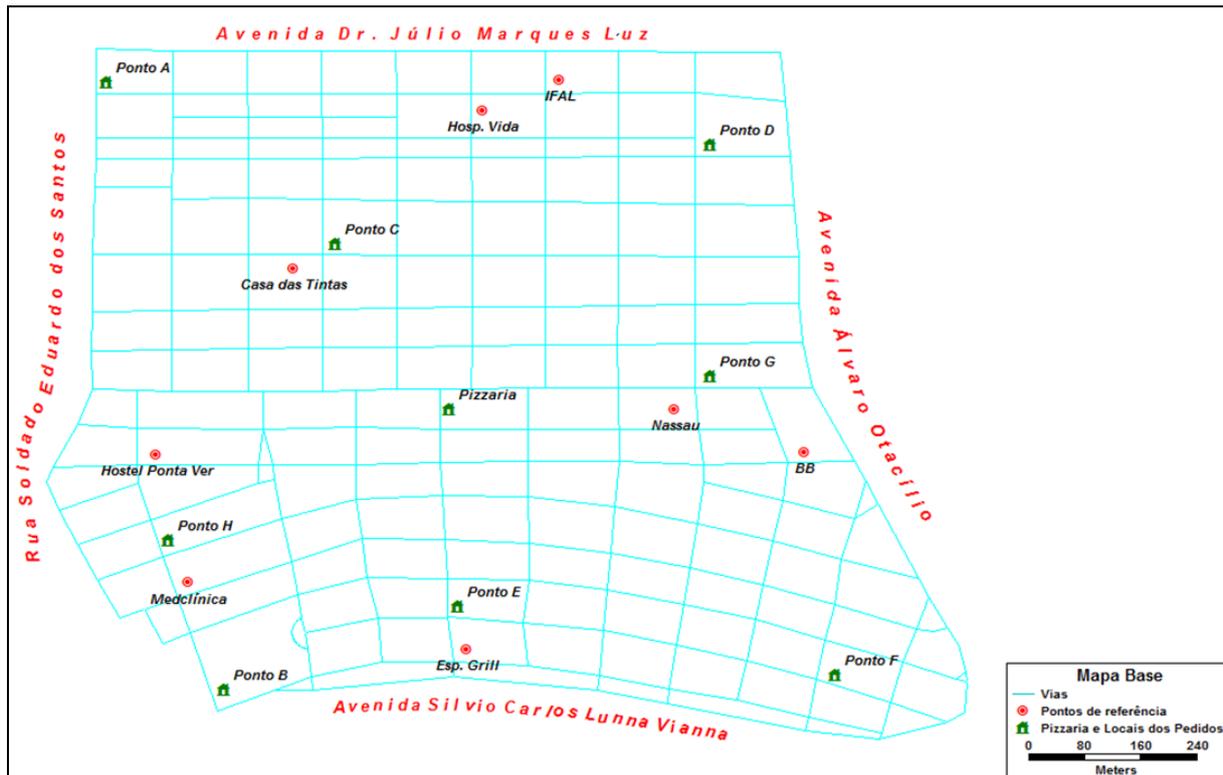


Figura 4. Localização da pizzaria e dos pontos de entrega.

Como resultado, foram gerados mapas, gráficos e tabelas da rota ótima para o caso da empresa possuir um ou dois veículos em sua frota, assim como, para o caso de um veículo que realizou as entregas seguindo a ordem alfabética de cada ponto, ou seja, primeiro realizou a entrega no Ponto A, depois no Ponto B e assim sucessivamente. Os resultados obtidos foram analisados e comparados.

3. Resultados e Discussão

A Figura 5 apresenta o percurso realizado pelo veículo que seguiu a ordem alfabética dos pontos de entrega.

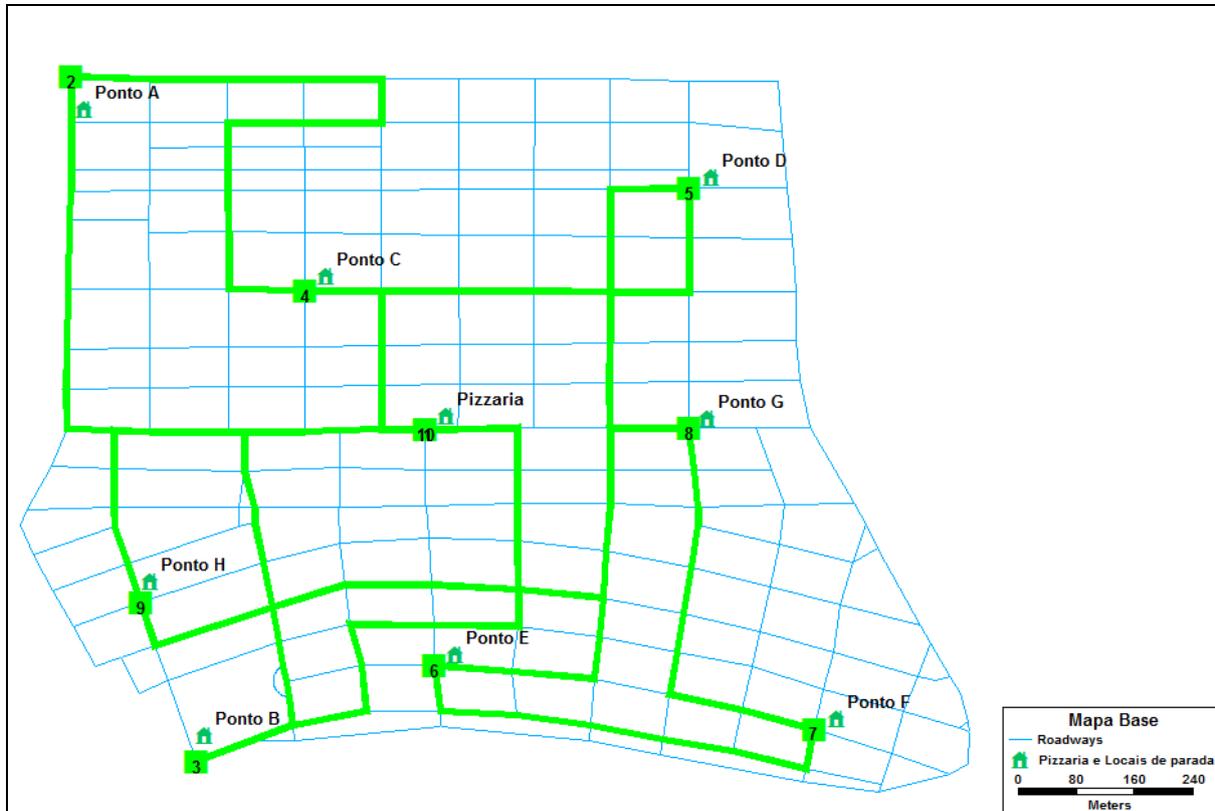


Figura 5. Percurso realizado para entrega seguindo a ordem alfabética dos pontos de entrega.

Ao realizar o percurso encontrado, o veículo precisa percorrer uma distância total de 8,5 Km. Ao considerar que o mesmo viaja a uma velocidade constante de 50 Km/h, seriam necessários 10 minutos para realizar o trajeto por completo. Considerando o tempo que o veículo fica parado em cada ponto de entrega como cinco minutos, em média, o tempo total para entregar a mercadoria nas oito residências e retornar para a pizzaria seria de 50 minutos.

A rota ótima para o caso de apenas um veículo ser utilizado para realizar as entregas, é mostrada na Figura 6.

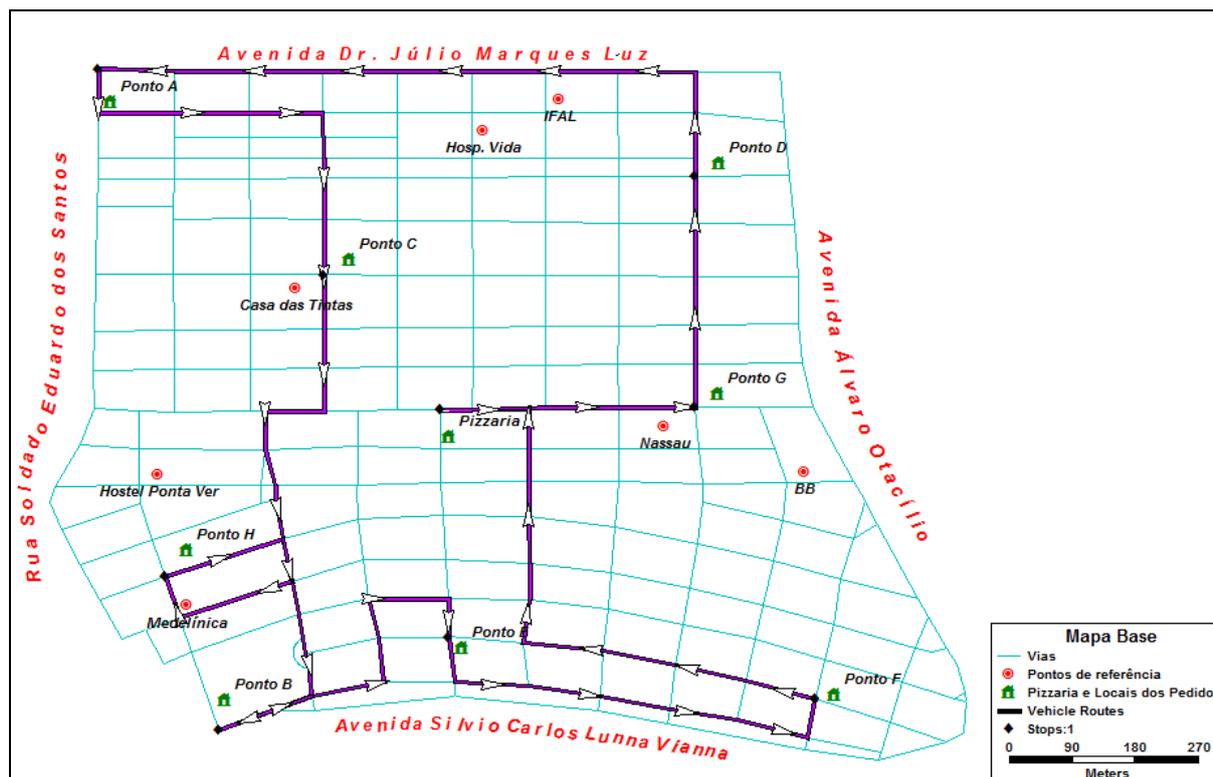


Figura 6. Rota ótima para o caso de entrega das mercadorias com um veículo.

A tabela 1 apresenta a sequência dos pontos de parada no percurso realizado, assim como, o horário de chegada e saída de cada local, considerando que o entregador leva em média cinco minutos entre a chegada e saída de uma residência, a distância percorrida entre cada ponto e a distância acumulada.

Tabela 1. Dados obtidos para a rota ótima, utilizando um veículo para entrega dos produtos.

Sequência de entrega	Local	Chegada	Saída	Distância percorrida Em cada trecho (m)	Distância percorrida Acumulada (m)
Saída	Pizzaria	-	06:00	-	-
Parada 1	Ponto G	06:00	06:05	358,80	358,80
Parada 2	Ponto D	06:06	06:11	326,60	685,40
Parada 3	Ponto A	06:12	06:17	989,10	1674,50
Parada 4	Ponto C	06:18	06:23	608,30	2282,80
Parada 5	Ponto H	06:24	06:29	751,30	3.034,10
Parada 6	Ponto B	06:29	06:34	543,30	3.577,40
Parada 7	Ponto E	06:35	06:40	532,90	4.110,30
Parada 8	Ponto F	06:41	06:46	625,30	4.735,60
Chegada	Pizzaria	06:47		878,8	5.614,40

Ao analisarmos o mapa e a tabela acima, percebemos que a sequência dos pontos de entrega é alterada em relação à primeira rota apresentada, diminuindo a distância total percorrida de 8,5 Km para aproximadamente 5,6 Km, o que implica em uma redução de 34% da distância percorrida. Percebemos também, que o tempo gasto em movimento diminui de 10 minutos para 7 minutos, gerando uma redução de 30%.

A Figura 7 exibe o mapa com a rota ótima para o caso da utilização de dois veículos para realizar a entrega das mercadorias.

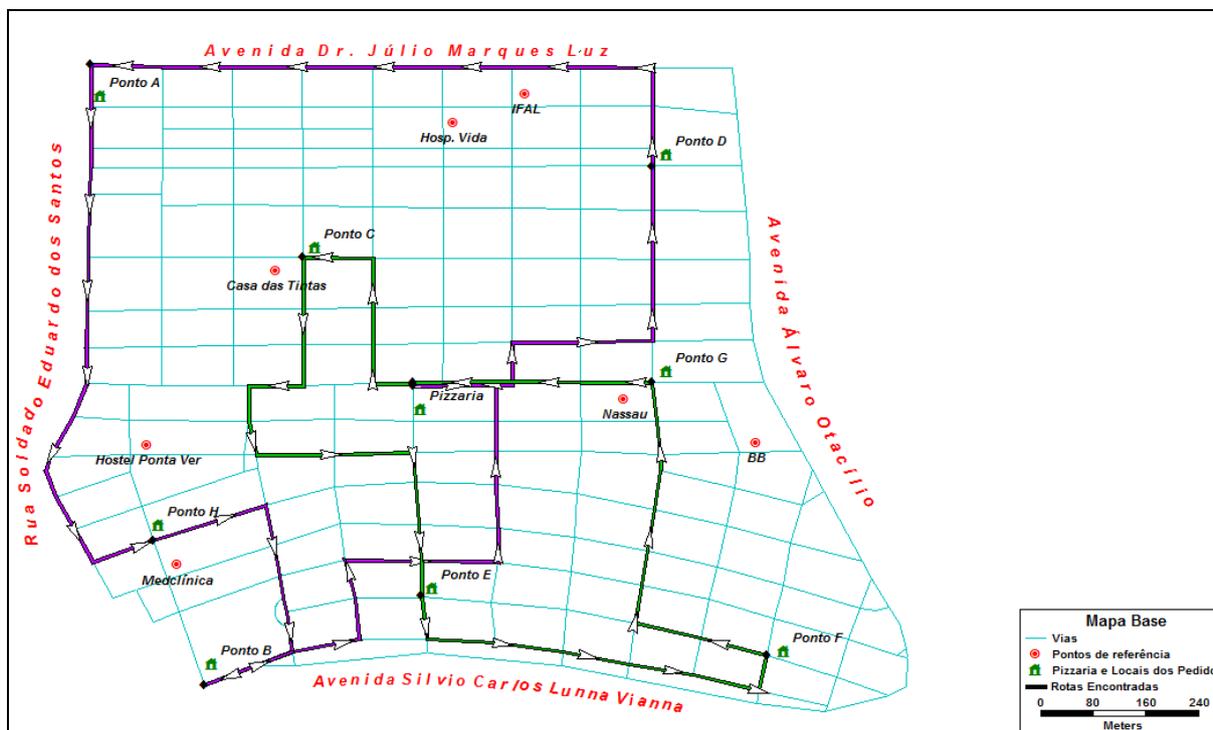


Figura 7. Rota ótima para o caso de entrega das mercadorias com dois veículos.

A Figura 8 mostra a rota percorrida e os pontos visitados pelo primeiro veículo.

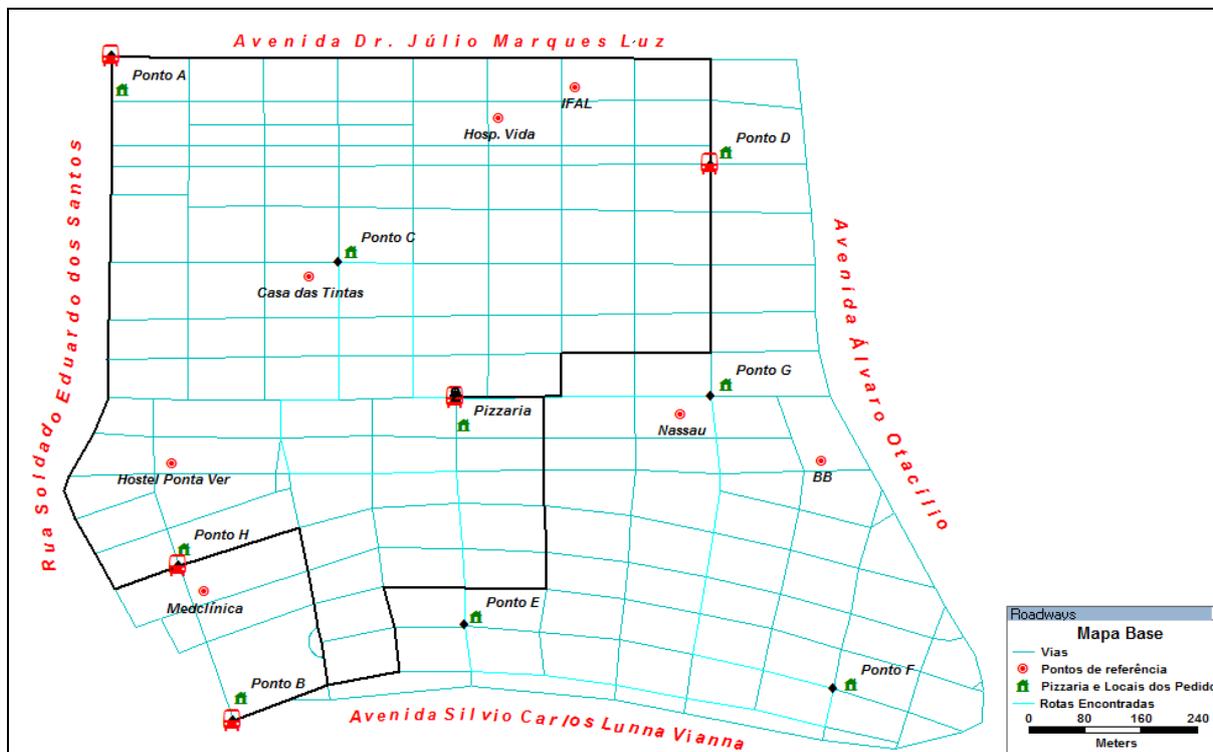


Figura 8. Percurso realizado pelo veículo 1.

A tabela 2 fornece os dados para o percurso realizado pelo primeiro veículo.

Tabela 2. Dados para o percurso realizado pelo veículo 1.

Sequência de entrega	Local	Chegada	Saída	Distância percorrida em cada trecho (m)	Distância percorrida acumulada (m)
Saída	Pizzaria	-	06:00	-	-
Parada 1	Ponto D	06:01	06:06	683,10	683,10
Parada 2	Ponto A	06:07	06:12	989,10	1.672,20
Parada 3	Ponto H	06:13	06:18	881,20	2.553,40
Parada 4	Ponto B	06:19	06:24	543,30	3.096,70
Chegada	Pizzaria	06:25		987,70	4.084,40

A Figura 9 apresenta a rota realizada e os pontos visitados pelo segundo veículo da empresa.

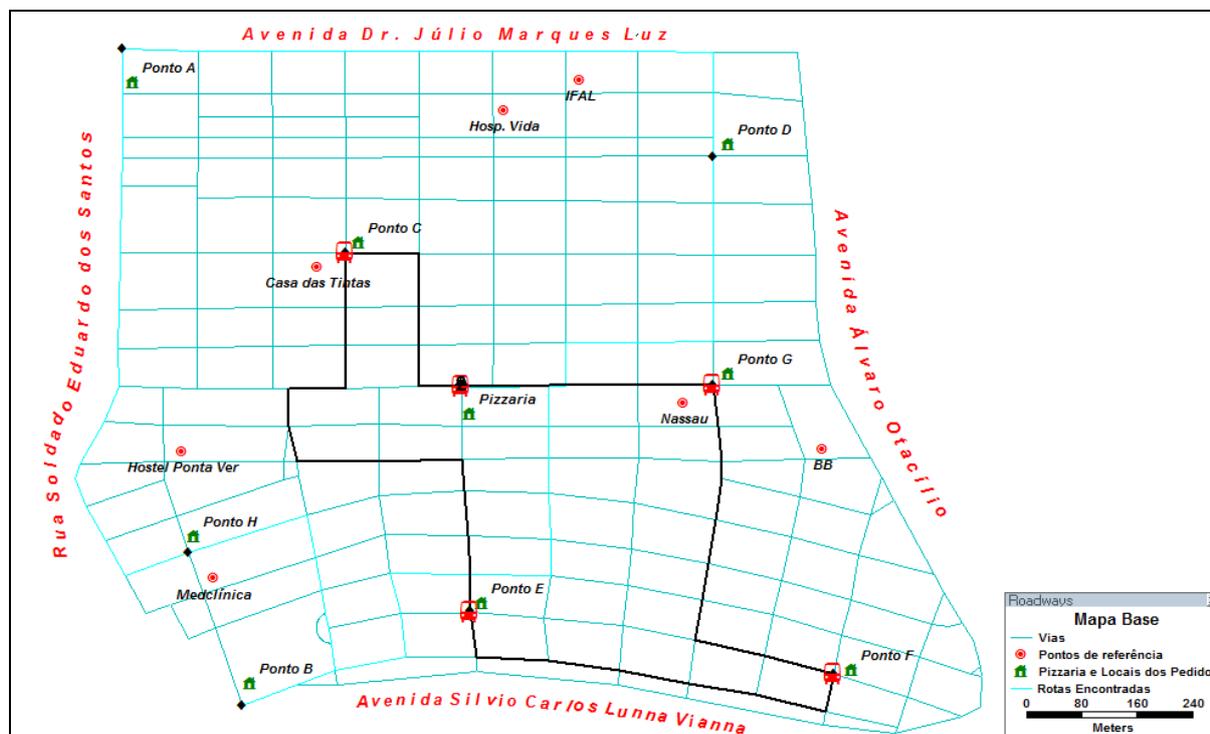


Figura 9. Rota realizada pelo veículo 2.

Os dados para o trajeto realizado pelo segundo veículo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados para o percurso realizado pelo veículo 2.

Sequência de entrega	Local	Chegada	Saída	Distância percorrida (m)	Distância percorrida (m)
Saída	Pizzaria	-	06:00	-	-
Parada 1	Ponto C	06:00	06:05	354,90	354,90
Parada 2	Ponto E	06:06	06:11	834,60	1189,50
Parada 3	Ponto F	06:12	06:17	625,30	1.814,80
Parada 4	Ponto G	06:18	06:23	571,90	2.386,70
Chegada	Pizzaria	06:23		358,80	2.745,50

Através dos mapas e tabelas apresentados percebemos que ao utilizar dois veículos para realizar a entrega da mercadoria, o primeiro percorre uma distância de 4,1 Km enquanto que o segundo percorre 2,7 km, resultando em uma distância total de 6,8 Km. Logo, a distância total percorrida é maior do que quando se utiliza apenas um veículo, em contra partida, são necessários apenas 25 minutos para realizar todas as entregas, tempo bem abaixo dos 47 minutos necessários quando se utiliza apenas um veículo.

4. Conclusões

Com o estudo realizado e os resultados obtidos percebe-se a importância da consideração da roteirização de veículos e dimensionamento da frota no planejamento de uma empresa que visa aumentar seus lucros e a qualidade dos seus serviços. Nesse contexto, é notória a eficiência do SIG-T como ferramenta de auxílio para solução de problemas de planejamento de transportes, fornecendo rotas otimizadas, e conseqüentemente, diminuindo as despesas da empresa com o transporte de mercadorias. Ressalta-se que outros parâmetros encontrados no problema de roteirização podem ser considerados no estudo, tais como, penalização pela qualidade da via, intensidade do trânsito e prioridade de atendimento. Desta forma, pretende-se continuar com a pesquisa adicionando os parâmetros supracitados no problema, aumentando a área de atuação da empresa e comparando os resultados obtidos com dados reais.

5. Referências Bibliográficas

- Bowersox, D. J. ; Closs, D. J. Brazilian Logistics: A Time for Transition. **Gestão e Produção**, v. 4, n. 2, p. 130-139, 1997.
- Christofides, N. ; Mingozzi A. ; Toth, P., 1981. Exact Algorithms for the Vehicle Routing Problem, based on spanning tree and shortest path relaxation. **Mathematical Programming**, n. 20, p. 255-282, 1981.
- Bodin, L. D.; Golden, B.; Assad, A.; Ball, M. Routing and Scheduling of Vehicle and Crews: The State of the Art. **Computers and Operations Research**, v. 10, n. 2, p.63-211, 1983.
- CUNHA, C. B. Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, 1997.