

# USO DE SIG PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS DE ENTREGAS DE MERCADORIAS VENDIDAS POR SUPERMERCADOS

Arquiteta Márcia Codevilla de Moura, M. Ciência Florestal <sup>1</sup>  
Prof. Ph.D. Carlos Antonio Álvares Soares Ribeiro <sup>2</sup>  
Prof. Dr. Antonio Cleber Gonçalves Tibiriçá <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia Civil – UFSC  
Área: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial  
88040 - 900 Florianópolis SC  
[mcmoura@alternet.com.br](mailto:mcmoura@alternet.com.br)

<sup>2</sup> UFV - Departamento de Engenharia Florestal  
36571- 000 Viçosa MG  
[cribeiro@mail.ufv.br](mailto:cribeiro@mail.ufv.br)

<sup>3</sup> UFV – Departamento de Arquitetura e Urbanismo  
36571- 000 Viçosa MG  
[tibirica@mail.ufv.br](mailto:tibirica@mail.ufv.br)

## Resumo:

Neste trabalho realizou-se um estudo de caso em um supermercado da cidade de Viçosa - MG. Primeiramente, acompanharam-se as rotas realizadas pela empresa responsável em fazer as entregas das mercadorias do supermercado. Assim, obtiveram-se os pontos de paradas e o trajeto realizado pelos veículos de entrega. Com a aplicação do *software ArcView*, foram feitas as análises e a otimização das rotas estudadas. Os resultados mostraram que a utilização do *ArcView* para otimização de rotas de entregas de mercadorias permitiu uma redução média de 13% nos trajetos analisados. Também possibilitou a localização rápida dos locais de entregas, mediante o uso do recurso de geocodificação de endereços, permitindo maior flexibilidade, rapidez e precisão na geração das rotas.

**Palavra-chave:** sistemas de informações geográficas, roteamento de veículos, distribuição física

## Abstract:

In this work was studied the case of a supermarket of the city of Viçosa-MG. Firstly the routes accomplished by the company in charge were accompanied when making the deliveries of the supermarket. Then, it was obtained the stop points and the itinerary accomplished by the delivery vehicles. The analysis and the optimization of the studied routes were done using the software *ArcView*. The results showed that the use of the software *ArcView* for optimization of delivery routes allowed an average decrease of 13% in the analyzed paths. It also permitted the rapid localization of the delivery places by using addresses geocoding, thus giving more flexibility, speed and accuracy in the generation of routes.

**Keywords:** geographical information system, routing of vehicles, physical distribution

## 1. Introdução

O mundo moderno está levando os consumidores a procurarem locais para fazer suas compras onde possam encomendar e receber o produto rapidamente. No ramo de distribuição de produtos também destacam-se os supermercados – lojas de auto-serviço que oferecem produtos alimentares e não-alimentares. BADIN (1997) menciona que esse varejo generalista desfruta de 85% da preferência dos consumidores urbanos em termos de volume total de vendas de bens de consumo diário. Procurando atender às expectativas da população, alguns supermercados prestam serviços de entregas de mercadorias (compras) na residência dos consumidores. Esta, por sua vez, é uma estratégia de *marketing* para atrair a clientela, já que o homem está cada vez mais exigente ao comprar.

Com o surgimento de um número cada vez maior de pontos de entregas de produtos nos centros urbanos, essas empresas necessitam de um constante planejamento de suas rotas; nessas operações, a utilização de mapas facilita a tarefa, possibilitando visualizar a localização dos clientes, assim como a distribuição dos veículos para as entregas.

Os supermercados que oferecem serviços de entregas de mercadorias aos seus clientes dispõem de frotas de veículos que circulam diariamente nas ruas das cidades. Devido à dispersão geográfica da população nos centros urbanos, esses veículos são obrigados a realizar longos percursos para efetuar os serviços de entregas, o que também contribui para agravar os problemas de circulação no sistema viário. Esse atendimento diferenciado aumenta os custos operacionais da empresa, custos estes associados à manutenção e operação dos veículos. Convém destacar, no entanto, que as empresas muitas vezes não mantêm sob sua gestão a distribuição das mercadorias aos clientes, preferindo, portanto, a terceirização dessa atividade.

Nesse contexto, observa-se a necessidade de estudos que venham auxiliar as empresas a planejar as rotas desses veículos, otimizando as operações de entregas de mercadorias. Rotas eficientemente definidas podem proporcionar decréscimo nos custos de operação dos serviços, pela redução das distâncias a percorrer.

Este trabalho teve como objetivo elaborar um estudo de caso para auxiliar empresas a planejar e otimizar as rotas de veículos que realizam a distribuição de mercadorias no ramo supermercadista, mediante a aplicação de sistemas de informações geográficas (SIGs).

## **1.2. Sistemas de informações geográficas para roteamento de veículos**

O roteamento de veículos tem sido estudado e analisado por muitos especialistas da área de transportes e de pesquisa operacional. Por meio de algoritmos (modelos de simulação e otimização) e de uma base de dados apropriada (rede representando o sistema viário), é possível resolver problemas de roteamento e programação de veículos para atender a determinado objetivo, como o de grupo de cargas a serem coletadas ou distribuídas.

De acordo com a classificação realizada por BRANDÃO e MERCER (1998) e LAPORTE et al. (2000), o problema de roteamento de veículos (PRV) consiste na definição de rotas que minimizem a distância total percorrida pelos veículos, atendendo à demanda de todos os consumidores. Enfim, uma rota consiste em uma seqüência de visitas a um conjunto de pontos dispersos geograficamente, com início e término num depósito.

Existe no mercado uma grande opção de sistemas comerciais para roteamento de veículos. Segundo MELO et al. (1999), os sistemas de roteamento de veículos são sistemas computacionais que, por meio de algoritmos heurísticos e de uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para problemas de roteamento e programação de veículos, consumindo menores tempos e esforços de processamento, quando comparados com os tradicionais métodos manuais. São sistemas capazes de considerar um grande número de restrições, possuindo recursos gráficos e condições de fornecer resultados que auxiliam ao processo de tomada de decisão.

Problemas de transporte são modelados utilizando-se uma estrutura de redes por onde os recursos escoam. Uma rede é uma representação gráfica baseada em feições lineares - arcos - aos quais se associam valores. Esses valores podem representar distâncias, custos, tempo, ganhos, despesas ou outros atributos que se acumulem linearmente ao longo do percurso da rede. A busca do "menor caminho", definida como o melhor (ou mais curto, mais rápido, mais barato) trajeto entre dois pontos, é uma das formas tradicionais de se otimizar um sistema de redes (DYKSTRA, 1984).

Alguns desses sistemas possuem interface com sistemas de informações geográficas (SIGs), o que permite melhor representação e visualização da malha viária e dos pontos de atendimento.

Os SIGs prestam-se basicamente à captura, armazenamento, recuperação, transformação e visualização de dados espaciais do mundo real (BURROUGH, 1986).

## **2. Material e métodos**

A área de abrangência do estudo limitou-se ao perímetro urbano da cidade de Viçosa, localizada na região

da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais (Figura 1) a 226 km a sudeste da capital mineira. As coordenadas geográficas, aproximadas, da sede do município são 20° 45' 14"S e 42° 52' 53"W.

Segundo os dados preliminares do censo de 2000, o Município de Viçosa tem uma população de aproximadamente 65 mil habitantes. De acordo com a contagem populacional realizada em 1996, o Município apresentava uma população de 57.450 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2001).

Nos aspectos referentes à circulação de veículos, Viçosa apresenta alguns problemas decorrentes do grande volume de automóveis que circulam nas ruas e também por estas não terem sido dimensionadas para atender ao trânsito atual. Aliado a isso, a taxa de crescimento anual no número de veículos tem apresentado-se maior que a taxa de crescimento populacional. No ano de 1998 o Município apresentava 14.037 veículos registrados e em 2001 passou para 16.554 veículos.

De posse da rede do sistema viário gerada no *software ArcView* partiu-se para o desenvolvimento do estudo de caso. Foi selecionado um dos supermercados existentes na cidade de Viçosa. Dentre os critérios de seleção, foram levadas em consideração as seguintes características:

- possuir serviços de entregas de mercadorias nos domicílios dos clientes;
- apresentar grande número de clientes que utilizam os serviços de entregas de mercadorias e, principalmente;
- apresentar-se receptivo à proposta do estudo e ao fornecimento dos dados.

Com base nesses critérios, escolheu-se para estudo de caso o Supermercado Escola, localizado no campus da Universidade Federal de Viçosa.

O serviço de entregas encontra-se terceirizado. A empresa realiza as entregas no perímetro urbano de Viçosa, em algumas áreas localizadas na zona rural e também em cidades vizinhas, como Teixeira e Cajuri. As entregas realizam-se de segunda-feira a sábado. Os veículos utilizados nas entregas de mercadorias são: Kombi, Saveiro e motocicleta.

O serviço ocorre da seguinte forma: o cliente realiza a compra no supermercado e, automaticamente, o pedido de entrega é repassado à empresa. Os pedidos são agrupados conforme a localização espacial dos clientes – proximidade entre pontos de entregas – e, então, são traçados os roteiros e as seqüências de entregas. As rotas utilizadas pelos veículos, na entrega das mercadorias, seguem uma ordenação definida pelos administradores da empresa. Mesmo não atingindo a capacidade máxima de carga do veículo, este é direcionado a realizar a entrega, em razão da necessidade de atender aos pedidos no menor tempo possível, respeitando-se os horários requeridos pelos clientes.

Tendo-se em vista facilitar a operação, via interfaces gráficas, as análises dos dados foram realizadas com a utilização do *software ArcView* - versão 3.2a. O *ArcView*, além de oferecer todos os recursos proporcionados por um SIG, ainda disponibiliza várias extensões adicionais, dentre as quais se destaca o módulo *Network Analyst*, que foi utilizado neste estudo de caso.

O *Network Analyst* disponibiliza vários recursos para resolver problemas em redes geográficas, como ruas, auto-estradas, dutos e linhas utilitárias, permitindo aos usuários encontrar a melhor seqüência de paradas, para visitar locais, buscando a rota de menor percurso.

A inserção dos pontos de paradas no *ArcView* realizou-se por meio da técnica de geocodificação de endereços. Foi possível fazer uso desse recurso porque a rede do sistema viário continha informações do tipo: nome dos logradouros, numeração e nomes dos bairros, associados a cada arco.

Assim, gerou-se as rotas e seqüências de paradas idênticas às realizadas pela empresa e, posteriormente, as rotas otimizadas pelo programa. Nos resultados dessas rotas procedeu-se a aplicação de um teste t para verificar estatisticamente as diferenças entre o que a empresa pratica e o que o programa sugere.

### 3. Resultados e discussão

No supermercado diferenciam-se dois períodos no mês que apresentam maiores números de entregas. Mensalmente o primeiro se verifica do dia 18 ao 20, em razão de o pagamento dos funcionários da FUNARBE (Fundação Arthur Bernardes) realizar-se nesse período. O segundo compreende os primeiros dias do mês (de 1 a 4). Portanto, optou-se em realizar o estudo nesses períodos, pelo fato de os veículos, na maioria das vezes, saírem com a capacidade total de carga.

Nos dias 18 a 20 do mês de julho e 1 a 4 de agosto de 2001, foram acompanhadas as rotas realizadas pela Kombi e pela Saveiro, por serem veículos com maior capacidade de carga, quando comparados com a moto. A metodologia adotada constou de entrevistas feitas com os administradores da empresa que realiza as entregas de mercadorias, assim como foram anotados os endereços que eram atendidos em cada rota. Juntamente, o percurso realizado pelo veículo era traçado em mapas da cidade.

Convém destacar, que devido ao arquivo da rede do sistema viário não possuir alguns bairros e alguns locais na zona rural, foram desconsideradas as rotas que contemplavam entregas nesses locais.

O total de rotas acompanhadas nos dois períodos foi 59. No entanto, 31 rotas desse total não entraram no estudo, por compreenderem entregas em locais que apresentavam apenas uma via de acesso e, no máximo, dois pontos de entregas. Também não foram consideradas as rotas em áreas que não estariam contempladas na rede do sistema viário.

Das 28 rotas acompanhadas, 12 foram realizadas pela Kombi e 16 pela Saveiro. As rotas da Kombi apresentaram, em média, aproximadamente seis pontos de paradas por rota. A Saveiro, por possuir capacidade de carga menor, apresentou, em média, aproximadamente três pontos de parada por rota.

É importante lembrar que a qualidade e a precisão dos dados garantem um resultado satisfatório ao estudo, pois as análises foram realizadas no âmbito de comparação entre as rotas seguidas pela empresa e as rotas otimizadas pelo SIG. Assim na coleta de dados traçou-se no mapa o trajeto idêntico ao seguido pelos veículos, juntamente se identificou a localização dos clientes atendidos. Com esse procedimento garantiu-se a exatidão das informações.

### 3.1. Implementação dos dados no SIG

Considerando-se apenas as paradas no endereço de cada cliente, primeiramente foi necessário criar um índice de geocodificação para que o *software* pudesse localizar os endereços no tema. Assim, tornou-se ativo, na janela *View*, o tema de rede do sistema viário e utilizando-se a função *Properties*, disponível na barra de menu *Theme*, clicou-se a opção *Geocoding* para exibir as propriedades de geocodificação do tema. O *ArcView* escolheu, automaticamente, um estilo de endereço para o tema e, assim, foi selecionado o estilo de endereço de rua com bairro. Então, especificou-se para cada estilo de endereço os respectivos campos na tabela de atributos do tema de rede.

Em seguida, foram criadas tabelas, no formato DBF, com os endereços dos clientes atendidos, em cada rota (Figura 1). Mediante o uso da função *Geocoding Address*, disponível na barra de menu *View*, solicitou-se ao programa que localizasse automaticamente esses pontos na rede do sistema viário. O programa leu os endereços dos campos especificados na tabela e criou, automaticamente, feições de pontos para cada endereço (Figura 2).

Parada	Label	Bairro
1	Estacionamento do Supermercado Escola	UFV
1	305 PH Rolfs	Centro
2	140 Rua Estudantes	Centro
3	60 Rua Alex Doroffef	Centro
4	115 Rua Conego Modesto	Fuad Chequer
5	515 Maria de Castro Silva	Vale do Sol
6	45 Rua Antonio Camilo Lelis	Nova Era
7	480 Joaquim Lopes de Farias	Santo Antonio

Figura 1 : Exemplo de preenchimento de uma tabela de locais de paradas

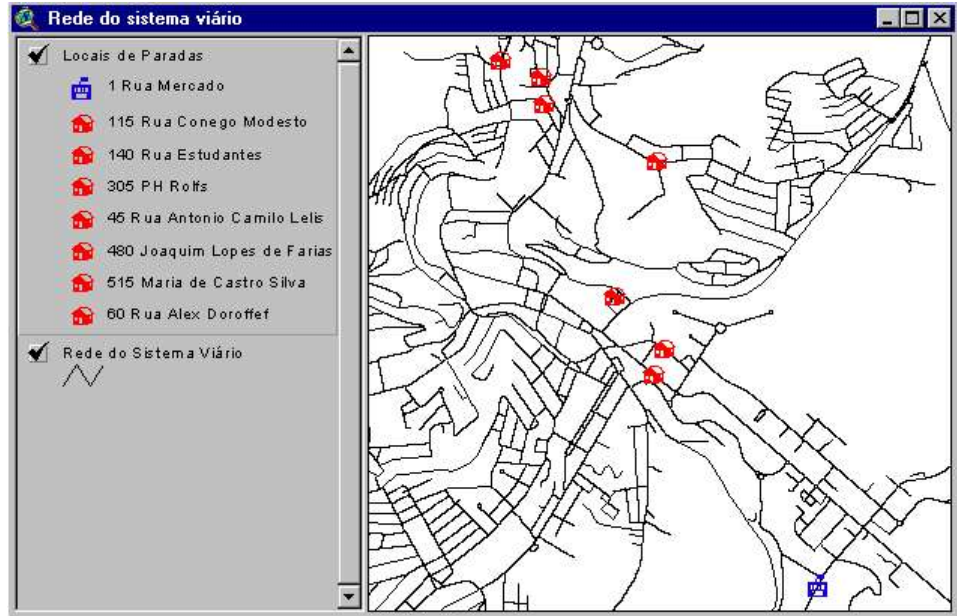
Quando um endereço não era encontrado, em virtude de erros de grafia ou de o nome do bairro ou logradouro indicado na tabela não coincidir com os nomes implementados na rede, verificava-se na tabela de atributos da rede do sistema viário se o endereço especificado estava contemplado em algum arco; assim, constatava-se o motivo da dificuldade do programa em localizar determinado endereço. Esse trabalho foi facilitado porque se possuía a localização espacial dos locais de paradas nos mapas da cidade, para cada rota.

Para cada endereço não localizado, o programa ofereceu opções de localizações possíveis, desde que o operador alterasse a precisão da busca. Entretanto, esse não é um procedimento muito indicado, porque o programa poderá encontrar endereços que não são os especificados pelo usuário.

Assim, com os recursos de geocodificação de endereços, foi possível a implementação de todos os temas referentes aos pontos de paradas das 28 rotas estudadas. Com esses temas, e utilizando-se outros recursos disponíveis no ArcView, foi possível gerar as rotas e compará-las.

### 3.2. Geração das rotas

De posse da rede do sistema viário e dos endereços dos clientes, foram empregados os recursos disponíveis no *Network Analyst*, para



**Figura 2 :** Detalhe da rede do sistema viário de Viçosa com o tema “locais de paradas”

proceder às análises das rotas e às suas seqüências de paradas. As rotas foram geradas com base no campo *Cost*, que possui os valores, em metros, de cada arco da rede.

Para geração dos mesmos roteiros e seqüências de entregas realizadas pela empresa, foi necessário alterar os códigos do campo *Oneway*, com o objetivo de forçar o programa a realizar o mesmo trajeto do veículo. Esse procedimento foi realizado para todas as rotas.

Assim, tornando-se ativo, na janela *View*, o tema da rede do sistema viário, selecionou-se a opção *Find best route* e, automaticamente, apareceu a janela de definição do problema. Clicando-se o botão *Load Stops*, adicionaram-se os pontos de parada da rota a ser analisada. Ao mesmo tempo, o programa adicionou a janela *View* o tema *Route*, no qual pôde ser visualizada a rota criada.

Como o objetivo, neste caso, era a geração das rotas iguais as realizadas pela empresa, a opção *Find best order* não foi ativada; portanto, o programa realizou a seqüência de paradas que foi estabelecida na janela de definição do problema. Se tivesse sido mantida essa opção ativa, o programa teria escolhido a melhor seqüência de paradas. Como todas as rotas que a empresa havia realizado retornavam ao supermercado, então tornou-se ativa a opção *Return to origin*.

Com todos esses critérios estabelecidos, clicou-se o botão *Solve*. A rota gerada pôde ser visualizada no tema *Route*, e na janela de definição do problema apareceu a relação de todos os pontos de parada e a distância percorrida pelo veículo, em metros (Figura 3), para atingir todos os pontos. Esse procedimento foi realizado para todas as rotas estudadas.



**Figura 3 :** Janela de definição do problema

Em seguida, procedeu-se à geração das rotas otimizadas pelo programa. Utilizando-se os mesmos comandos descritos para abrir a janela de definição do problema e adicionar os pontos de parada da rota. Então, ativou-se a opção *Find best order*, que desconsidera a ordem em que os pontos estão relacionados na janela de definição do problema e procura a melhor ordem de paradas e o menor percurso. Manteve-se ativa a opção *Return to origin* e clicou-se o botão *Solve*. Realizou-se o mesmo procedimento para todas as

rotas estudadas.

Nas análises realizadas, para as 28 rotas estudadas, observou-se uma redução na quilometragem, nas rotas otimizadas pelo programa, quando comparadas com a quilometragem realizada pela empresa. A Tabela 1 apresenta os resultados e possibilita verificar as distâncias percorridas e a diferença entre as rotas. As rotas otimizadas pelo programa apresentaram uma redução média de 13%. Os gráficos apresentados nas Figuras 4 e 5 permitem visualizar essa diferença entre as distâncias das rotas.

Na seqüência aplicou-se um Teste t com dados pareados sobre os comprimentos das rotas realizadas pela empresa e pelo programa, analisando-se as rotas realizadas pela Saveiro e Kombi.

Observou-se que nas rotas em que havia poucos locais de entregas (por exemplo, um ou dois) houve uma pequena diferença na quilometragem das rotas geradas pelo programa, quando comparada com a quilometragem executada pela empresa. Isto se deveu, provavelmente, ao fato de serem tais pontos de entregas locais próximos ao supermercado.

No entanto, observou-se que o programa na geração das rotas, apresentou uma limitação no que se refere à proibição de conversões em "U". Em outras palavras, não proíbe uma conversão em "U" numa via de dois sentidos, apenas impede a conversão nos cruzamentos.

Os bairros Bom Jesus, Santo Antonio e Centro apresentaram o maior número de locais de entregas. As 28 rotas analisadas apresentaram 119 locais de entregas, dos quais 14,3%, 13,4% e 13,4% correspondem a esses bairros, respectivamente. A caracterização da distribuição espacial dos clientes que fazem uso dos serviços de entregas de mercadorias pode ser visualizada na Figura 6.

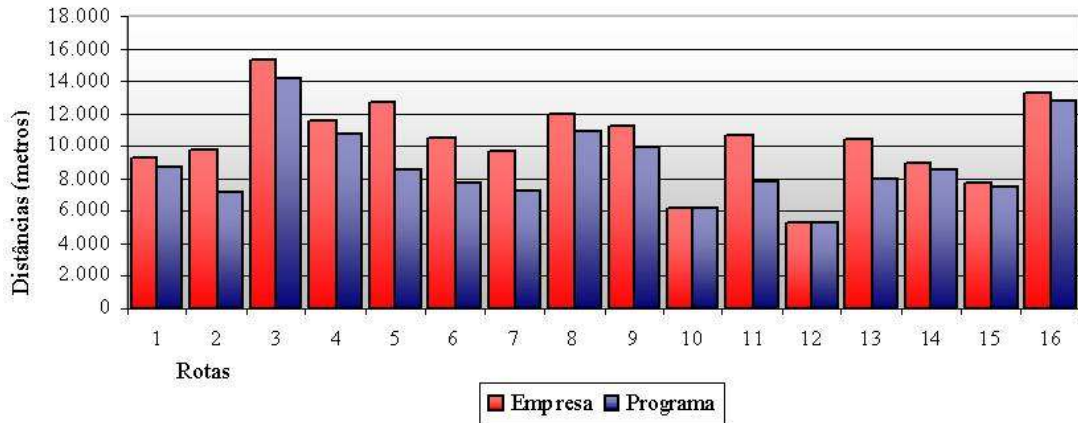
**Tabela 1 – Percursos analisados**

Rotas	A <sup>1</sup> (metros)	B <sup>2</sup> (metros)	C <sup>3</sup> (%)
<b>SAVEIRO</b>			
1	9.243	8.472	8
2	9.783	7.125	27
3	15.343	14.156	8
4	11.557	10.781	7
5	12.714	8.567	33
6	10.487	7.674	27
7	9.706	7.261	25
8	11.968	10.900	9
9	11.208	9.912	12
10	6.206	6.201	0,1
11	10.587	7.811	26
12	5.373	5.260	2
13	10.367	7.957	23
14	8.942	8.591	4
15	7.693	7.477	3
16	13.286	12.785	4
<b>KOMBI</b>			
1	17.353	14.817	15
2	10.195	9.232	9
3	18.210	16.527	9
4	16.151	15.000	7
5	11.090	8.721	21
6	19.032	15.990	16
7	12.232	10.970	10
8	15.681	11.995	23
9	23.375	22.706	3
10	10.012	9.951	1
11	19.915	18.533	7
12	11.662	8.930	23

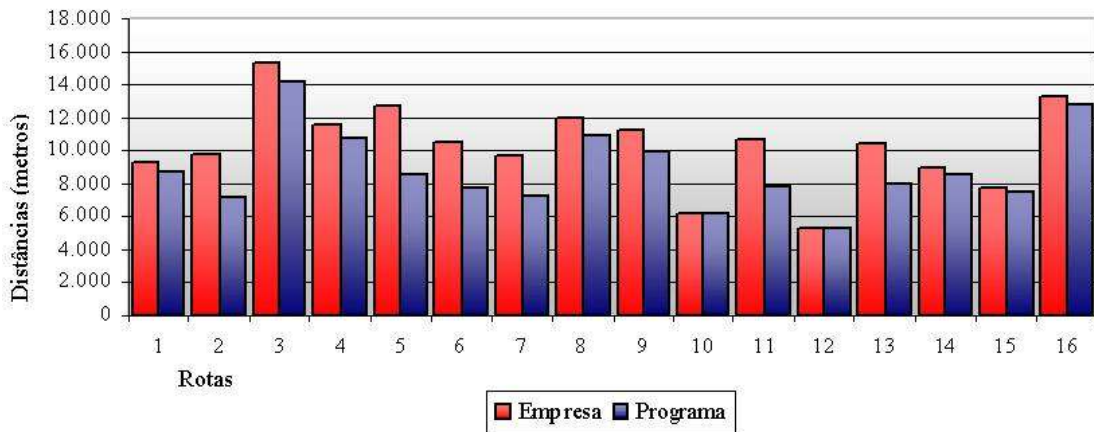
Notas: <sup>1</sup>A = percurso realizado pela empresa

<sup>2</sup>B = percurso otimizado pelo programa

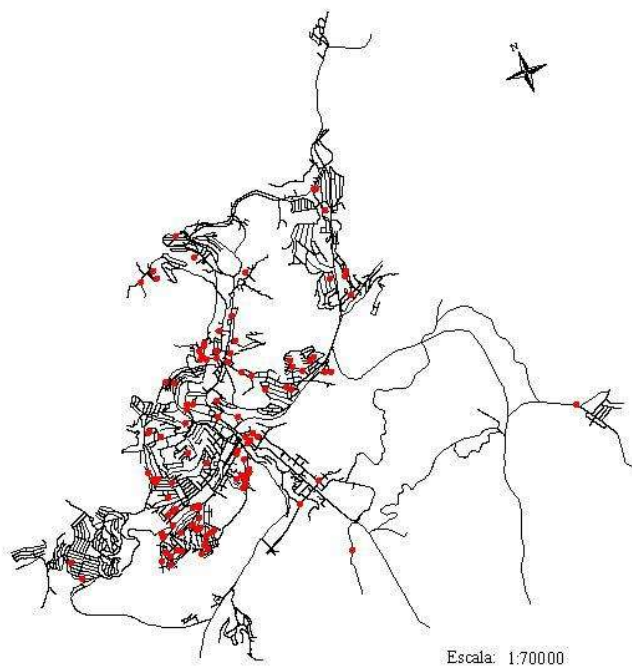
<sup>3</sup>C =  $\frac{A - B}{A} * 100$  = porcentagem realizada no percurso



**Figura 4 :** Gráfico comparativo - rotas realizadas pela Saveiro



**Figura 5 :** Gráfico comparativo - rotas realizadas pela Kombi



**Figura 6 :** Distribuição espacial dos locais de entrega para as rotas analisadas

#### 4. Resumo e conclusões

Este trabalho foi realizado buscando o desenvolvimento de uma metodologia para auxiliar empresas a planejar e otimizar as rotas de veículos que realizam a distribuição de mercadorias vendidas por supermercados.

Com o crescimento das áreas urbanas e o surgimento de um número cada vez maior de consumidores que utilizam serviços de entregas de mercadorias em domicílio, essas empresas necessitam de um constante planejamento de suas rotas.

Uma das dificuldades enfrentadas pelas empresas que realizam entregas de mercadorias se refere à localização espacial dos clientes e a identificação do percurso que apresente menores distâncias a percorrer, menores tempos de serviço e conseqüentemente minimize os desgastes e consumos dos veículos.

Para auxiliar nessas operações, os SIGs são uma poderosa ferramenta, por oferecer recursos de apresentação gráfica do sistema viário e dos pontos de atendimento e por proporcionar rapidez e flexibilidade no traçado das rotas de veículos, assim como a localização automática dos clientes e serviços na rede do sistema viário.

Para avaliar o potencial do SIG como instrumento para otimizar rotas de entregas de mercadorias, aplicou-se um estudo de caso, visando ao acompanhamento das rotas realizadas pela empresa responsável em fazer as entregas de mercadorias do supermercado selecionado. Na coleta de dados traçou-se, no mapa, o trajeto idêntico ao seguido pelos veículos e identificou-se a localização dos clientes atendidos. Com esse procedimento garantiu-se a exatidão das informações.

Para realizar as análises e otimização das rotas estudadas, utilizou-se o *software ArcView* através do módulo *Network Analyst*.

Tendo como base a rede do sistema viário, as rotas foram geradas, o que possibilitou a localização automática dos endereços dos clientes e a visualização das rotas: primeiramente geraram-se rotas idênticas às executadas pela empresa e em seguida, procedeu-se à otimização dessas rotas.

Com base nos resultados obtidos no estudo de caso, conclui-se que:

- o uso do recurso de geocodificação de endereços permitiu maiores flexibilidade e rapidez na localização dos endereços dos clientes;
- a utilização do *ArcView* para otimização das rotas de entregas de mercadorias permitiu obter uma redução média de 13% nas rotas estudadas. Para a empresa responsável pelas entregas, e conseqüentemente para a população, a redução no percurso dos veículos traz uma série de vantagens dentre elas a de que a redução na quilometragem gera menores custos e maiores vantagens econômicas para a empresa e também menos poluição atmosférica e sonora, com menor emissão de gases e ruídos pelos veículos;
- as distâncias percorridas pela empresa são estatisticamente diferentes das rotas otimizadas, pelo teste *t*, a 1% de probabilidade das rotas otimizadas;
- os bairros Bom Jesus, Santo Antonio e Centro apresentaram o maior número de clientes que utilizam os serviços de entregas de mercadorias, oferecido pelo Supermercado Escola. Observou-se que as 28 rotas estudadas apresentaram 119 locais de entregas, dos quais 14,3%, 13,4% e 13,4% corresponderam a esses bairros, respectivamente;
- os resultados obtidos indicam que é viável a utilização do *ArcView* para otimização de rotas de entregas de mercadorias de supermercados. Todavia o mesmo apresenta algumas limitações como à proibição de conversões em “U”, não proibindo uma conversão em “U” numa via de dois sentidos, impedindo apenas a conversão em “U” nos cruzamentos de vias.

Pode-se destacar como benefícios na utilização dos SIGs:

- os recursos que esses softwares oferecem em termos de representação gráfica, permitindo melhor compreensão visual das rotas geradas;
- a rápida localização dos endereços dos clientes e os recursos disponíveis para simulação e otimização.

De uma maneira geral, pode-se dizer que a sistemática e as informações contidas neste trabalho podem servir de auxílio às empresas que atuam no ramo de entrega de mercadorias de supermercados, no sentido de melhor planejar suas rotas.

## 5. Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido como parte de uma tese de mestrado, portanto, os autores agradecem a CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pelo apoio financeiro oferecido ao projeto de pesquisa. À Empresa Tuffick Eventos Consultorias e Projetos Ltda e ao Supermercado Escola, pelo fornecimento dos dados fundamentais à realização deste estudo.

## 6. Referências bibliográficas

BADIN, N. T. **Análise da produtividade de supermercados e seu benchmarking**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/neiva/index.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2001.

BRANDÃO, J.; MERCER, A. The multi-trip vehicle routing problem. **Journal of the Operational Research Society**. v. 49, n. 8, p. 799-805, aug. 1998.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Nova York, Oxford University Press. 1986. 193p.

DYKSTRA, D. P. **Mathematical programming for natural resource management**. New York: McGraw-Hill, 1984. 318p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações sobre a população**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2001.

LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J. Y.; SEMET, F. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. **International Transactions in Operational Research**. v. 7, n. 4/5, p. 285-300, sep. 2000.

MELO, A. C. S.; GIANARELLI, P. C.; GOMES, E. G.; FERREIRA FILHO, V. J. M. Sistemas de roteamento de veículos e gestão da cadeia de suprimentos: uma abordagem analítica. In XXXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL - SBPO, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SOBRAPO, 1999. p. 690-704. (CD-ROM).