

## Seção de *Software*

---

**Virgílio José Martins Ferreira Filho**  
*Departamento de Engenharia Industrial*  
*Universidade Federal do Rio de Janeiro*  
*Rio de Janeiro – RJ*  
*virgilio@ufrj.br*

---

## SISTEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS

**André Cristiano da Silva Melo**  
Programa de Engenharia de Produção / COPPE  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

**Virgílio José Martins Ferreira Filho**  
Programa de Engenharia de Produção / COPPE e  
Departamento de Engenharia Industrial  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### 1. Introdução

A grande concentração populacional nos grandes centros urbanos tem provocado o aparecimento de um número cada vez maior de pontos de atendimento. Ao mesmo tempo, tentando evitar o “caos urbano”, provocado por um número cada vez maior de veículos, as companhias de engenharia de tráfego têm imposto uma série de restrições tanto de tamanho como de horários de circulação de veículos, nas operações de coleta e/ou entrega de produtos.

Além disso, com a era da globalização e a introdução da filosofia de Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), os clientes têm se tornado cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade e prazos de entrega, gerando uma competitividade crescente e uma busca por serviços cada vez mais customizados que, para as empresas de distribuição de produtos, tem se tornado um fator cada vez mais importante na obtenção de vantagem competitiva e conquista de fatias cada vez maiores do mercado.

Nesse sentido, muitas empresas de transporte têm tentado dar maior confiabilidade, mais velocidade e flexibilidade, assim como praticar a intermodalidade em todos os seus canais de distribuição, buscando maior eficiência e pontualidade nas tarefas de entrega e/ou coleta; um melhor aproveitamento da frota e dos motoristas; menores tempos de ciclo; menores tempos

de obtenção e melhor planejamento das rotas, gerando assim sensíveis reduções de custos operacionais, melhoria da imagem da empresa no mercado, maior fidelidade de clientes e, em função disso, uma conquista cada vez maior de fatias de mercado. Nesse sentido, de modo a obter excelência nos processos de distribuição física, muitas empresas têm adquirido os chamados os sistemas de roteirização e programação de veículos (SRPV).

Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos ou, simplesmente, Roteirizadores são sistemas computacionais que, através de algoritmos, geralmente, heurísticos e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para problemas de roteirização e programação de veículos (PRPV) com resultados relativamente satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamento relativamente pequenos quando comparados aos gastos nos tradicionais métodos manuais.

Atualmente tais sistemas podem considerar inúmeros tipos restrições ou condicionantes (ex.: um ou mais depósitos, janelas de tempo, vários tipos de veículos, tempos de parada, velocidades variáveis, limitações de capacidade, múltiplos compartimentos por veículo, barreiras físicas, restrições de circulação de veículos e de jornadas de trabalho, etc.) que tornam possível a obtenção de modelos muito próximos da realidade atual. Além disso, são dotados de poderosos recursos gráficos e podem fornecer resultados (ex.: roteiro e programação de cada veículo, relatórios de utilização dos veículos, relatórios de programação do motorista, etc.) que são de grande importância para o processo de tomada de decisão.

## 2. Evolução Histórica

Para Bodin (1990), a mais significativa mudança com relação aos sistemas para roteirização e programação de veículos ocorreu no ambiente computacional. Em sua primeira geração, quando os sistemas de roteirização e programação de veículos eram executados nos chamados *mainframes*, os resultados gerados nem sempre podiam ser conhecidos imediatamente, pois dependiam tanto do tempo de processamento como da sua prioridade na fila de espera para resolução. Além disso, esses sistemas não apresentavam recursos gráficos e interativos, prejudicando ainda mais o entendimento e a aceitação das soluções por parte dos usuários. Também, não era possível testar alterações manualmente nas soluções obtidas, de modo a atender restrições não consideradas explicitamente nos parâmetros de entrada do modelo, sendo que alguns destes recursos só vieram a se tornar possíveis e acessíveis com o advento e a evolução dos microcomputadores. Ainda segundo este autor, esses primeiros sistemas eram limitados, lentos e com muitos procedimentos heurísticos que apresentavam pouca robustez. Enquanto alguns sistemas possuíam razoáveis recursos gráficos e de intervenção manual, outros não possuíam virtualmente nenhum.

Logo depois, surgiram os sistemas auxiliados por computador para roteirização de veículos, que, em vez de fornecer ao usuário uma solução pronta, auxiliavam-no a examinar em menor tempo diferentes alternativas, permitindo ao usuário (programador ou despachador) preocupar-se com as condicionantes do problema mais difíceis de serem consideradas, e ainda visualizar os impactos econômicos e operacionais decorrentes de alterações manuais. No entanto, cabia ao usuário propor as melhores alternativas, assim como selecionar a mais adequada. Já na segunda geração, desenvolvida em meados dos anos 80, tais sistemas consideravam um número maior de restrições reais, sendo que alguns já apresentavam recursos gráficos em suas resoluções. A seguir, o Quadro I apresenta um resumo das principais características de alguns deles. Para maiores detalhes, consultar o trabalho de Golden & Bodin (1986).

**Quadro I** – Principais características de *softwares* de roteamento disponíveis no mercado na década de 80

<i>Software</i>	Janelas de tempo	Coleta de retorno <i>Backhaul</i>	Múltip. rota p/ veículo	Roteiros c/ pernoite	Distâncias e tempos de viagem	Mudança manual de soluções	Recurso gráfico
DSS	Rígidas	Sim	Sim	Sim	Coordenadas	Não	Não
EZ-ROUTER	Rígidas	Sim	Sim	Sim	Rede ou coord.	Sim	Não
FLEET-ROUTER	Não	Não	Sim	Não	Coord., Zonas de velocidade Barreiras	Sim	Sim
MICRO VEH PLAN	Rígidas	Sim	Sim	Sim	Coordenadas	Sim	Não
PARAGON	Rígidas	Sim	Sim	Sim	Rede ou coord.	Não	Não
ROADNET	Flexível	Não	Sim	Não	Rede ou coord.	Sim	Sim
ROUTEASSIST	Rígidas	Sim	Sim	Não	Coordenadas	Sim	Sim
ROUTER	Não	Não	Sim	Sim	Coordenadas	Não	Não
TRUCKSTOPS	Rígidas	Sim	Sim	Sim	Coord., Zonas de velocidade Barreiras	Sim	Não

Fonte: Golden & Bodin (1986).

Nos anos 90 o estrondoso avanço tecnológico, em termos computacionais, associado às intensas pesquisas desenvolvidas na área de pesquisa operacional, foram fundamentais tanto ao desenvolvimento de melhores soluções aos PRPV quanto à maior e melhor integração destes sistemas aos demais sistemas de negócios da empresa (compras, vendas, produção etc.). Nesse mesmo período muitos desses sistemas passaram a contar com o apoio da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo, além de uma perfeita visualização e edição de rotas e paradas em mapas já utilizados pelos motoristas, identificar e geocodificar todos pontos de atendimento a partir dos próprios endereços dos clientes, bem como armazenar quaisquer tipos de informações referentes aos mesmos. A integração dos SIG aos modelos de roteirização e programação permitiu a concepção dos chamados Sistemas de Apoio à Decisão Espacial (SADE).

Atualmente, a grande maioria dos roteirizadores disponíveis já apresenta tecnologia baseada nos SADE, ou seja, são dotados de vários recursos computacionais, matemáticos e gráficos que proporcionam plataformas cada vez mais amigáveis, em termos de interface com o usuário; flexíveis, na adequação operacional da empresa; e robustas, na medida que seus algoritmos resolvem problemas com números de pontos de atendimento (clientes) cada vez maiores, considerando restrições cada vez mais complexas (horários de circulação e atendimento, tamanhos de veículos etc.). Além disso, o maior uso da Internet e a intensificação do comércio eletrônico (*e-commerce*), provocado por avanços na área de comunicação intra e inter-empresarial, tem aquecido o mercado, provocando uma grande revolução tecnológica no sentido de melhoria de relacionamento com o cliente final e, conseqüente, obtenção de vantagem competitiva sobre a concorrência.

Recentemente pode ser observada uma tendência de muitos destes roteirizadores se apresentam disponíveis como parte de um conjunto de sistemas integrados de gestão empresarial (ERPs e os *Supply Chain Software*) que possibilitaria, a partir da própria internet, disponibilizar a clientes finais informações sobre carregamentos, localização de veículos, previsão de horários de chegada, serviços de solicitação automática de pedidos etc.

### 3. Caracterização de Alguns Sistemas Disponíveis no Mercado

No Brasil atualmente são comercializados diversos sistemas de roteirização, sendo a maioria deles ainda desenvolvida no exterior, com heurísticas de solução que geralmente não são disponibilizadas pelos seus desenvolvedores. As principais características possíveis de se levantar sobre estes produtos são descritas abaixo.

O *Trucks* é um dos sistemas mais antigos disponível no mercado nacional e o que se tem maiores registros de utilização. É um sistema complexo que requer a montagem, bem como a edição e atualização de uma rede viária realizada a partir de uma mesa digitalizadora. Com o mapa digitalizado, a malha viária é desenhada (acompanhando o contorno das ruas), e nela os clientes podem ser localizados no nível de quarteirão. A partir daí, este sistema define as rotas, excluindo trechos que apresentem barreiras naturais ou artificiais (congestionamentos, obras, acidentes, etc.), definindo velocidades de tráfego nas ruas, cadastrando todos os clientes, reduzindo o tempo de processo como um todo. Além disso, todas estas rotas podem ser visualizadas na tela de um microcomputador sobre a malha viária da cidade. Segundo seu fabricante, este sistema indica as rotas levando em conta parâmetros como:

- Horários de recebimento das mercadorias de cada veículo;
- Taxas de descarga;
- Velocidades médias por trecho;
- Distância média entre pontos.

Além disso, este sistema pode ainda tomar como referência rotas com pernoite, tempo de trabalho do motorista e custos de horas extras, bem como obter, como resultado final, uma estatística da roteirização, incluindo o custo total de cada rota.

Para utilizar o *Trucks* é necessário ter, pelo menos, um microcomputador 486 com sistema operacional DOS, Windows ou OS 2.

O *Truckstops* parece utilizar como estratégia de solução, segundo CUNHA (1997), um método de geração de roteiros iniciais através de uma heurística do tipo vizinho mais próximo, roteiros estes que podem ser melhorados através de uma heurística de intercâmbios de clientes dentro de um mesmo roteiro e entre veículos. Segundo seu fabricante, este sistema trabalha com três tipos básicos de dados:

- Informações de paradas – nomes, endereços, números de identificação, latitude e longitude;
- Informações dos veículos – fatores de custo (\$/milha, \$/h e \$/h extra), regras de trabalho, origem e destino;
- Informações gerais – *Defaults* e dados não específicos de paradas ou veículos individuais.

Além desses, pode-se inserir dados geográficos tais como: mapas (detalhados ou não); barreiras geográficas naturais (rios, lagos, etc.) ou não (serviços de infra-estrutura, desvios, etc.) e dados de redes urbanas ou rodoviárias. Este sistema é capaz de trabalhar com mais de 1700 clientes e permite ao usuário: indicar paradas e obter as melhores programações de rotas para cada veículo da frota; ajustar prioridades de carregamento; indicar todos ou alguns veículos como transportadores autônomos; consolidar paradas localizadas nos mesmos pontos, prédios ou alamedas; particionar grandes carregamentos para um único veículo; redespachar, se necessário, veículos de modo a suprir de forma mais eficiente a demanda de clientes.

Segundo o fabricante, este sistema apresenta uma versão totalmente em português, sendo disponibilizado nas versões 32-bit (recomendada para grandes operações, onde os problemas de roteamento apresentam mais de 3000 pontos de parada), 16-bit e LAN. Em todas as versões recomenda-se um processador Pentium com, pelo menos, 16 MB de RAM e 50 MB de HD, e sistemas operacionais Windows 95, 98, NT ou 2000.

O **RoadShow** parece ser um sistema bastante flexível, possibilitando a tomada de decisões baseada em custo reais de distribuição, considerando variáveis como tempo, tráfego, condições das ruas, entre outras. Segundo seu fabricante, utilizando-se o *mouse*, é possível criar, editar e atualizar a malha viária (nós e *links*), assim como modificar (ex. devido à adição de um novo cliente) suas rotas, recalculando e mostrando a nova rota, além das implicações de custo decorrentes de tais modificações. Nesse sistema, o mapa de operação, sobre o qual são exibidas as rotas, é *scaneado* do mesmo mapa usado por despachantes e motoristas, ou seja, com todos os detalhes importantes da região em questão, garantindo, assim, que as rotas não passem por barreiras naturais ou artificiais.

Comercializado no Brasil desde 1993, este sistema trabalha com janelas de tempo rígidas ou flexíveis, definindo a frequência de atendimento e selecionando os dias mais adequados ao atendimento. Outra peculiaridade é o uso de dois monitores simultaneamente: um para representação gráfica do mapa *scaneado* e dos roteiros, e o outro contendo informações detalhadas do que está sendo exibido graficamente. Devido ainda a sua interface gráfica, o *Roadshow* pode mostrar, além de mapas contendo rotas, paradas e caminhos a serem percorridos, planilhas de cálculo de rotas com detalhes de custo para até 4 rotas.

O **TransCAD** é um sistema utilizado para armazenar, mostrar, gerenciar e analisar dados de transporte, combinando um SIG e um sistema de modelagem de capacidades de transporte em uma plataforma integrada (SIG-T). Trabalhando com todos os modais de transporte, este sistema, quando aplicado a modelos de roteamento e logística, pode ser utilizado por diferentes setores (públicos ou privados) em aplicações tais como:

- Operações de coleta e entrega;
- Planejamento da distribuição;
- Manutenção de facilidades/oportunidades (*Facility maintenance*);
- Coleta e entrega porta-a-porta;
- Varrição de ruas ou remoção de neve;
- Coleta de lixo sólido e reciclável;
- Cálculo de distâncias percorridas.

Segundo seu fabricante este sistema apresenta métodos de resolução que se baseiam na clássica heurística de “Economias” desenvolvida por Clarke & Wright (1964), para roteirização de pontos, e na heurística do Problema do Carteiro Chinês Misto, sugerida por Edmonds e Johnson (1973), melhorada por Frederickson (1979) e Christofides *et al.* (1984), e também usada por Gendreau, Laporte & Zhao no *Windy Postman Problem*, em roteamento de arcos (Melo, 2000).

O **ROTAcerta** foi desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em 1993. É um sistema com interface em português, utilizado especialmente no contexto de roteamento e programação de veículos em áreas urbanas, considerando fatores e restrições comumente encontrados nesse ambiente, porém quase nunca tratados (devido à dificuldade

que introduzem) na programação manual. Suas aplicações estão ligadas a entregas domiciliares; bebidas, cigarros, jornais ou qualquer outro produto; fretamento de funcionários; coleta e distribuição para atacadistas; visitas de assistência técnica, vendedores, etc.; transporte de valores; e muitos outros. A partir da relação de clientes a atender e parâmetros dos tipos de veículos utilizados, este sistema determina os roteiros de coleta ou entrega e seus respectivos horários da frota, a fim de atender um conjunto de clientes ou tarefas, minimizando os custos totais de distribuição e atendendo a restrições do tipo:

- Capacidade de cada tipo de veículo em peso e/ou volume;
- Coleta e entrega simultânea (*backhaul*);
- Equipamentos especiais dos veículos para realizar os atendimentos;
- Faixa de horário de atendimento;
- Horas extras, duração máxima da jornada e horário de almoço;
- Tempos de viagem e de atendimento;
- Veículo máximo por cliente.

Sua otimização considera as parcelas de custo variável com distância percorrida, custo do tempo e custo fixo por veículo utilizado, cujos valores unitários podem ser fornecidos pelo usuário. Além disso, este sistema ainda fornece a seqüência de tarefas e os respectivos horários de atendimento para cada veículo da frota.

O *ArcLogistics Route*, segundo seu fabricante (ESRI), é capaz de atribuir paradas a veículos, além de construir seqüências de paradas considerando fatores como tempo, custo, capacidade e produtividade de veículos. Esse sistema pode ser utilizado em várias aplicações, a saber:

- Operações governamentais (estaduais e locais), permitindo redução de custos e melhoria de serviços, ao mesmo tempo, adequando-se a questões políticas e regulamentares;
- Gerenciamento de frotas de veículos, fornecendo suporte à tomada de decisão referente tanto à geração quanto ao planejamento de rotas de entrega (comercial e residencial);
- Operações relacionadas à saúde pública, possibilitando maior eficiência tanto em serviços de transporte (emergência/transferência) de pacientes, feitos por ambulâncias, como em coletas de material destinado a exames laboratoriais;
- Telecomunicações, auxiliando companhias públicas ou privadas na redução de custos, ao mesmo tempo, mantendo/aumentando níveis de infra-estrutura, manutenção e serviços.

Além disso, seus modelos matemáticos e ferramentas computacionais permitem a adequação às necessidades operacionais da empresa (tipos de veículos, modelos de distribuição, custo operacionais, informações customizadas). Dentre suas principais características tem-se sua adequação ao *Open Database Connectivity* (ODBC), com o que a base de dados do sistema pode ser diretamente integrada ao SAP R/3; e o aplicativo *Seagate Crystal Reports*, que gera resumos de informações de rota de alta qualidade (mapas onde podem ser visualizadas rotas e seqüências de paradas, mãos de ruas etc.), além de manifestos de motoristas. Este sistema opera, segundo dados de seu fabricante, com Windows (98, 2000, NT 4.0 e Me); utilizando processadores Intel Pentium II (mínimo) ou Pentium III (recomendado) de 266 MHz (mínimo) ou 600 MHz (recomendado); vários tamanhos de disco rígido (HD), dependendo do tamanho da base de dados; 64 MB (mínimo) ou 128 MB (recomendado) de memória RAM, além de 200 MB de memória virtual.

O Quadro II faz um resumo de mais algumas características de sistemas disponíveis comercialmente no mercado nacional.

Quadro II – Resumo de características de alguns SRPV disponíveis no mercado \*

Produto	Fabricante	Ano de introd. no mercado mundial	Plataformas Operacionais				Tamanho máximo do problema			Especificações computacionais (Recomendado)			
			Windows 2000 / NT / Mac OS	Web/ Unix	Outros	Número de paradas	Número de veículos	Número de terminais	Hardware	Velocidade Processador	Memória RAM	Hard Disk	
ArcLogistics Route	ESRI www.esri.com	1999	s/s	n/n	n/n	Windows 95, 98	Ilimitado	Ilimitado	Pentium	233 MHz	128 MB	1 GB	
Roadshow	Descartes Systems Group www.descartes.com	1985	s/s	n/n	n/n	Windows 95, 98	32.000	256	Pentium II ou III	300+ MHz	64 MB	9 GB	
RouteSmart Route Optimization	RouteSmart Technologies www.routesmart.com	1989	n/s	n/n	n/n		Ilimitado	Ilimitado	Pentium III		256 MB	1 GB	
TransCAD Transportation GIS	Caliper Corporation www.caliper.com	1988	s/s	n/n	n/s	Windows 95, 98	Ilimitado	32.000	Pentium	400+ MHz	128 MB	50 MB	
TruckStops for Windows	Microanalytics www.bestroutes.com	1984	s/s	n/n	n/n	Windows 95, 98	Ilimitado	Ilimitado	Pentium		16 MB	50 MB	

  

Produto	Produto é disponibilizado como parte de um <i>suite</i> que inclui				Gráficos	Janelas	Tempo	Frota que em geral utiliza o produto				
	Tela eletrônica <i>On-board</i>	Mensagens via rádio	Rastreamento de veículos em tempo real	Scanner código de barras				Sistema de gestão da cadeia de suprimentos (Gestão de estoques)	Pedidos cliente	Process. Rotas em tempo real	Rígida/ Flexível	Entrega/ Coleta local
ArcLogistics Route	n	n	n	n	n	n	s/s	s	s/s	s	n/n	s/s
Roadshow	s	s	s	s	n	n	s/n	s	s/s	s	n/n	s/s
RouteSmart Route Optimization	n	n	n	s	n	n	s/s	n	s/n	s	n/n	n/s
TransCAD Transportation GIS	n	n	n	n	n	n	s/s	n	s/n	s	n/n	n/s
TruckStops for Windows	n	n	n	n	n	n	n/n	n	s/n	s	s/s	s/s

  

Produto	Informações de preços			Tempo de suporte (horas) necessário a instalação (50 rotas)	Outras características
	Licença p/ único site (50 rotas)	Custo p/ hora de instalação (\$/hora)	Tempo de suporte (horas)		
ArcLogistics Route	\$8,995	150	Nenhum	Interface de integração com ERP SAP R/3	
Roadshow	Valor inicial \$10.000			Sistema que se adapta aos mais variados tipos e padrões de roteamento (flexibilidade)	
RouteSmart Route Optimization	\$9995, s/ limite de no. de rotas	150	0 – 8	Roteamento de alta densidade e com precisão de ruas; 1º SIG – T distribuído no Brasil; utiliza uma heurística baseada em "Economias" e PCC Misto (Acréscimo de arcos e Arestas) inclui muitas ferramentas de planejamento logístico para distribuição e localização de <i>sites</i> . Compatibilidade com SIG NavTech para 2001	
TruckStops for Windows	Valor inicial \$7900	Não incluído no valor do sistema	4 – 6 semanas	Códigos especiais, viagens de muitos dias e muitas viagens a múltiplos destinos	

Fontes: Lionheart Publishing (2000); Melo *et al.* (1999)  
\* (s - Sim; n - Não)

#### 4. Relação Custo x Benefício na Aquisição de um Roteirizador

Adquirir um sistema de roteirização pode permitir ganhos significativos, tanto do ponto de vista financeiro, com a redução dos custos operacionais, quanto em termos da qualidade do serviço permitindo maior quantidade e fidelidade de clientes, ganhos estes de grande importância para a melhor integração da cadeia de suprimentos e, conseqüente, para a obtenção de vantagens competitivas. O Quadro III, logo a seguir, mostra alguns casos reais de sucesso de aquisição de sistemas de roteirização e programação de veículos, relacionando a empresa, seu ramo de atuação, principais problemas, sistema utilizado e os resultados alcançados.

**Quadro III** – Alguns exemplos de sucesso de aquisição e resultados alcançados

<b>Empresa</b>	<b>Ramo</b>	<b>Problema</b>	<b>Sistema</b>	<b>Resultados</b>
<b>Protege</b>	Transp. de Valores	Otimização de rota e frota	<i>Trucks</i> 9.0	15% de redução da frota, mais rigor nos horários, maior qualidade de serviço
<b>Sadia</b>	Distr. Alim.	Otimiz. de rota	<i>Trucks</i> 8.2	Redução de 5% do custo operacional
<b>Adriano Coselli</b>	Atacadista	Red. tempo distrib. e Km	<i>Trucks</i> 8.2	Redução de 2h no tempo total e duplicação das entregas (500 p/ semestre)
<b>Luiz Tonin</b>	Atacadista	Red. tempo distrib. e Km	<i>Trucks</i> 8.2	Ganho de 3km p/ entrega, 30 entregas diárias p/ veículo, redução de 20% tempo de entrega e ampliação da área de atuação
<b>Cofesa</b>	Atacadista	Red. tempo distrib. e Km	<i>Trucks</i> 8.2	Rotas mais "enxutas", maior controle da frota
<b>Grupo Benjamin</b>	Atacadista	Red. tempo distrib. e Km	<i>Trucks</i> 8.2	Passou a atender 350 pedidos diários
<b>Marilan biscoitos</b>	Distr. Alimentos	Red. tempo e custo distrib.	<i>Trucks</i>	Redução de 5% nos custos de entrega, ganhos em produtividade, efic., qualid. e confian. dos clientes
<b>Fuller</b>	Distr. Alimentos	Red. tempo e custo distrib.	<i>Trucks</i>	Economia de 27% nos custos de entrega e agilização das vendas
<b>Transvalor</b>	Transp. de valores	Red. Custos operacionais	<i>Trucks</i> 8.0	Redução nas horas extras (7% domingo, 3% sábado. e 8% nos outros dias)
<b>Grupo Martins</b>	Distrib. de Atacado	Rapidez atendimento	<i>Trucks</i>	Redução no tempo de ciclo e agilidade na entrega
<b>Security Couriers</b>	Distr. Vale-Refeição	Geren./efic. na entrega	<i>RoadShow</i>	Redução no tempo ciclo c/ mais entregas, redução de frota
<b>Panamco Spal</b>	Distr. Bebidas	Otimiz. de frota	<i>RoadShow</i>	Redução de 25% no nº veículos, maior eficiência na entrega
<b>Jardim América</b>	Distr. Bebidas	Red. Custos, Otim. Frota/rotas	<i>RouteSmart</i>	Redução de 10% a 15% dos custos de distribuição, otimização de rotas
<b>Kibon</b>	Distr. Sorvetes	Agilizar Distribuição	<i>TruckStops</i>	Mais 4000 clientes em 2 meses, redução de 25% Km e 95% ocupação dos veículos

Fontes: Melo (2000).

No entanto, tanto a aquisição quanto a manutenção deste tipo sistema, assim como da sua base de dados, geram significativos custos, caracterizando-se como pontos negativos à sua utilização. A prática mostra que sistemas mal implantados e mal gerenciados constituem uma fonte incessante de problemas e prejuízos. Assim, durante o planejamento de aquisição e, posterior, implantação é necessário considerar questões como:

- Há realmente necessidade de adquirir tal tecnologia?
- Quais os reais problemas a serem solucionados?
- Que tipos de problemas esta aquisição poderá trazer?
- Quais os reais objetivos da aquisição?
- Quais e quanto de recursos serão disponibilizados?
- Em quantas fases será feita a implantação?
- Quais as tarefas e atividades a serem desenvolvidas?
- Quais profissionais devem ser envolvidos?
- Seria melhor desenvolver um sistema ou adquirir um dos disponíveis no mercado?
- Quais os roteirizadores disponíveis no mercado?
- Quais as principais características de cada produto?
- Quais os critérios devem ser adotados à seleção do sistema?
- Em que prazo surgirão os 1º resultados?

O que se percebe é que a maioria dos casos de insucesso são ocasionados por falta de um bom planejamento e gerenciamento de implantação; por “empolgação”; por falta de orientação e até mesmo por falta de uma maior quantidade de informação em relação às características dos produtos disponíveis no mercado.

Ao se pensar em adquirir um sistema de roteirização qualquer empresa deve se preocupar em ter resposta para algumas das questões citadas acima pois, caso contrário, pode obter resultados totalmente diversos daqueles que a idéia de aquisição (e o próprio sistema) propõe.

### Referências Bibliográficas

- (1) Bodin, L.D. (1990). Twenty years of routing and scheduling. *Operations Research*, **38**(4), 571-579.
- (2) Caliper Corp. (1996). *Routing and Logistics with TransCAD 3.0 for Windows*.
- (3) Caliper Corp. (1996) *TransCAD – The Premier GIS for Transportation, Logistics, and Operations Research*.
- (4) Cunha, C.B. (1997). Uma Contribuição para Problemas de Roteirização de Veículos com Restrições Operacionais. Tese de D.Sc., EPUSP, São Paulo, SP, Brasil.
- (5) ESRI (2000). *ArcLogistics Route*, disponível em <http://www.esri.com> (08/10/01).
- (6) Golden, B.L. & Bodin, L. (1986). Microcomputer-based vehicle routing and scheduling software. *Computers and Operations Research*, **13**(2/3), 277-285.
- (7) Lionheart Publishing (2000). disponível em: <http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/VehicleRouting/vrss.html> (08/10/01).
- (8) Logit (1997). *ROTAcerta – Sistema de Roteamento e Programação de Veículos*.

- (9) Lopez, I. (1996). Na Rota da Eficiência e Economia. *Revista Tecnológica*, **11**, 20-27.
- (10) Melo, A.C.S.; Gianarelli, P.C.; Gomes, E.G. & Ferreira Filho, V.J.M. (1999). Sistemas de Roteirização de Veículos e Gestão da Cadeia de Suprimentos: Uma abordagem analítica. *XXXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO*, p.690-704, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
- (11) Melo, A.C.S. (2000). Avaliação do Uso de Sistemas de Roteirização de Veículos. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- (12) Microanalytics, Inc. (1999). *TruckStops Routing & Scheduling System*. Disponível em <http://www.bestroutes.com>
- (13) Microanalytics, Inc. (2001). *TruckStops Routing & Scheduling System*., Disponível em <http://www.bestroutes.com/truckstops/tech.html>
- (14) Roadshow International, Inc. (1996). *Sumário do Produto*.