
Análise da utilização de sistemas de rastreamento por satélite em empresas de transporte rodoviário de cargas

*Lilian Cristina Anefalos
José Vicente Caixeta Filho*

Recebido em abril/1999
2ª versão em novembro/1999

O transporte rodoviário de cargas é um dos setores-chave da economia brasileira e tem-se empenhado em investir em tecnologia da informação (TI) visando ao melhor abastecimento de várias regiões do País e do Mercado Comum do Sul (Mercosul — composto por Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai; Chile e Bolívia ainda estão em negociações), por meio do cumprimento de prazos mais reduzidos e da entrega de vários tipos de cargas, melhor embaladas e conservadas, como é o caso dos produtos agropecuários.

Dentre os projetos de TI de maior relevância no setor destacam-se os de gerenciamento de frotas por sistemas de rastreamento por satélite que, ao aliarem aplicações logísticas modernas e de segurança, se têm revelado instrumentos de grande valia no dia-a-dia das empresas de transporte.

Embora essa nova tecnologia envolva, geralmente, grandes volumes de capital para a sua implementação, houve poucos avanços concretos no dimensionamento do seu verdadeiro papel dentro das empresas. Há a necessidade de estudos focados em um melhor entendimento da importância e do potencial de crescimento desses sistemas por satélite para o setor de transportes. O objetivo geral neste trabalho é caracterizar o uso dos sistemas de rastreamento por satélite em empresas da área de transporte rodoviário de cargas que tenham matriz ou filial na cidade de São Paulo.

SISTEMAS DE RASTREAMENTO POR SATÉLITE

De acordo com Reis (1997), os sistemas de rastreamento por satélite possuem três funções básicas:

- comunicação entre a estação de controle e os veículos;
- localização *on-line* de veículos;
- controle da frota em relação a nível de combustível, velocidade do veículo, temperatura do compartimento de cargas, fechamento de portas, presença de caronas, entre outros.

De maneira geral, para que um veículo parado ou em movimento (como, por exemplo, caminhões, trens, navios) seja rastreado por satélite, é preciso que haja, inicialmente, a coleta de sua posição pelo Sistema

Lilian Cristina Anefalos, Engenheira Agrônoma e Mestre em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), é Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (IEA).
E-mail: lcanefal@iea.sp.gov.br

José Vicente Caixeta Filho, Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, *Master in Economics* pela *University of New England* (Austrália), Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Pós-Doutorado pela *Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*, é Professor Associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).
E-mail: jvcaixet@carpa.ciagri.usp.br

de Posicionamento por Satélite (*Global Position System* — GPS). Em seguida, suas coordenadas devem ser transmitidas para um satélite de comunicação e só depois transferidas para uma estação terrena, para que esta envie as informações sobre o objeto ao usuário (Lopez, 1996). Há, também, a possibilidade de utilizar-se uma estação intermediária (entre a estação terrena e o usuário), que tem a finalidade de gerenciar os dados obtidos, por meio de *software* específico, antes de serem retransmitidos ao usuário.

O GPS é um sistema de navegação que foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para fins militares. É composto por uma constelação de 24 satélites, que percorrem a órbita da Terra em 12 horas (Dana, 1998). Tem a finalidade de: localizar pontos para determinar suas posições em três dimensões na superfície terrestre ou próximo a ela, por meio de coordenadas do aparelho receptor (observador); determinar a velocidade, por exemplo, de um veículo em movimento; obter informações mais exatas sobre o tempo de percurso (Andrade & Blitzkow, 1990; Lopez, 1996).

Para que o usuário obtenha os dados, precisa dispor de um computador, uma linha telefônica ou de transmissão de dados e um *modem* para que a comunicação possa ser estabelecida. No veículo deve ser instalado um *kit* básico composto por antena, terminal de mensagens, transmissor e receptor de sinais (*transceiver*).

Além disso, são utilizadas várias estações de referência em terra (para correções diferenciais), em vez de apenas uma como no sistema antigo (a posição dos objetos era obtida por apenas uma estação de coordenada conhecida). Essa inovação permitiu maior confiabilidade na medida das distâncias, pois possibilitou abranger uma área muito maior (Franco & Pessoa, 1995) sem a ocorrência de decorrelação espacial, ou seja, degradação das medições, ocasionada por erros de posicionamento. Por meio dos sistemas *Wide Area DGPS* (WADGPS), há a minimização do número de estações de referência, geograficamente distribuídas e com coordenadas de alta precisão (Aquino, 1996).

Assim, é de suma importância que os sistemas de rastreamento por satélite garantam a qualidade das informações. Nesse sentido, tem havido grande preocupação com o aumento da precisão das distâncias entre as estações e os usuários, principalmente em atividades que necessitam de posicionamento em tempo real, como as relativas à navegação, ao transporte e aos sistemas de informação geográfica⁽¹⁾ (Pessoa, 1996).

Langley (1997) adverte sobre a vulnerabilidade do GPS a algumas interferências que podem prejudicar ou inviabilizar a captação dos seus sinais, como a proximidade a outro veículo (com outros sinais de comunicação) ou a uma fábrica ou um laboratório e o interior de construções, no caso de uso terrestre. Em sistemas de navegação podem

ocorrer problemas de recepção causados por estações locais de televisão ou ondas curtas mais próximas.

Apesar das diferenças internacionais quanto à implementação da tecnologia GPS, já existem algumas aplicações em alguns setores, dentro das restrições espaciais impostas pelos Estados Unidos. Entre esses setores, o de transportes possui importância ímpar, pois necessita de controle em tempo real de suas operações, para que não ocorram irregularidades ou para facilitar o dia-a-dia dos usuários dos veículos. Sua utilização se estende desde os serviços de transportadoras — para o posicionamento, o monitoramento e a segurança das frotas de caminhões — até os de locadoras de carros.

A *United States GPS Industry Council* (USGIC), citada por Aquino (1995), revelou, com base em dados de 1995, que até o ano 2000 o mercado de GPS terá crescido em mais de US\$ 8 bilhões, com tendência de queda nos preços de *hardware* GPS, em aproximadamente 30% por ano, e com maior adequação do *software* às necessidades dos usuários finais.

Dessa forma, espera-se que haja maior personalização dos serviços e aplicações em diversas áreas, dada a relevância do GPS como filtro importante de informações, e que até o início do século 21 a sua demanda se eleve cada vez mais na América do Sul e inclusive no Brasil, que aparece como potencial consumidor dessa nova tecnologia. Deve-se ressaltar a importância do papel do Governo no fornecimento da infra-estrutura e da regulamentação necessárias para que as empresas utilizem as informações provenientes dos satélites do GPS e administrem os mais diversos tipos de *Intelligent Transportation Systems* (ITS) (GPS World, 1997).

Atualmente, segundo o GPS World (1997), o uso do GPS é mais significativo no Japão (mais de 1 milhão de equipamentos em funcionamento), na Europa (50 mil unidades) e nos Estados Unidos (6 mil sistemas de navegação). De acordo com Penha (1998), nos Estados Unidos e na Europa existem em torno de 300 mil veículos providos de sistemas de rastreamento por satélite. Conforme dados do Telecom Publishing Group, nos Estados Unidos os sistemas de rastreamento são utilizados por mais de 50% das empresas transportadoras (OESP, 1995).

São vários os sistemas norte-americanos que oferecem facilidades no rastreamento de veículos, como o NSCAT (da Newcomb Communications), o SAT (da SAT Corporation) e o Roadtrac⁽²⁾, entre outros. Em 1996, o sistema Roadtrac oferecia o menor preço de mercado. Seu custo de instalação era de US\$ 1.395,00 e o custo mensal de serviços era de US\$ 28,00 (*Transport Technology Today*, 1996)

Dentre as vantagens obtidas com o uso do GPS, Westbrook (1996) destaca que os receptores do satélite podem ser adquiridos nos Estados Unidos por menos de

US\$ 500,00 e que não possuem limite de capacidade, tal como ocorre com os telefones celulares. Outro ponto positivo é o fato de os sinais dos satélites GPS poderem ser usados livremente por qualquer usuário. No entanto, para que o sistema seja utilizado como uma tecnologia de comunicação completa, que inclui *modem* e rádio para comunicação, o custo pode aumentar para US\$ 3.000,00. Há expectativas de que ocorrerá redução do custo total do sistema para menos de US\$ 500,00 nos próximos anos.

CARACTERÍSTICAS DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE RASTREAMENTO POR SATÉLITE NO BRASIL

Até meados de 1997 existiam dez opções de sistemas de rastreamento no Brasil: Cargosat (distribuído pela Prosat Comunicações, cujas antenas e transceptores são fabricados pela Radio Holland, na Holanda); Combat (distribuído pela Combat Tecnologia em Segurança Ltda., fabricado pela Cimarron, na Califórnia); Controlsat, antigo Rodosat (fabricado e distribuído pela Schahin Cury, exceto o *transceiver* e a antena do rádio); Logiq (distribuído pela Avibrás Telecomunicações, fabricado pela Simac — do grupo DAF, Holanda); Motorola Motomap (distribuído pela Braslaser Comunicações, fabricado pela Motorola israelense); Omnisat (distribuído pela Autotrac Com. e Telecomunicações, fabricado pela Qualcomm, Estados Unidos); Radiotrack (fabricado e distribuído pela Radiototal, cujo rádio é da marca Radiocom); Satcom (distribuído pela Geo Ecosat, fabricado por Nortel-Daimler Benz e Dasa-Grundig); Teletracker, antigo Geotrak (distribuído pela Vence Engenharia e Empreendimentos S/C Ltda., cujos equipamentos são de origem canadense, exceto o rádio); Trucksat (fabricado e distribuído pela Trucksat Systems, exceto o *transceiver* e a antena do veículo).

A principal diferença entre esses sistemas, segundo Lopez (1996), está na presença ou não de estação intermediária para estabelecer a ligação entre a estação terrena e o usuário, por meio de *software* de comunicação. As posições dos veículos, coletadas por intermédio do GPS, são transmitidas para um satélite que as transfere para uma estação terrena que, por sua vez, as retransmite para uma estação intermediária (opcional — é o caso dos sistemas Omnisat, Controlsat e Trucksat) e, finalmente, para o usuário. A relação entre o usuário e o seu veículo segue o caminho inverso do descrito anteriormente.

Quanto aos satélites de comunicação utilizados nos sistemas de rastreamento para o transporte rodoviário de cargas no Brasil, deve-se salientar que os sistemas Cargosat, Logiq, Controlsat, Satcom e Trucksat usam o satélite Inmarsat C; o sistema Omnisat utiliza o Brasilsat B2. Futuramente também estará disponível outro satélite, o Globosat (Reis, 1997).

Em alguns casos, de acordo com Reis (1997), os satélites Brasilsat e Inmarsat podem ser substituídos por rádios convencionais ou troncalizados, permitindo a transmissão de dados e a comunicação por voz entre a central e o veículo por meio de antenas repetidoras. Embora essa alternativa seja a de menor investimento, a sua cobertura restringe-se a raios de 50 quilômetros de torres de retransmissão. Ela é utilizada pelos sistemas Braslaser/Motorola, Combat, Radiotrack e Teletracker.

Assim como nos demais países, no Brasil tem ocorrido queda nos preços do equipamento por causa do aumento de concorrência das empresas fornecedoras dessa nova tecnologia. Decorrências desse fato são as mudanças nos equipamentos de comunicação, como a diminuição no tamanho da antena e do número de transceptores para realizar a comunicação entre os satélites, que têm auxiliado na redução do preço dos rastreadores para o usuário final (Penha, 1998).

Apesar de suas inúmeras vantagens, ainda não houve efetiva proliferação do uso desses sistemas de rastreamento no Brasil, principalmente devido ao seu alto custo; o preço básico por veículo varia entre R\$ 3 mil e R\$ 7 mil. Segundo Lopez (1996) e Reis (1997), até 1996 existiam no Brasil cerca de 200 empresas usuárias desses sistemas. Assim, pode-se inferir que as transportadoras fazem uma pré-seleção dos tipos de produtos a serem realmente rastreados, de maior interesse das companhias, principalmente em virtude da abrangência dos tipos de rastreadores (40% dos sistemas atuam em nível nacional, 40% em nível regional — cidades de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro — e 20% na América do Sul).

Deve-se ressaltar, também, que em 1994 houve uma tentativa de promover a rápida expansão do uso dos sistemas de rastreamento através da proposta do Projeto de Lei Complementar n. 198/94 que previa, dentre as diversas medidas apresentadas, a obrigatoriedade da instalação de um rastreador em cada caminhão da frota das empresas transportadoras de carga até o prazo máximo de um ano, a partir da vigência da lei, a fim de prevenir, fiscalizar e reprimir o furto e o roubo de veículos e cargas; se essa determinação não fosse cumprida seria aplicada uma multa de aproximadamente R\$ 4 mil por veículo. No entanto, houve muita divergência de opinião sobre esse projeto, principalmente por infringir o Artigo 144 da Constituição Federal, o qual estabelece ser a segurança pública dever do Estado (Geiling, 1995).

Segundo Lopez (1996), o aumento da segurança e a sua interface com os roteirizadores⁽³⁾ têm-se constituído grandes incentivos para que as empresas adquiram essa tecnologia. Aliados a isso, Penha (1998) vislumbra dois segmentos bem fortes que estão em formação: o gerenciamento de risco, com foco voltado às cargas mais visadas pelos assaltantes, e a logística, específica para aqueles

que necessitam de acompanhamento freqüente das condições físicas da carga e do tempo de trajeto da frota.

Outro ponto importante em relação aos rastreadores é que os dados obtidos por meio deles também podem ser utilizados pelo usuário via *software* de gerenciamento de dados, troca eletrônica de documentos (*Electronic Data Interchange* — EDI), código de barras, Internet, *just-in-time*⁽⁴⁾ (JIT) etc.

Penha (1998) divulgou algumas previsões otimistas sobre a quantidade de terminais de sistemas de rastreamento que seriam instalados em 1998 (6.750 no total), as quais sinalizavam para um aumento de 36% em comparação ao ano anterior (4.314 equipamentos em uso em 1997, número baseado nos sete sistemas de rastreamento atuantes naquele ano).

Quanto aos sistemas disponíveis no mercado, o Omnisat tem reduzido lentamente sua participação em relação ao total de equipamentos instalados nas transportadoras, pois a partir de 1995 outras empresas iniciaram a comercialização de outros tipos de rastreadores por satélite. Em 1997, o sistema Omnisat representou apenas metade dos equipamentos instalados no Brasil.

Em contraposição, segundo Penha (1998), outros sistemas estão se expandindo, destacando-se, entre eles, o Controlsat, o Combat e o Teletracker, cujas participações no mercado, em 1997 (em relação ao total de equipamentos instalados nos veículos), foram de 26%, 11% e 6%, respectivamente.

Ainda é tímida a evolução no número de clientes efetivos de sistemas de rastreamento, em consequência de uma série de fatos, como: alguns sistemas são muito recentes no mercado (Radiotrack, Satcom) ou mesmo enfrentam dificuldades de inserção no mercado (Cargosat); alguns ainda estão sendo testados pelas transportadoras, na fase chamada de **pré-venda**; o sistema Logiq saiu do mercado em 1998 (Penha, 1998); o Trucksat foi desativado em meados de 1997.

Para que ocorra maior aprimoramento dos sistemas de rastreamento, há a necessidade de entender-se melhor os custos, benefícios e limitações dessa nova tecnologia, uma vez que hoje existem oito empresas fornecedoras desses sistemas (em 1994 era apenas uma empresa; em 1997, dez) — com perspectivas de acirramento da concorrência entre elas e, conseqüentemente, maior proliferação do uso entre as transportadoras de carga.

Assim, buscando entender melhor a importância e o potencial de crescimento dos sistemas de rastreamento por satélite no transporte rodoviário de cargas, abordar-se-á neste estudo aspectos relativos ao perfil das empresas usuárias desses sistemas, aos tipos de produtos transportados, aos tipos de sistemas mais usados no mercado. Procurar-se-á, também, detectar as principais ações tomadas pelas empresas para se adequarem melhor a essa

nova tecnologia, os maiores impactos ocasionados pelo seu emprego nas empresas e os maiores benefícios obtidos pelas transportadoras com o uso dos rastreadores.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa aqui apresentada teve por base as empresas usuárias primárias (transportadoras) que, teoricamente, têm recebido os principais impactos da adoção dessas novas tecnologias. Dessas, foram selecionadas as que atuam no transporte rodoviário de cargas, pois esse setor possui o maior número de usuários dos sistemas de rastreamento por satélite, de acordo com informações fornecidas pelos principais fornecedores de rastreadores no Brasil.

Para compor o universo de estudo, utilizou-se o cadastro do Sistema de Informações de Fretes para Cargas Agrícolas (Sifreca — projeto do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), que visa à coleta e à divulgação de informações sobre fretes rodoviários, ferroviários e hidroviários). Esse referencial foi complementado com informações sobre as transportadoras usuárias provenientes de artigos de revistas (Reis, 1997; Lopez, 1996) e jornais (OESP, 1995), alguns fornecedores de sistemas, Anuário do Transporte Rodoviário de Carga (1996) e da publicação *As Maiores do Transporte* (1997).

Foram escolhidas apenas as transportadoras rodoviárias de cargas com matriz ou filial na cidade de São Paulo, uma vez que no estado de São Paulo estavam localizadas, à época da seleção das empresas (novembro de 1996), em torno de 49% das transportadoras do Brasil (seguido pelo estado do Paraná com 13% e pelo de Santa Catarina com 12% em relação ao total no Brasil). A cidade de São Paulo possuía o maior número de empresas dentro do estado de São Paulo (cerca de 30% em relação ao total do estado), seguida pela cidade de Santos, com 7%, e pela de Guarulhos, com 6%.

Foi realizado um levantamento por telefone, a partir do cadastro disponível, para a identificação das empresas que utilizavam ou não o rastreamento por satélite em suas atividades. Obteve-se, assim, o universo deste estudo, composto por 61 empresas usuárias do rastreamento por satélite que tinham matriz ou filial na cidade de São Paulo.

Dentre as empresas não usuárias, 73 delas, escolhidas aleatoriamente, forneceram algumas explicações sobre os motivos que as levaram a não utilizar os sistemas de rastreamento. Aproximadamente 47% delas eram empresas pequenas, com frota própria reduzida ou inexistente (praticamente só composta por terceiros). Outras tecnologias alternativas eram usadas por 16% das transportadoras,

como *beep*, rádio, escolta e telefone celular. Além disso, os altos custos para a implantação dos rastreadores foram apontados por 11% das empresas como o principal motivo para a não utilização de sistemas de rastreamento, enquanto aproximadamente outros 11% das transportadoras não conheciam tais sistemas.

Após a formulação do questionário, foi realizado um levantamento piloto que indicou a necessidade de pequenas alterações, as quais foram incorporadas durante a sua execução. Assim, todas as informações colhidas nessa etapa poderiam ser aproveitadas se essas empresas fossem sorteadas novamente no levantamento por amostragem.

Em conseqüência do resultado altamente satisfatório das entrevistas, optou-se por aplicar pessoalmente o questionário final aos responsáveis por essa área em 36 empresas sorteadas ao acaso; contudo, em torno de 28% delas não responderam o questionário. Apesar de existirem alguns procedimentos alternativos para a redução desse viés amostral, que é diretamente proporcional à falta de respostas, Pino & Caser (1984) enfatizam que deve haver, além da finalidade de obtenção de resultados satisfatórios, a preocupação com o aumento da variância e do custo se forem realizadas novas tentativas e utilizados métodos específicos para diminuir a falta de respostas. Assim, optou-se por não reduzir o viés, com base nessas considerações e nas justificativas apresentadas anteriormente. De maneira geral, os resultados da amostra serão satisfatórios e poderão ser expandidos para toda a população se houver proporção mínima de 0,50 para a variável analisada.

Para caracterizar o uso dos sistemas de rastreamento por satélite em empresas da área de transporte rodoviário de cargas, foram propostas as seguintes questões:

- identificar o perfil das empresas usuárias dos sistemas por tipo de empresa (matriz ou filial), tipo de frota (própria e/ou terceiros), faixa de faturamento anual, volume total transportado em média por ano e tempo de existência da empresa;
- obter as cargas mais transportadas pelas empresas, com e sem rastreadores;
- relacionar regiões de entrega mais freqüentes ao longo do ano;
- localizar as filiais das empresas que utilizam ou não os sistemas;
- comparar o nível de utilização dos sistemas de rastreamento em relação ao mercado e às transportadoras, por meio da porcentagem de caminhões rastreados em relação às frotas própria e total (que inclui caminhões próprios e de terceiros), do tempo de uso do sistema, do nível de satisfação com o sistema e do tipo de análise econômica usada pelas empresas para a aquisição dos rastreadores;

- identificar os impactos ocasionados pelo emprego dos sistemas;
- relacionar as principais ações tomadas pelas empresas para a sua melhor adequação aos rastreadores;
- relatar os maiores benefícios obtidos pelas transportadoras com o uso dos sistemas de rastreamento.

Além da análise descritiva dos dados, as variáveis foram exploradas com maior profundidade a partir de dois enfoques: o primeiro, centrado nas variáveis quantitativas, através da análise de regressão; o segundo, baseado nas variáveis qualitativas (que eram a maioria), através de análises multivariadas (análise de correspondência e análise de conglomerados).

Como foi constatado durante o levantamento de campo que poderia haver relação entre a porcentagem de caminhões rastreados (em relação à frota própria), o tempo de uso e o tipo de sistema utilizado (satélite, satélite/rádio) pelas transportadoras, essa verificação empírica foi melhor delineada estatisticamente por meio da análise do modelo de regressão linear múltipla. Assim, pôde-se extrair informações adicionais sobre essa relação entre as variáveis quantitativas, ou seja, sobre a influência do tempo de uso dos sistemas e do tipo de sistema utilizado pela empresa (variável binária: "0" para sistemas com satélite e rádio; "1" para sistemas só com satélites) em relação à porcentagem de caminhões rastreados.

As análises de correspondência⁽⁵⁾ e de conglomerados⁽⁶⁾ foram selecionadas para o melhor entendimento das relações entre, basicamente, três grupos de variáveis categóricas relevantes para a caracterização dos sistemas de rastreamento. São eles: maiores impactos ocasionados pelo emprego dos sistemas, principais ações tomadas pelas empresas para a sua melhor adequação aos rastreadores e maiores benefícios obtidos pelas transportadoras com o uso dos sistemas de rastreamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa realizada com 26 empresas do setor de transporte rodoviário de cargas, cujas matrizes ou filiais estavam localizadas na cidade de São Paulo, foram ressaltados alguns tópicos importantes, extraídos das informações obtidas nas entrevistas.

Perfil das empresas amostradas

O tempo de existência das empresas entrevistadas variou de 3,5 a 70 anos (média de 42 anos). Apenas duas delas atuavam no mercado há menos de 6 anos; o restante tinha no mínimo 10 anos de existência.

Aproximadamente 58% das empresas eram filiais; o restante, matrizes. Do total, 85% utilizavam frota própria

e de terceiros; as demais empregavam apenas frota própria no transporte de cargas.

Houve grande amplitude quanto ao faturamento anual das empresas previsto para o ano de 1997: em torno de 56% das transportadoras estimavam de US\$ 1 milhão a US\$ 99 milhões. Além disso, algumas das empresas preferiram fornecer seu porte para que pudessem ser relacionadas às demais usuárias do setor (seis delas definiram-se como médias e três como grandes).

Produtos mais transportados e regiões de entrega mais importantes com e sem o uso dos sistemas de rastreamento

No caso das empresas que não usavam os sistemas de rastreamento, houve destaque para as que transportavam carga geral. As empresas que utilizavam os sistemas Controlsat e Omnisat (os mais usados no mercado) apresentaram os maiores percentuais referentes ao transporte desse tipo de carga. Além disso, os produtos agrícolas processados, os cosméticos e os produtos químicos foram transportados sem rastreamento por quantidade maior de empresas em relação aos outros tipos de cargas analisadas.

Houve maior concentração de caminhões rastreados com cargas de maior valor agregado (equipamentos eletrônicos, produtos farmacêuticos, cosméticos, vestuários, eletrodomésticos, equipamentos de informática, entre outros) e, portanto, com maiores riscos de roubo. É importante ressaltar que, em paralelo aos segmentos tradicionalmente incorporados ao uso de rastreadores, o setor agrícola também teve participação significativa na utilização dessa nova tecnologia por satélite, principalmente por causa do processamento de seus produtos e do uso de insumos e defensivos químicos e de medicamentos para animais (informado por uma empresa), muito utilizados na agricultura em produções de grande escala.

Em relação ao sistema Omnisat, predominaram as cargas mais comumente utilizadas para o rastreamento; no sistema Controlsat houve destaque para segmentos agrícolas de maior valor agregado, citados anteriormente.

De maneira geral, ocorreram entregas de produtos ao longo de 1997 em todas as regiões do País. No entanto, destacaram-se as regiões Sudeste e Sul. No referente ao transporte sem rastreadores, foi observada porcentagem bem pequena com destino à Bolívia e ao Paraguai (integrante do Mercosul).

Quanto às regiões de entrega, a maioria das filiais estava localizada nas regiões Sul e Sudeste. Analisando a sua distribuição por estado, 55% das filiais não utilizavam rastreadores, destacando-se, em ordem decrescente: Paraná, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Dentre as filiais que utilizavam rastreadores, as que estavam no estado de São Paulo representaram 29% do total.

Os demais estados apresentaram porcentagens proporcionalmente bem menores em relação a São Paulo.

Tipos de sistemas mais utilizados no mercado

O sistema de rastreamento mais utilizado pelas empresas era o Omnisat, da Autotrak (48,3% de uso em relação ao total de empresas); o Controlsat, da Schahin Cury, representou 27,6% do total. A participação dos demais sistemas era bem inferior.

Eram grandes as diferenças relativas ao tempo de uso dos rastreadores, que variavam de quatro meses a cinco anos: 31% das empresas possuíam os sistemas há menos de um ano; 59%, de um a três anos. Poucas empresas faziam uso dos sistemas a quatro ou cinco anos.

Ocorreram, também, variações expressivas na porcentagem de caminhões rastreados: de 1,5% a 100%, em relação à frota própria; de 0,75% a 100%, em relação à frota total (que inclui frota própria e de terceiros). Deve-se, no entanto, salientar que os sistemas que utilizam apenas satélites representaram 79,3% do total das empresas.

De maneira geral, pôde-se observar a ocorrência de diferenças no comportamento das empresas que utilizavam os dois tipos de sistemas: o primeiro, que usa apenas satélites, cujo preço variava de R\$ 6 mil a R\$ 7 mil; o segundo, associando satélite e rádio, com preço que oscilava entre R\$ 3 mil e R\$ 3,5 mil (Penha, 1998). Além disso, constatou-se, por meio do modelo de regressão linear múltipla (utilizando o pacote computacional SAS v.6.12 para Windows, SAS Institute, 1988), que a porcentagem de caminhões rastreados (em relação à frota própria) foi muito influenciada pelo tempo de uso e pelo tipo de sistema usado (variável *dummy*: "0" — sistemas com satélite e rádio; "1" — sistemas só com satélites) pelas transportadoras.

Obeve-se que a relação entre a porcentagem de caminhões rastreados, os tipos de sistemas e o seu tempo de uso nas empresas foi significativa ao nível de 0,36%, com o coeficiente de determinação de 43%. A estimativa do intercepto e os coeficientes dos tipos de sistema e porcentagem de caminhões rastreados foram significativos aos níveis de 0,16%, 1,46% e 0,20%, respectivamente. O modelo obtido está expresso na equação [1]:

$$y_i = 56,2 + 23 bx_i - 45 x_j \quad [1]$$

onde:

y_i = porcentagem de caminhões rastreados;

x_i = tempo de uso dos sistemas (anos);

x_j = tipo de sistema utilizado (variável *dummy*: "0" — sistemas com satélite e rádio; "1" — sistemas só com satélites).

As empresas que utilizavam o sistema satélite/rádio levariam em torno de 1,9 ano para rastrear toda a frota própria. As que optaram pelo sistema por satélite levariam praticamente o dobro do tempo para instalá-lo em todos os seus caminhões (em torno de 3,9 anos). Entre os fatores que poderiam estar influenciando nesse comportamento podem ser citados: o preço de cada sistema, já especificado; o período de adaptação das empresas ao tipo de sistema utilizado, ou seja, por satélite (mais complexo) ou satélite/rádio (mais simples); a abrangência dos sistemas, uma vez que os mais caros atuam em nível nacional e os mais baratos praticamente se restringem à Grande São Paulo (por causa da necessidade de existirem torres de retransmissão dos dados nos locais a serem rastreados).

Variáveis utilizadas pelas empresas para decidir sobre a aquisição dos sistemas de rastreamento

A maioria das empresas considerou suas relações contratuais com outras empresas para a opção pelos sistemas de rastreamento: entre transportadoras e seguradoras de carga; entre transportadoras e seus clientes. Vale ressaltar que, para a carga ser transportada, o seu seguro deve ser previamente efetuado. Existia, geralmente, parceria entre as empresas de seguro e as fornecedoras de rastreadores.

Um dos maiores motivos para a aquisição dos sistemas de rastreamento, relacionado a aproximadamente 46% das empresas, foi a pressão oferecida por parte das seguradoras, que exprimiam às transportadoras a necessidade premente de aumentar a segurança das cargas transportadas e minimizar os roubos freqüentes das mercadorias mais visadas. Para isso, em muitos casos, as seguradoras — especialmente as que tinham parcerias com as fornecedoras do sistema — indicavam o tipo de rastreador a ser instalado nas transportadoras e propunham alguns incentivos para que elas implantassem essa nova tecnologia, como redução de preços do seguro e descontos no preço do sistema de rastreamento.

Principais impactos financeiros (positivos ou negativos) ocasionados pelo emprego dos sistemas de rastreamento nas empresas

Os grandes impactos sofridos por cerca de 20% das empresas relacionaram-se a aumentos em vendas, número de clientes, quantidade vendida, lucro operacional, taxa de retorno ao investimento e redução no custo do serviço vendido. No que diz respeito aos principais retornos financeiros, de maneira geral as empresas que utilizavam os sistemas mais baratos (que usam rádios para transmitir os dados da central para o veículo: Combat, Motorola,

Multisat e Teletracker) obtiveram percentual bem maior em comparação com o das que usavam os sistemas mais caros (que utilizam apenas satélites [Brasilsat ou Inmarsat]: Controlsat, Logiq e Omnisat).

Apesar de suas restrições⁽⁷⁾, a análise de custo-benefício foi adotada explicitamente pela Autotrac, que detém quase metade do mercado de rastreadores, por meio da divulgação de *folders* e publicações, com o intuito de convencer os futuros usuários sobre as inúmeras vantagens do sistema, principalmente quanto aos benefícios intangíveis.

No entanto, apenas 34% das transportadoras realizaram algum tipo de análise técnica para a escolha do sistema mais adequado. Dessas, 15% utilizaram a análise de custo-benefício; 19% das empresas fizeram pesquisa de mercado, comparando os sistemas existentes em relação a diferença de preços, acessórios, confiabilidade, desempenho, tempo de existência no mercado, opiniões de outros usuários, testes do equipamento na empresa, demonstração do *software*, entre outros aspectos. Além disso, aproximadamente 12% das transportadoras revelaram não ter tido preocupação alguma quanto à análise econômica do sistema a ser utilizado na empresa quando o adquiriram.

Cerca de 40% das transportadoras afirmaram ter ocorrido poucos aumentos em vendas, número de clientes, quantidade vendida, lucro bruto, lucro operacional e taxa de retorno ao investimento em consequência da introdução dos rastreadores.

Em aproximadamente 60% das empresas o preço final do serviço e as despesas com vendas praticamente não foram alterados após a implementação dos rastreadores. As possíveis causas foram, respectivamente, a grande competição no mercado e a atuação consolidada do setor de vendas nas empresas.

Das empresas entrevistadas, aproximadamente 20% não souberam informar se o lucro bruto e a taxa de retorno ao investimento tinham ou não sido afetados pelos sistemas de rastreamento.

Principais ações tomadas pelas empresas para a sua melhor adequação à utilização dos rastreadores

Durante o processo de implantação e implementação dos sistemas de rastreamento nas empresas, houve destaque para o desenvolvimento do *software* por terceirização de serviços. Essa opção foi feita por cerca de 90% das empresas entrevistadas. Entretanto, Earl (1996) adverte que, ao delegar responsabilidades para a operação e a manutenção de sistemas, alguns riscos poderão ocorrer.

O fato de quase metade dos usuários utilizar o sistema Omnisat mostra que, entre outros motivos, as transportadoras procuraram investir no sistema mais antigo do mer-

cado (portanto, mais conhecido e com confiabilidade maior em relação aos concorrentes) e mais voltado ao aperfeiçoamento de equipamentos, *software* e *marketing*, na busca de soluções personalizadas dentro das empresas. Os demais sistemas praticamente implantavam o *software* padrão (desenvolvido em outros países) nas transportadoras.

A grande maioria das transportadoras utilizava o *kit* vendido pelas próprias fornecedoras de rastreadores, adaptando o *software* à sua estrutura interna (a maioria dos sistemas era de origem estrangeira), sem a preocupação em melhor aproveitar os recursos dessa tecnologia pela incorporação de novas funções ao sistema.

Os 10% restantes desenvolveram novos módulos em parceria com as fornecedoras, para integrar os dados advindos dos rastreadores aos dos demais sistemas utilizados por elas, visando melhorar o controle sobre todas as operações executadas internamente e permitir que os clientes também pudessem interagir em tempo real com a empresa, colhendo informações sobre o tempo de partida ou chegada de suas cargas, o seu trajeto, entre outros aspectos.

Além disso, a execução do trabalho em equipe (técnicos da fornecedora e da transportadora) para o desenvolvimento de novos módulos do *software* teve como consequência direta alguns acordos entre as partes envolvidas, como a isenção de pagamento do programa final por parte da transportadora e a incorporação de algumas rotinas ao *software* por parte da fornecedora de rastreadores, para a sua venda a outros clientes como *kit* básico do sistema de rastreamento.

Das empresas entrevistadas, em torno de 65% optaram pelo rápido treinamento de funcionários (operadores, motoristas) para a utilização dos rastreadores de maneira satisfatória, pois consideraram grande a facilidade de manuseio do sistema. No entanto, Fernandes & Alves (1992) ressaltam que o treinamento descontínuo de funcionários pode ser apontado como um dos fatores críticos que afetam o sucesso da TI nas empresas. Nesse sentido, constatou-se que algumas transportadoras promoviam palestras periódicas para seus funcionários com o intuito de melhorar a obtenção de informações sobre as cargas que estavam sendo transportadas e o desempenho do rastreamento, tanto em termos logísticos como em segurança. Geralmente, nessas reuniões havia interação entre seguradora, fornecedora do sistema e transportadora, com relatos de experiências e dicas para o aperfeiçoamento do uso do sistema.

Poucas transportadoras haviam comprado novos computadores pessoais para utilizar o rastreamento por satélite. Em alguns casos isso ocorreu devido à execução anterior da informatização da empresa, da qual foram aproveitados um ou dois computadores para a ins-

talação do *software* para gerenciamento dos caminhões por satélite.

Em contraposição, as demais ações listadas não foram afetadas pelo processo de adequação aos rastreadores, demonstrando que a maioria das empresas não pretendia investir seu tempo e recursos no aprimoramento dessa nova tecnologia internamente, aproveitando a estrutura já existente para adaptar o sistema à rotina da transportadora. Contudo, Custódio (1988) enfatiza a importância de existir interação entre os novos sistemas e as organizações e que, para isso, a empresa deve moldar-se a essas tecnologias para que sejam mais eficazes e eficientes. Assim, seria interessante conhecer os níveis de eficiência e eficácia dos sistemas de rastreamento nas transportadoras, uma vez que os resultados da pesquisa mostram comportamento oposto ao que foi constatado pelo referido autor.

Maiores benefícios obtidos pelas transportadoras com o uso dos sistemas de rastreamento

Confirmando impressões relatadas por Hamilton (1993), Autotrac (1996) e Reis (1997), os maiores benefícios observados pelas empresas foram, em ordem decrescente: aumento da segurança da carga transportada, melhor controle dos motoristas, melhoria dos serviços ao cliente, melhoria da decisão quanto à mudança de trajetos de coletas, socorro de veículos quebrados, melhoria da confiança do motorista em relação à empresa, obtenção de informação instantânea sobre a posição do veículo e obtenção de maiores vantagens competitivas em relação às outras empresas.

No que diz respeito às aplicações logísticas (principalmente em relação à interação entre o rastreador e o roteirizador), que têm constituído parte importante para o planejamento da frota, procurou-se verificar o quanto elas tinham sido exploradas pelas empresas transportadoras por meio dos benefícios advindos dos sistemas. Dentre os 18 itens analisados, alguns se relacionavam direta ou indiretamente a essas ferramentas: melhoria da decisão quanto à mudança de trajetos de coletas/entregas, socorro de veículos quebrados e obtenção de informação instantânea sobre a posição do veículo, itens que foram muito atendidos em cerca de 60% das empresas; redução na ociosidade da frota e no tempo de entrega/coleta, itens nos quais praticamente metade das transportadoras não teve melhoria alguma com o uso do rastreamento; diminuição do número de rotas e redução de horas extras, itens em que a maioria das empresas não sentiu diferença alguma com a utilização dos rastreadores. A não interferência dos sistemas nesses itens se deve, principalmente, à existência de uma rotina operacional previamente estabelecida e com resultados satisfatórios nas transpor-

tadoras, a qual, por isso, não foi afetada com a introdução do rastreamento.

Além disso, não houve efeito algum em relação à redução do número de funcionários e à melhoria na manutenção dos veículos. Os principais motivos foram, respectivamente, remanejamento de funcionários para exercerem novas funções de operadores na empresa e serviço interno de manutenção da frota, já existente antes da instalação dos equipamentos de rastreamento em grande parte das transportadoras.

Praticamente não se verificou efeito positivo algum na redução de custos totais e metade das empresas não obteve diminuição nos custos com segurança. Essa situação também foi verificada por Geraldo Vianna⁽⁸⁾, diretor da Associação Nacional do Transporte Rodoviário de Carga (NTC), principalmente em virtude do aumento na frequência de roubos, o que teve como consequência investimentos em rastreamento por satélite e serviços de segurança, ocasionando elevações de 10% a 12% nesses custos (NTC, 1998).

Em torno de 73% das empresas afirmaram ter obtido maiores vantagens competitivas com o uso dos rastreadores. No entanto, 80% das transportadoras não exploraram novas tecnologias a partir desses sistemas. Aliado a isso, de 88% a 100% delas informaram que o sistema de rastreamento não se interligava com quaisquer outros tipos de sistemas, como Internet, Intranet, EDI, código de barras, *just-in-time*, entre outros. Essas informações confirmaram que há, de maneira geral, uso mínimo dos recursos oferecidos pelos sistemas nas transportadoras.

É interessante observar que Brynjolfsson & Hitt (1996a; 1996b) concluíram em suas pesquisas que a melhoria do serviço ao cliente foi a principal razão apontada por grandes empresas para o investimento em TI. Apesar das especificidades da tecnologia de informação pesquisada no presente estudo, a melhoria do serviço ao cliente foi um dos grandes benefícios alcançados pelas transportadoras com o uso dos rastreadores, também confirmando as impressões de Hamilton (1993), Autotrac (1996) e Reis (1997).

Análise conjunta dos principais impactos financeiros, ações tomadas e benefícios obtidos pelas transportadoras

A partir da análise de correspondência, foi identificado o número ideal de eixos fatoriais para analisar as variáveis, por meio do programa computacional SPAD v.3.5 (Cisia, 1998). Assim, foram obtidos três eixos para os impactos financeiros, três eixos para as ações tomadas pelas empresas e quatro eixos para os benefícios obtidos pelas transportadoras.

Para a classificação geral das empresas analisadas, foi realizada a análise de conglomerados, com base nas coor-

denadas dos dez eixos fatoriais desses três grupos de variáveis, e utilizado o programa computacional SAS v.6.12 para *Windows* (SAS Institute, 1988).

Assim, por meio do procedimento *cluster* foi obtido o número ótimo de quatro classes para o agrupamento das empresas, utilizando-se novamente o método hierárquico de Ward⁽⁹⁾. Foram usadas três estatísticas para auxiliar na determinação do número de classes: homogeneidade do novo agrupamento (ou seja, corresponde ao desvio padrão de todas as variáveis — seu valor deve ser pequeno), perda de homogeneidade (SPR — mede a semelhança entre os grupos, assim seu valor deve ser pequeno) e heterogeneidade dos conglomerados (RS — mede a diferença entre os grupos e seu valor deve ser alto).

A composição final (descrita no quadro a seguir) de cada classe (grupo) foi obtida com base no método não-hierárquico *k-means*, utilizando-se o procedimento *fastclus* do pacote SAS.

Descrição dos Grupos (Classes) Formados pela Análise de Conglomerados

Grupos (Classes)	Empresas*
1	A, C, E, G, I, J, K, L, M, N, T, V, X
2	B, H, Q, S, W, Y
3	U
4	D, F, O, P, R, Z

* Relação das transportadoras quanto ao uso dos sistemas de rastreamento: A = Combat; B a G = Controlsat; H = Controlsat+Combat; I = Logiq; J = Motorola; K = Multisat; L a Z = Omnisat; W = Teletracker; Y = Teletracker+Omnisat+Controlsat.

Primeiro grupo

Este grupo foi composto, basicamente, pelas empresas que utilizavam, em sua grande maioria, sistemas só por satélite. A ausência de alguns impactos financeiros nessas empresas, como em vendas, número de clientes, despesas com vendas e preço final do serviço vendido, aliada ao pequeno número de caminhões rastreados e à quase inexistência de reestruturação das empresas, além da não alocação de capital em virtude do rastreamento e do pequeno treinamento de funcionários e motoristas, mostram que houve pequeno investimento nessa tecnologia.

Apesar disso, essas transportadoras obtiveram bons resultados quanto ao gerenciamento de risco, refletindo diretamente em grande melhoria no serviço ao cliente e aumento significativo na segurança da carga transportada. Embora não tenham obtido benefícios logísticos, principalmente relacionados à redução do número de rotas, melhoria na decisão quanto à mudança de trajetos e dimi-

nuição da ociosidade da frota, elas conseguiram grandes vantagens competitivas com o uso dos rastreadores em comparação aos concorrentes.

Segundo grupo

Este grupo se caracterizou por empresas que utilizavam vários tipos de sistemas (sistemas só por satélite, satélite/rádio, dois ou três sistemas distintos) em quase toda a frota da empresa (própria ou de terceiros). Houve, de maneira geral, impactos positivos nas vendas, no número de clientes, na quantidade vendida e na taxa de retorno ao investimento, embora elas tivessem alocado pouco capital adicional e não reestruturado a empresa para implementar o uso do sistema. Além disso, houve pequeno treinamento de motoristas e operadores para que eles se adaptassem aos rastreadores.

Embora essas empresas visassem principalmente o gerenciamento de risco, obtiveram benefícios em segurança (grande redução nos custos com segurança, grandes vantagens em colocar a carga no seguro, aumento significativo na segurança da carga transportada) e, também, vantagens logísticas, podendo-se citar entre elas: grande redução na ociosidade da frota e no tempo de entrega/coleta da carga. Além disso, houve grande melhoria no serviço ao cliente e na obtenção de informação instantânea do veículo, assim como melhor controle e maior confiança do motorista na empresa.

Terceiro grupo

Este grupo se constituiu de apenas uma empresa que usava o sistema Omnisat. Na realidade, essa transportadora se diferenciou das demais por ser a única especializada no transporte de produtos farmacêuticos e, por isso, fazer investimento freqüente nos sistemas de rastreamento, mobilizando todos os seus setores internos para que a implantação do gerenciamento de risco na empresa alcançasse pleno sucesso.

Quarto grupo

Este grupo foi composto por empresas que utilizavam os sistemas Controlsat e Omnisat (sistemas só por satélite). Essas empresas se caracterizaram por impactos positivos na quantidade vendida e por ausência de informação quanto ao lucro bruto e à taxa de retorno ao investimento.

No que diz respeito aos benefícios obtidos com o rastreamento, houve redução nos custos com segurança (em virtude da diminuição ou da eliminação da escolta) e grande aumento na segurança da carga transportada. Apesar disso, essas transportadoras não exploraram novas tecnologias associadas ao rastreamento, apesar de

disponerem de EDI, sistemas de informações gerenciais, Internet, entre outros meios.

CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado com o intuito de compreender-se melhor o uso de rastreamento por satélite no transporte rodoviário de cargas, uma vez que existiam apenas estudos pontuais para a divulgação desses sistemas no Brasil.

Além disso, deve-se destacar a utilização da Análise de Correspondência para analisar os dados qualitativos levantados. Apesar de não ser ainda uma técnica multivariada disseminada em estudos dessa natureza, permitiu que informações relevantes fossem extraídas e agrupadas por meio da Análise de Conglomerados, a fim de melhor caracterizar o gerenciamento de frotas por meio de sistemas por satélite.

Objetivou-se, dessa forma, captar o cenário real em que estavam inseridas as transportadoras e essas novas tecnologias, na cidade de São Paulo, para despertar, tanto por parte do setor de transportes como dos provedores de sistemas, preocupações com as dificuldades, as perspectivas e o aprimoramento dessa tecnologia, para que sua adoção possa estender-se a várias regiões do Brasil, a outros países do Mercosul e a outros setores, permitindo assim a melhoria da qualidade dos serviços prestados através da integração das cadeias produtivas.

De maneira geral, o gerenciamento de frotas por satélite vem se expandindo lentamente desde 1994, ano em que o primeiro sistema (Omnisat) foi lançado oficialmente no mercado brasileiro. No entanto, há perspectivas de crescimento do rastreamento no setor de transporte rodoviário, vislumbradas pelo acirramento da concorrência entre as empresas que atualmente fornecem diferentes tipos de sistemas. Por outro lado, as empresas têm iniciado o seu processo de reestruturação antes da implantação dos sistemas, com a finalidade de garantir serviços mais seguros e eficientes aos seus clientes. Contudo, as mudanças cultural, social e tecnológica têm sido muito lentas e incipientes, independentemente do tipo de sistema adotado pelas transportadoras.

Os sistemas que utilizavam apenas satélites e, portanto, com maior área de abrangência (Controlsat, Omnisat) dominaram o mercado, embora seus preços fossem mais altos em comparação aos dos sistemas que associavam satélite e rádio e as empresas usuárias demorassem quase o dobro do tempo para instalar os sistemas só por satélite em toda a frota.

Outro ponto importante a ser ressaltado refere-se à grande concentração de cargas de alto valor agregado e com tendência de expansão para o setor agropecuário, especialmente em relação a produtos agrícolas processa-

dos, produtos químicos (insumos e defensivos químicos) e, em quantidade bem reduzida, medicamentos para animais. Essas informações sinalizam para a abertura de canais de comercialização mais eficientes no transporte rodoviário, à medida que existem maiores controles sobre o trajeto das cargas e sobre os tipos de produtos transportados. Até o momento, houve grande concentração de entregas nas regiões Sudeste e Sul.

Os tipos de cargas predominantemente rastreados, aliados à abrangência das regiões de entrega, são fatores a serem considerados pelas transportadoras ao optar entre os vários sistemas disponíveis no mercado, pois os por rádio/satélite (mais baratos) restringem-se a áreas que tenham torres de retransmissão (praticamente a Grande São Paulo) e os só por satélite (mais caros) atuam em nível nacional, alguns deles se estendendo até outros países do Mercosul.

Deve-se acrescentar, também, que a principal razão para as empresas investirem em sistemas de rastreamento por satélite estava associada à necessidade de realização de gerenciamento de risco, por causa da pressão exercida pelas seguradoras em virtude dos assaltos freqüentes, tanto na cidade de São Paulo como nas rodovias, e da grande probabilidade de ocorrência de sinistro em cargas de alto valor agregado. Em alguns casos eram grandes os incentivos para que as empresas implantassem essa nova tecnologia, como redução de preços do seguro e descontos no preço do sistema de rastreamento. Essas estratégias poderiam ser levadas em conta pelas seguradoras e fornecedoras de sistemas, a fim de ampliar as parcerias com as transportadoras e, conseqüentemente, elevar os benefícios e reduzir os custos com os rastreadores.

De maneira geral, o comportamento das transportadoras foi bastante diversificado quanto ao aproveitamento dessa nova tecnologia. Sob o ponto de vista dos impactos financeiros dos sistemas sobre as empresas, observou-se que os rastreadores proporcionaram efeitos positivos, principalmente no referente à quantidade vendida pelas transportadoras. Dentre as empresas entrevistadas, algumas se destacaram em decorrência dos seus retornos financeiros terem sido superiores aos das demais, especialmente quanto ao número de clientes, à quantidade vendida e ao lucro bruto. Suas principais características eram: uso de sistemas que associavam rádio e satélite; transporte exclusivo de cargas mais valiosas, com alto risco de roubo; grande preocupação com a segurança. Por outro lado, ocorreram dificuldades na intensificação da eficiência logística sem que houvesse diminuição na segurança da carga transportada, pois isso implicaria, por exemplo, mudança de rotas, nem sempre tão seguras quanto as normalmente utilizadas pelas empresas.

Entre as principais ações tomadas pelas empresas para melhor se adequarem à utilização dos rastreadores, obser-

vou-se que a grande maioria usava o *kit* vendido pelas próprias fornecedoras de rastreadores e mais da metade tinha optado por treinar rapidamente seus funcionários para que eles operassem os sistemas com maior eficiência. Algumas empresas, no entanto, deram atenção especial ao treinamento de operadores e motoristas, capacitando-os, por meio de reciclagem contínua de conhecimentos, para rastrear as cargas (todas de alto valor agregado e de elevado risco de roubo) movimentadas pelas transportadoras.

Apesar de as empresas estarem preocupadas essencialmente com o aumento na segurança das cargas transportadas, foram também detectados na pesquisa outros benefícios importantes; entre eles, melhorias no monitoramento dos motoristas e dos serviços aos clientes. Além disso, deve-se ressaltar que as empresas que rastream pequenas quantidades de caminhões, ou que tinham seus custos com os sistemas pagos pelos clientes, observaram poucos resultados positivos com o uso do rastreamento. Por outro lado, verificou-se em alguns grupos de empresas que após a introdução dos rastreadores houve redução nos custos com segurança, principalmente relacionada à diminuição ou à extinção de serviços de escolta, e abatimento dos custos com a seguradora (obtido na negociação da apólice de seguro).

A partir da análise conjunta dos principais impactos financeiros, ações tomadas e benefícios obtidos pelas transportadoras, constatou-se que essas empresas se diferenciaram em virtude do tipo de comportamento adotado em relação ao rastreamento. De maneira geral, alguns pontos devem ser considerados pelas empresas, destacando-se: o rastreamento de poucos caminhões da frota pode acarretar pequenos reflexos financeiros positivos na empresa, tendo como conseqüência elevados custos e pequenos benefícios; o rastreamento da maioria dos caminhões pode ter como conseqüência melhorias nas vendas, no número de clientes, na quantidade vendida e na taxa de retorno do investimento, apesar de as empresas alocarem pouco capital adicional e não se reestruturarem internamente para implementar o uso do sistema; o uso dos rastreadores em grande parte dos caminhões permite reduzir os sinistros, além de possibilitar a obtenção de vantagens competitivas em relação aos concorrentes, aprimoradas pelos benefícios logísticos e pela adoção de outras tecnologias associadas ao rastreamento (Internet, sistemas de informações gerenciais, EDI, entre outras, praticamente não exploradas pelas transportadoras); o transporte exclusivo de produtos farmacêuticos exige investimento e treinamento contínuos para o gerenciamento de risco.

No que diz respeito às limitações deste estudo e às recomendações para trabalhos futuros, note-se que a abrangência da pesquisa se concentrou na cidade de São Paulo e na caracterização do uso dos sistemas de rastreamento

por satélite, em apenas um período de tempo, o que sugere a realização de outras pesquisas para acompanhar o impacto de sistemas de rastreamento no setor de transportes ao longo do tempo, em diferentes regiões do Bra-

sil, com maior número de empresas. Além disso, seria interessante verificar a tendência de uso desses sistemas e o seu nível de influência em outros setores da economia brasileira. ♦

NOTAS

- (1) Os sistemas de informação geográfica (SIG ou GIS — *Geographic Information Systems*) manipulam dados espaciais de diversas fontes, como mapas, imagens, cadastros, e têm permitido melhor conhecimento das regiões em todo o mundo, além de estudos mais refinados sobre recursos ambientais e aspectos meteorológicos (Alves, 1990).
- (2) Maiores detalhes sobre esses sistemas estão disponíveis, respectivamente, nos seguintes sites: [<http://www.newcomb.com>], [<http://www.sat.com>] e [<http://www.roadtrac.com>].
- (3) Segundo Oliveira (1996), a corretora de seguros Pamcary, especializada na prevenção e no combate ao roubo de cargas, controla 200 mil viagens de caminhões de transporte, em média, por mês, com esse sistema. De acordo com Lopez (1996:33), a partir da interação entre rastreadores e roteirizadores “é possível verificar se o planejamento sai da teoria e funciona na prática”.
- (4) Segundo Graves, Kan & Zipkin (1993), o JIT refere-se basicamente à redução do tempo e do volume dos estoques. Conforme Ballou (1993), esse controle rígido se dá principalmente pela disponibilidade de informação qualitativa e quantitativa, reduzindo a incerteza ao longo do sistema logístico e beneficiando compradores e fornecedores.
- (5) A análise de correspondência é uma das técnicas de redução dimensional, mais recentemente desenvolvida, com aplicações bem abrangentes, pois pode ser utilizada em várias situações para analisar relações não lineares e para dados com respostas categóricas, o que ocorre com as variáveis analisadas neste estudo. Está baseada na transformação do valor de qui-quadrado (que é igual à diferença entre a frequência da ocorrência atual e a frequência esperada) em uma medida de distância. Maiores detalhes poderão ser encontrados em Crivisqui (1998), Hair *et alii* (1995), Benzécri (1992) e Greenacre (1984).
- (6) A análise de conglomerados, embora seja considerada uma outra técnica de redução de dados, em muitos estudos, também tem sido empregada para identificar número menor de grupos homogêneos. Informações mais detalhadas poderão ser obtidas em Crivisqui & Villamonte (1998) e Dillon & Goldstein (1984).
- (7) Informações mais detalhadas poderão ser encontradas em Apostolopoulos & Pramataris (1997), Hares & Royle (1994) e Custódio (1983).
- (8) Comunicação verbal no Seminário “O futuro do transporte de cargas”, em 01 de setembro de 1998.
- (9) Maiores detalhes poderão ser obtidos em Anefalos (1999).

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o intuito de melhor compreender o uso dos sistemas de rastreamento por satélite no transporte rodoviário de cargas, na cidade de São Paulo, uma vez que existiam apenas estudos pontuais para a divulgação desses sistemas no Brasil, apesar de seu potencial de crescimento e sua importância econômica para o setor de transportes. Foram entrevistadas 26 transportadoras, ao acaso, mediante a aplicação de um questionário, para que se pudesse avaliar melhor o impacto dos sistemas nessas empresas, no referente às principais ações tomadas por elas para a melhor adequação ao sistema e aos maiores benefícios obtidos com o uso dessa tecnologia. Realizou-se a análise descritiva dos dados e a análise multivariada para as variáveis qualitativas, incluindo as análises de correspondência e de conglomerados, para agrupar as empresas com comportamentos semelhantes quanto ao uso dos sistemas de rastreamento. Embora essa tecnologia seja

RESUMO

recomendada tanto para a logística como para a segurança das cargas, seu emprego na cidade de São Paulo proliferou-se principalmente para o gerenciamento de risco, em virtude do aumento dos sinistros. Verificou-se que existe a necessidade de mudanças de ordem cultural, social e tecnológica nas transportadoras, para que seja maior a percepção dos benefícios do uso do sistema ao longo do tempo, pois muitos dos recursos só poderão ser explorados se houver alteração na dinâmica interna das empresas e maior integração com outros setores produtivos.

Palavras-chave: sistemas de rastreamento, satélite, transporte rodoviário de cargas, gerenciamento de frotas.

ABSTRACT

The main objective of this paper was to analyze the use of the satellite tracking systems in the freight highway transportation in the São Paulo city, because there were few studies about them in Brazil, but they have even been increasing its potential and economic application to the transportation sector. A questionnaire was applied to 26 trucking companies chosen randomly to evaluate these impacts systems on the firms, how they react and adjust and how they are able to benefit by using such technology. The data were analyzed through descriptive analysis and multivariate analysis for qualitative variable, including correspondence and cluster analysis, to arrange similar tracking companies for the use of tracking systems. Although this technology was recommended to be employed to logistics and freight security, its use in São Paulo city has been growing rapidly mainly the high risk management, consequence of the increase number of the robberies. On the other hand, it was also verified that the trucking companies demand changes in cultural, social and technological areas to better exploit to benefit from tracking systems along the years, once many different resources of the systems may be used if the trucking companies change their working dynamics and observe better integration to other productive sectors.

Uniterms: tracking systems, satellite, freight highway transportation, fleet management.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D.S. Sistemas de informação geográfica. In: *Geoprocessamento*. São Paulo, Escola Politécnica / USP, 1990. p.66-78.
- ANDRADE, J.B. de & BLITZKOW, D. NAVSTAR/GPS: uma nova era para o posicionamento. In: *Geoprocessamento*. São Paulo, Escola Politécnica/USP, 1990. p.189-197
- ANEFALOS, L.C. Gerenciamento de frotas do transporte rodoviário de cargas utilizando sistemas de rastreamento por satélite. Piracicaba, São Paulo, 1999. 134p. Dissertação (Mestrado) — Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.
- ANUÁRIO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA 96, n.1, p.81-96, 1996.
- APOSTOLOPOULOS, T.K. & PRAMATARIS, K.C. Information technology investment evaluation: investments in telecommunication infrastructure. *International Journal of Information Management*, v.17, n.4, p.287-296, Aug. 1997.
- AQUINO, M. Alta precisão no Brasil. *Fator GIS: a Revista do Geoprocessamento*, v.3, n.11, p.48-49, out./nov./dez. 1995.
- AQUINO, M. Avanços em WADGPS e WAAS. *Fator GIS: a Revista do Geoprocessamento*, v.4, n.13, p.49-50, abr./maio 1996.
- AS MAIORES DO TRANSPORTE, São Paulo, v.10, n.10, set./out. 1997. 112p.
- AUTOTRAC. *Omnisat: sistema de gerenciamento de frota e monitoramento de veículos por satélite*. São Paulo, AUTOTRAC Comércio e Telecomunicações S.A., 1996. 15p.
- BALLOU, R.H. *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo, Atlas, 1993. 388p.
- BENZÉCRI, J.P. *Correspondence analysis handbook*. New York, Marcel Dekker, 1992. 665p.
- BRYNJOLFSSON, E. & HITT, L. Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, v.42, n.4, p.541-558, Apr. 1996a.
- _____. The customer counts — investing in computers pays

- off: but to get the most value for your IT dollar, focus on customers. *Information Week*, n.596, p.48-54, Sep. 1996b.
- CISIA. *SPAD version 3.5*. Saint-Mandé, CISIA-CERESTA, 1998. [Tópicos de ajuda — aide]
- CRIVISQUI, E. Apresentação dos métodos de classificação. SEMINÁRIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS MULTIVARIADOS APLICADOS ÀS CIÊNCIAS HUMANAS. Campinas, UNICAMP, 1998. p.1-57
- CRIVISQUI, E. & VILLAMONTE, G. Apresentação da análise fatorial de correspondência simples e múltipla. SEMINÁRIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS MULTIVARIADOS APLICADOS ÀS CIÊNCIAS HUMANAS. Campinas, UNICAMP, 1998. p.1-176
- CUSTÓDIO, I. Avaliação de sistemas de informação: um modelo para auxiliar na escolha de métodos e técnicas. *Revista de Administração da USP*, v.18, n.4, p.6-17, out./dez. 1983.
- _____. Um estudo sobre variáveis organizacionais e comportamentais que afetam a avaliação de sistemas de informação. *Revista de Administração da USP*, v.23, n.4, p.3-8, out./dez. 1988.
- DANA, P. *Global positioning system overview*. [http://www.utexas.edu/depts/grg/geraft/notes/gps/gps.html]. Capturado em jun. 1998.
- DILLON, W.R. & GOLDSTEIN, M. *Multivariate analysis: methods and applications*. New York, John Wiley & Sons, 1984. 587p.
- EARL, M.J. The risks of outsourcing IT. *Sloan Management Review*, p.26-32, Spring 1996.
- FERNANDES, A.A. & ALVES, M.M. *Gerência estratégica da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro, LTC, 1992. 261p.
- FRANCO, L.C.S. & PESSOA, L.M. da C. Differential GPS: uma tendência mundial no uso do GPS em tempo real. *Fator GIS: a Revista do Geoprocessamento*, v.3, n.10, p.48-49, jul./ago./set. 1995.
- GEILING, K. A polêmica das antenas. *Brasil Transportes*, v.32, n.341, p.20-23, out. 1995.
- GRAVES, S.C.; KAN, A.H.G.R.; ZIPKIN, P.H. *Logistics of production and inventory*. North-Holland, Elsevier Science Publishers B.V., 1993. 760p.
- GREENACRE, M.J. *Theory and applications of correspondence analysis*. Orlando, Academic Press Inc., 1984. 364p.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. *Multivariate data analysis with readings*. 4 ed. New Jersey, Prentice-Hall, 1995. 745p.
- HAMILTON, J.W. Wireless communication systems: a satellite-based communications approach for competitive advantage in logistic and transportation support services. *Computers in Industry*, v.21, p.273-278, 1993.
- HARES, J. & ROYLE, D. *Measuring the value of information technology*. Chichester, John Wiley & Sons, 1994. 268p.
- LANGLEY, R. *Interference: sources and symptoms*. GPS World. [http://www.gpsworld.com/columns/1197innov.htm]. Capturado em nov. 1997.
- LOPEZ, I. Rastreadores aliam segurança a facilidades logísticas. *Revista Tecnológica*, v.2, n.13, p.30-40, out. 1996.
- NTC debate o futuro do transporte de cargas. *NTC Notícias*, v.7, n.394, p.1-4, set. 1998.
- OLIVEIRA, M. de. Até Scotland Yard vem ver a violência. *Revista da Indústria*, v.1, n.9, p.40-41, set. 1996.
- PENHA, G. Frotistas são o alvo preferencial. *Anuário do Transporte de Carga*, n.3, p.17-19, 1998.
- PESSOA, L.M. da C. WADGPS: maior precisão a longas distâncias. *Fator GIS: a Revista do Geoprocessamento*, v.4, n.13, p.47-48, abr./maio 1996.
- PINO, F.A. & CASER, D.V. *Falta de resposta em levantamentos por amostragem: um estudo de caso*. São Paulo, IEA, 1984. 25p. [Relatório de Pesquisa]
- REIS, N.G. dos. *Estudos técnicos do TRC: os rastreadores como ferramenta de logística e de segurança*. São Paulo, NTC/TM, 1997. 68p. [Mimeo.]
- ROADTRAC and talk800 create trucking communications systems. *Transport Technology Today*, p.S-22, Mar. 1996.
- SAS INSTITUTE. *SAS/STAT user's guide, release 6.03 edition*. Cary, NC, SAS Institute Inc., 1988. 1.028p.
- SHOW us the money. GPS World. [http://www.gpsworld.com/columns/roundtable]. Capturado em out. 1997.
- TECNOLOGIA acelera transporte rodoviário. *O Estado de S.Paulo*, 24 set. 1995. p. B-14
- WESTBROOK, M.N. *Wireless technologies: DSRC, cellular, and GPS*. ITS World. [http://www.itsworld.com/ITS101/its101wt.htm]. Capturado em nov./dez. 1996.