



Sistemas de informação e transporte público: Implantação do banco de dados integrado das pesquisas origem-destino

Adalberto A. Fischmann

*Prof. titular da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - USP
E-mail: aafischm@usp.br*

Carlos Alberto Pedrosa

*Economista e consultor da Fundação Instituto de Administração FIA/USP
E-mail: cape@uol.com.br*

Luis Alberto Noriega Vera

*Mestre em Administração FEA/USP e doutorando da Escola Politécnica - USP
E-mail: lalberto@usp.br*

Andreina Nigriello

*Professora doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - USP
E-mail: andreia@usp.br*

No processo de elaboração de diretrizes para o planejamento urbano, um dos elementos básicos para a identificação da demanda e definição da oferta de serviços urbanos são as informações. Mediante o uso de técnicas de levantamento de informações e posterior sistematização, disponibilizam-se alguns dos mais relevantes aspectos a serem considerados pelos órgãos governamentais na definição de critérios que orientem a tomada de decisões. Como importantes subsídios para o delineamento de políticas públicas, o uso de informações sistematizadas permite, entre outros aspectos, a realização de diagnósticos gerais e específicos sobre o ordenamento das cidades, sua expansão urbana, a cobertura e qualidade dos serviços públicos e as características populacionais.

Dependendo do enfoque de análise e da área a ser estudada, o trabalho de levantamento de dados, as tabulações decorrentes e a organização desses dados de forma estruturada sempre demandaram prazos muito longos em relação às necessidades de resultados. A partir da estruturação e criação de um sistema de gerenciamento e da adoção de tecnologias de informação adequadas pode ser obtida maior



www.antp.org.br

agilidade na compilação dos dados, minimizando a ausência e defasagem temporal dos mesmos.

No atual contexto de evolução tecnológica, os sistemas de informação são considerados instrumentos que facilitam o planejamento urbano e de transportes, principalmente quando se faz uma análise integrada das políticas de uso de solo e transportes públicos.

No Brasil, a experiência de sistematização de dados obtidos pelas pesquisas origem-destino (pesquisa O/D), realizadas pela Cia. do Metropolitano de São Paulo (Metrô), reúne os resultados dos quatro levantamentos, elaborados a cada dez anos desde 1967, com o objetivo de disponibilizar esses dados aos diferentes agentes integrantes do planejamento e operação dos transportes coletivos urbanos da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Nesse sentido, o documento aborda a questão do uso dos sistemas de informação como ferramentas de apoio na tomada de decisões relacionadas ao planejamento urbano de modo geral e, mais especificamente, para a área de planejamento de sistemas de transportes e apresenta a experiência de elaboração do sistema de informações da pesquisa O/D do Metrô. Finalmente, trata do uso potencial desse instrumento na elaboração de diversos estudos, incluídos os de impacto das intervenções no sistema de transporte no espaço urbano.

OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE APOIO NO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Na elaboração de um planejamento integrado de transportes uma série de elementos e processos com características específicas devem ser considerados, dentre eles as informações sobre a oferta e a demanda dos sistemas de transporte (Hay, 1977; Fielding, 1987; Bruton, 1992; ANTP, 1997; entre outros). Assim, a definição da oferta engloba a descrição das redes físicas de transporte (rodoviária, ferroviária) e as suas características quanto a tecnologia, frota, itinerários, frequências, tarifa e nível de serviço, além das condições do transporte de carga. Já a identificação da demanda visa conhecer a circulação e utilização da estrutura da cidade pelas pessoas e cargas.

Especificamente, quanto às informações sobre a geração da demanda de um sistema de transporte urbano, estas podem ser obtidas através de determinadas fontes, englobando:

- dados sobre as estatísticas de população (características sócio-demográficas);
- uso do solo (por atividades econômicas e residenciais);
- deslocamentos (origem, destino, motivo, modo e tempo de viagem), incluindo medidas tais como: o índice de mobilidade (número médio

de viagens por habitante), de motorização (número médio de automóveis por habitante), além da demanda pontual de passageiros em determinados locais e horários.

O levantamento de tais informações é necessário para o desenho de uma rede de transportes, possibilitando o planejamento de um sistema de transporte que leve em conta a relação entre a estrutura urbana, as condições socioeconômicas da população e a demanda por transportes (Schon, 1996 e Vasconcellos & Scatena, 1996).

Com a crescente profissionalização do setor transportes alguns elementos se tornaram facilitadores na execução de tarefas relacionadas ao seu planejamento. Dependendo do contexto, a evolução tecnológica tem possibilitado e contribuído na concepção e posterior sistematização de complexas bases de dados (Carter et al., 1992 e Andreu et al., 1992). Hoje em dia, na construção de complexos sistemas de informação torna-se estratégico identificar a sua funcionalidade quanto à consistência de seus processos, a diminuição dos períodos de processamento, a possibilidade de crescimento e a facilidade de mudança e manutenção (Burch & Grudnitski, 1989). No setor transportes essa ferramenta tem sido fundamental na tomada de decisões e na implantação de políticas públicas, tanto em nível dos gestores quanto de operadores de sistemas de transportes (Stangl, 1994 e Brasileiro, 1996).

Nesse sentido, a experiência do Metrô torna-se relevante ao considerar, na construção do seu sistema de informações da pesquisa O/D, alguns aspectos do planejamento de uma base de dados destinada a subsidiar o planejamento integrado do transporte da Região Metropolitana de São Paulo. Assim, ao considerar a influência da extensão da área urbana e sua estrutura, a densidade e localização de residências, centros de trabalho e negócios, entre outros, essa pesquisa permite identificar o efeito desses elementos na demanda por transportes e nas oportunidades e restrições na elaboração do plano de sistema de transportes.

O SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA PESQUISA ORIGEM-DESTINO

As pesquisas origem-destino

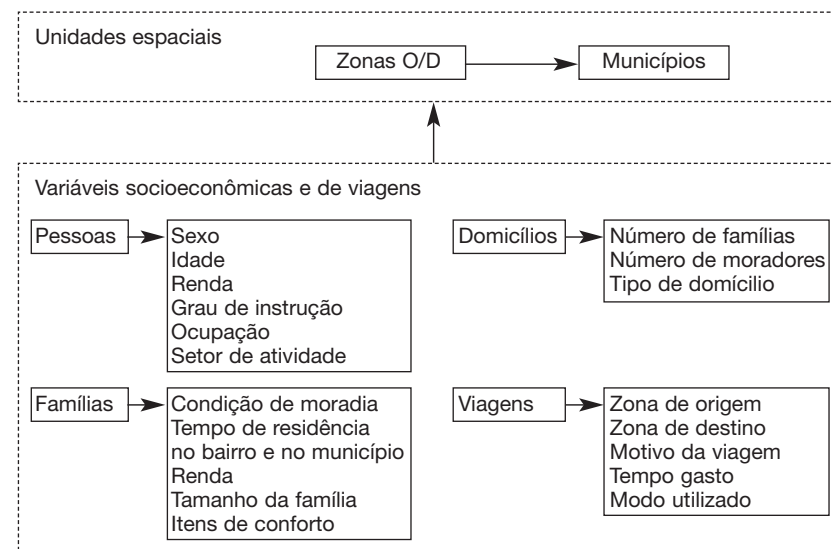
As pesquisas O/D, realizadas pelo Metrô a cada dez anos desde 1967, têm por objetivo principal conhecer as características das viagens realizadas na RMSP. Na opinião de Ortúzar e Willumsen, além de possibilitar a identificação do padrão atualizado dos deslocamentos, segundo os diferentes meios de transporte (motorizados e não-motorizados), a pesquisa permite a obtenção de dados sobre as características socioeconômicas da população, a localização de empregos e

escolas, os padrões de uso do solo, entre outras características das áreas urbanas que se pretende estudar (Ortúzar & Willumsen, 1994).

As informações coletadas podem ser desagregadas em diferentes recortes espaciais e as variáveis em distintas unidades, ou seja, as características das pessoas, das famílias, dos domicílios e das viagens, regionalizadas por zonas, as quais agrupadas formam os municípios da região (figura 1). A desagregação permite a identificação precisa dos padrões de viagens entre as zonas origem e destino. Em 1997, a pesquisa foi aplicada em uma amostra de aproximadamente 35 mil domicílios, localizados nos 39 municípios da região, dividida em 389 zonas O/D.

Além da pesquisa domiciliar, também podem ser obtidos alguns outros dados relacionados às viagens externas, a partir da chamada pesquisa da linha de contorno. Nesse caso, os dados são levantados por modo de transporte segundo o local de origem, de destino, o horário, o motivo da viagem, a quantidade de passageiros transportados, tipo de carga, entre outros.

Figura 1
Unidades espaciais e variáveis utilizadas pela pesquisa origem-destino



Desenvolvimento do sistema de informações

Tendo em vista o grande volume de informações socioeconômicas e de viagens coletadas pelas pesquisas O/D na RMSP - 3,5 milhões de linhas de informação armazenadas no banco de dados -, durante o



www.antp.org.br

processo de planejamento da pesquisa O/D-1997 foi definida a implantação de um sistema de gerenciamento informatizado de controle da qualidade e processamento dos dados coletados em campo. A consolidação dos resultados das quatro pesquisas (série histórica 1967, 1977, 1987 e 1997) foi realizada a partir da montagem de um único banco de dados, permitindo uma integração dinâmica dos processos de planejamento e de ações vinculadas à estruturação urbana e ao sistema integrado de transporte da RMSP.

Desse modo, a informatização das pesquisas O/D significou para o Metrô a incorporação de um dos mais completos e organizados acervos de informações sobre a mobilidade da metrópole e, ainda, disponibilizadas aos agentes integrantes do planejamento e operação dos transportes coletivos urbanos nos municípios da RMSP. Dessa forma, foi aberta a possibilidade de montagem de um macrosistema de informações sobre transportes, a partir da integração do banco de dados O/D com ferramentas voltadas especificamente à simulação de redes de transporte, criando para o Metrô um instrumental de planejamento e monitoração do sistema de transporte urbano da RMSP.

Por um lado, os trabalhos de estruturação e gerenciamento do sistema de informações da pesquisa O/D envolveram o desenvolvimento de sistemas relativamente complexos que visam o atendimento das necessidades fundamentais sobre a consistência da pesquisa, a formação do banco de dados e a criação do módulo de exploração de dados.

O desenvolvimento da metodologia do sistema da pesquisa O/D demandou:

- a especificação dos critérios de filtragem e agregação de dados para os objetos básicos de exploração do banco de dados O/D, atendendo demandas específicas formuladas por usuários dos diversos setores do Metrô/SP;
- a formatação de saída dos dados exportados (base de dados para simulação);
- desenvolvimento e teste dos programas de navegação e extração de dados do banco de dados O/D para o formato de saída.

Para a estruturação do banco de dados foi necessário o desenvolvimento de um conjunto específico de processos capazes de resgatar e preservar, ao máximo, o conteúdo original das informações contidas em antigos arquivos de dados, estruturando-os em modelos que obedecessem a padrões e conceitos tecnológicos específicos. O sistema de informações possibilitou, através do acompanhamento da evolução da pesquisa, maior controle sobre a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos pela coleta de dados em campo, permitindo o resgate de informações formatadas segundo a disponibilidade de

recursos tecnológicos disponíveis em cada uma das épocas em que foram realizadas as pesquisas.

Por outro lado, a arquitetura adotada no referido banco de dados permite que as ações de busca e exploração das informações nele armazenadas sejam feitas de maneira eficiente e segura. Também tornou possível desvincular a busca dos dados da sua forma final de apresentação, viabilizando a adoção de outras ferramentas de apresentação convenientes a cada caso. Desse modo, foram usadas ferramentas complementares para a visualização gráfica, como a tecnologia GIS (*Geographic Information System*) definida sobre as bases georeferenciadas já existentes para a RMSP.

Finalmente, o sistema de informações, através do seu módulo de gerenciamento, possibilitou um rigoroso controle quanto à legitimidade do preenchimento do questionário e a avaliação do desempenho das organizações que se responsabilizaram pela aplicação dos questionários da pesquisa, segundo parâmetros mínimos de validade de dados.

APROVEITAMENTO DO BANCO DE DADOS DA O/D NO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

A utilização do banco de dados O/D é fundamental como apoio nas subseqüentes etapas do planejamento de transportes, dentre as quais podem ser citadas (Nigriello, 1977):

- A distribuição espacial dos deslocamentos internos e externos à metrópole. Essa é a informação de maior relevância ao planejamento de transportes, derivada do banco de dados da pesquisa O/D. Nessa etapa, se procuram identificar os principais vetores de deslocamento, estabelecendo suas zonas de origem, de destino e a quantidade de viagens que representam. O desenho desses vetores, também conhecidos como “linhas de desejo de viagem”, permite visualizar a dinâmica dos deslocamentos que ocorrem na metrópole e na macrorregião em que esta se insere, esquematizando o comportamento da demanda de transporte. Esta informação é essencial à elaboração dos planos de revisão das redes de alta capacidade, como a metroviária e a ferroviária.
- A análise de uma diretriz de planejamento que procure atender os principais volumes de viagens também permite observar que a proposta de novas linhas estruturais de transporte fundamenta-se no confronto entre as redes existentes, em cada modo, e os gráficos de linhas de desejo de viagem construídos com os dados da pesquisa O/D.
- A simulação do carregamento das redes estruturais de transporte, nas datas horizonte dos planos, com e sem as alterações propostas nos estudos de revisão das mesmas.



www.antp.org.br

De acordo com a metodologia clássica de planejamento de transporte, esta aplicação dos dados das pesquisas O/D permite a elaboração das matrizes de viagens futuras, utilizando os modelos de geração, distribuição, divisão modal e atribuição de viagens, os quais implicam em:

- estudos estatísticos das funções que representam a relação entre a demanda de transporte e as variáveis socioeconômicas, como número de empregos, matrículas escolares, habitantes, renda média familiar, entre outros;
- projeções da demanda de transporte, na data horizonte dos planos, realizadas com base em cenários da evolução socioeconômica da metrópole e nas funções que relacionam a demanda de transporte com as variáveis socioeconômicas. Na produção dos cenários socioeconômicos são realizadas comparações em diversos períodos com dados colhidos nas pesquisas O/D e com dados de outras fontes de pesquisa, principalmente dos censos demográficos, e em previsões econômicas (PIB, entre outros).
- A avaliação das alterações propostas para a atualização da rede de transporte estrutural. Os dados das pesquisas O/D são empregados na identificação e escolha da alternativa que melhor satisfaz o atendimento da demanda de viagem prevista e, dessa forma, maximizando a relação entre benefícios e custo para a comunidade (Adler, 1978).

Possibilidade de utilização do banco de dados O/D nos estudos de impacto da implantação de linhas de metrô em São Paulo

Os estudos de acompanhamento dos efeitos produzidos pelos programas de expansão de redes de transporte de massa têm sido desenvolvidos, com frequência e detalhamento crescentes, tanto pelos órgãos responsáveis pelo planejamento e gestão do serviço, como pelos de planejamento urbano, institutos de pesquisa e universidades.

A relação entre padrões de acessibilidade e o grau de desenvolvimento urbano e socioeconômico busca respostas a questões tais como:

- Qual a força de indução que pode ser atribuída à implantação de uma nova linha de metrô, no que diz respeito à atração de equipamentos, serviços urbanos, empregos, comércio e população em espaços urbanos periféricos?
- Qual a valorização imobiliária que pode ser atribuída a determinada alteração no nível de acessibilidade decorrente da implantação de uma nova linha de metrô?
- Quais alterações no espaço edificado podem ser esperadas com a chegada de uma nova linha de metrô? Há deslocamento de população de baixa renda como resultado de tais alterações?
- Quais os agentes sociais envolvidos na produção dos impactos provocados por uma nova linha de metrô? Quem sofre essas ações?



www.antp.org.br

As respostas a essas questões possibilitariam a orientação das intervenções relativas à expansão da rede de metrô, de forma a:

- definir políticas e diretrizes destinadas a minorar os efeitos perversos decorrentes da implantação de novas linhas de metrô;
- viabilizar a criação de fontes não convencionais de financiamento para a expansão da rede de metrô, a partir da captação da renda imobiliária resultante da valorização trazida por tais investimentos públicos;
- aumentar a confiabilidade nas projeções de demanda futura de viagens, agregando às mesmas os efeitos esperados, em função da expansão da própria rede de metrô;
- aumentar o conhecimento necessário ao encaminhamento das negociações entre as entidades gestoras e operadoras da rede de metrô e os demais agentes sociais, para criar a viabilidade necessária ao sucesso da implantação de medidas destinadas ao controle dos impactos em questão.

A avaliação de impactos decorrentes da implantação de linhas de metrô envolve basicamente dois tipos de estudos na sua área de influência direta e indireta:

- alterações observadas na área de influência das linhas de metrô, antes, durante e depois da implantação das mesmas;
- alterações observadas na área de influência das linhas de metrô, em comparação às alterações observadas em “áreas de controle” - áreas semelhantes às primeiras, exceto pela presença do metrô.

Uma vez delineada a área de influência de uma linha de metrô, é possível, através do banco de dados O/D, identificar as alterações em seu perfil socioeconômico e na mobilidade e acessibilidade da população ao longo do tempo, bem como caracterizar, através de análises históricas e estatísticas, “áreas de controle” adequadas aos estudos de suas alterações em diversos períodos. Estabelecidas essas áreas de confronto e seus correspondentes perfis socioeconômicos, viabiliza-se a mensuração de impactos líquidos da implantação das linhas de metrô em suas áreas de influência. Assim, com o banco de dados da pesquisa O/D, é possível comparar, por exemplo, alterações na distribuição espacial da população, dos empregos, das matrículas escolares, das viagens realizadas, da renda média da população e de sua mobilidade, constatadas na área de influência de linhas de metrô, com as observadas nas “áreas de controle” (Nigriello, 1977).

Para a realização desses estudos, outras fontes de dados podem ser consultadas compatibilizadas espacialmente com as agregações de zonas estabelecidas na pesquisa O/D, tais como: cadastros de imóveis, cadastros de cobrança de impostos sobre bens imóveis, banco de dados de lançamento de imóveis, banco de dados sobre licenças

mentos da construção de imóveis, banco de dados de consumidores de energia elétrica, água, além do Censo Demográfico.

Desse modo, a possibilidade de expansão do banco de dados da O/D, no sentido de agregar outras fontes de dados com o propósito de estudar os impactos, viria a ampliar o sistema de informações, facilitando o acesso e a exploração dos resultados, além de garantir aos usuários desses dados um acesso rápido e seguro a todas as informações pretendidas para, entre outros, o planejamento de sistemas de transporte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço tecnológico no tratamento das informações vem influenciando diversas áreas do conhecimento e, dessa forma, possibilitando o aperfeiçoamento de suas técnicas e confiabilidade no tratamento e uso das informações armazenadas segundo critérios específicos preestabelecidos. A área de transportes é mais um exemplo da alternativa que oferece o uso de ferramentas e técnicas para o tratamento de informações.

Também é destacada a experiência do Metrô na realização das pesquisas O/D que, ao longo das suas últimas quatro versões, pode ir incrementando a facilidade de processamento das informações. O surgimento da proposta de um sistema de informações capaz de atender às exigências quanto à consistência das informações e às necessidades dos setores encarregados do planejamento e gestão no Metrô, é produto da constante preocupação em melhorar o processamento de informações que auxiliam esse processo.

Outros fatores também foram apontados como potencialidades do sistema de informações. Por um lado, a partir do banco de dados da O/D, foi disponibilizada uma ferramenta destinada ao planejamento das linhas de metrô e dos transportes públicos de forma mais ampla. De outro lado, essa ferramenta possibilita a interação de outros órgãos de planejamento urbano na identificação das necessidades de intervenção na estrutura urbana. Dessa forma, a participação de diferentes órgãos de planejamento estaria sendo subsidiada com a existência de sistemas de informação que facilitam o processo de tomada de decisão no planejamento das cidades.

Finalmente, o sistema de informações da O/D, considerada a sua adaptabilidade, permite a sua utilização em diversos estudos, como o de impactos. Os benefícios advindos do novo sistema de informações são observados a partir do subsídio que ele fornecerá aos tomadores de decisões, diante de um conjunto de alternativas de transporte viáveis - segundo critérios de avaliação econômico-financeiros, tecnológicos, entre outros.



www.antp.org.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, Hans. (1978). *Avaliação econômica dos projetos de transportes: metodologia e exemplos*. Rio de Janeiro: Ltc.
- ANDREU, R.; RICHART, J.E. e VALOR, J. (1992). *Information systems strategic planning - a source of competitive planning*. Oxford: NCC Blackwell Ltd.
- ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. (1997). *Transporte humano: cidades com qualidade de vida*. São Paulo: ANTP.
- BRASILEIRO, A. (1996). A moderna empresa de ônibus urbanos no Brasil. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*. Ano 18, 2º trimestre, pp. 39-51.
- BRUTON, M.J. (1992). *Introduction to transportation planning*. Londres: UCL Press.
- BUCKLEY, W.F. (1971). *A sociologia e a moderna teoria dos sistemas*. São Paulo: Cultrix.
- BURCH, J., GRUDNITSKI, G. (1989). *Information systems: theory and practice*. Cingapura: John Wiley & Sons.
- CARTER, G.M.; MURRAY, M.; WALKER, R. e WALKER, W. (1992). *Building organizational decision support systems*. California: Academic Press.
- FIELDING, G.J. (1987). *Managing public transit strategically: a comprehensive approach to strengthening service and monitoring performance*. São Francisco: Jossey-Bass.
- HAY, W.W. (1977). *An introduction to transportation engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- NIGRIELLO, Andreina. (1977). *Valor do solo e sua relação com a acessibilidade: estudo a nível urbano*. Dissertação de mestrado. UFRJ.
- ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis (1994). *Modelling transport*. Chichester: John Wiley & Sons. 2º ed.
- SCHON, J.G. (1996). *Transportation systems and service policy: a project based introduction*. New York: Chapman & Hall.
- STANGL, D.W. (1994). Projeto para instalação de um sistema de informações no estado de Salzburg - Áustria com a ajuda do sistema geográfico de informações. In: *Sistemas de informação geográficas e ambientais*. Instituto Ambiental do Paraná. Curitiba.
- VASCONCELLOS, E., SCATENA, J.C. (1996). Avaliação social em transporte utilizando pesquisas origem-destino. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*. Ano 18, 3º trimestre, pp. 57-70.