

Capítulo III

Planejamento de Transportes

ANÁLISE DE RELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, GEOGRÁFICAS E DO SISTEMA DE TRANSPORTES E PADRÕES DE ENCADEAMENTO DE VIAGENS URBANAS

Cira Souza Pitombo

Eiji Kawamoto

Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo

RESUMO

O objetivo principal deste projeto de pesquisa é analisar as relações entre padrões de viagens encadeadas da população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e conjunto de características contextuais (geográficas, oferta de transportes e socioeconômicas) utilizando um minerador de dados. O minerador de dados a ser utilizado neste trabalho é Árvore de Decisão e Classificação, uma ferramenta de análise disponível no software S-PLUS 6.1. A análise será baseada na pesquisa origem-destino realizada pelo METRÔ-SP na RMSP, em 1997. Espera-se que a consideração de variáveis representando características geográficas e de oferta de transportes aperfeiçoe a compreensão do comportamento de escolha referente a padrão de encadeamento de viagens.

ABSTRACT

The main aim of this research project is to analyze the relationship between trip-chaining patterns in São Paulo Metropolitan Area (SPMA) and set of contextual characteristics (geographical, transportation supply and socioeconomics) by using a data miner. The data miner to be applied in this work is Decision and Classification Tree, an analysis tool available in S-Plus 6.1 software package. The analysis will be based on the origin-destination home-interview survey carried out by METRÔ-SP in SPMA, in 1997. It is expected the consideration of variables representing geographical and transportation supply characteristics will improve the understanding on choice behavior related to trip-chaining pattern.

1. INTRODUÇÃO

Indivíduos geram padrões de viagem bastante complexos em decorrência da sua participação em diversas atividades diárias, as quais geralmente são realizadas em diferentes horários e localizações, e em função da influência de características do meio urbano, variáveis socioeconômicas e infra-estrutura de transportes. Reconhecendo a importância das características contextuais na formação de padrões de viagens, Strathman e Dueker (1995) sugeriram que a análise de viagens baseada em atividades deve ser fundamentada nas características geográficas e do sistema de transportes, além das características socioeconômicas.

A influência das características socioeconômicas das pessoas e suas famílias e a participação delas em diversas atividades na formação de padrões de viagens encadeadas vem sendo estudada nos últimos anos. No Departamento de Transportes da EESC-USP, este tipo de estudo iniciou-se em 2000. Os trabalhos iniciais, realizados por Ichikawa (2002) e Ichikawa et al. (2002), buscaram avaliar o desempenho de minerador de dados na obtenção de relações entre características socioeconômicas e participação em atividades e padrões de viagens encadeadas.

Uma vez comprovada a utilidade de minerador de dados neste tipo de pesquisa, seguiram-se outros trabalhos, agora com o objetivo de analisar o comportamento de viajantes no que se refere à escolha dos padrões de viagens encadeadas (Pitombo, 2003; Pitombo e Kawamoto, 2003). Como resultado, foi possível mapear a forma como as características socioeconômicas e a participação em atividades, principalmente nas compulsórias, influenciam a escolha dos padrões de viagens encadeadas, definidos em termos de seqüências de motivos, de modos de viagem, de períodos do dia e duração das viagens.

De certa forma, os estudos acima vieram a corroborar os resultados anteriormente obtidos no exterior. De fato, na literatura que trata das relações entre encadeamento de viagens e características de indivíduos e suas famílias predominam a afirmação de que características dos deslocamentos pessoais podem ser determinadas pelo seu poder econômico, papel do indivíduo na família e estrutura familiar (Allaman et al., 1982), pelo sexo (McGuckin e Murakami, 1995) e pelo tamanho da família (Sarmiento, 1996).

Contudo, deve-se ressaltar que características socioeconômicas e participação em atividades são apenas partes de um conjunto de variáveis que permite explicar o comportamento concernente à escolha do padrão de viagens encadeadas. Assim como a posse de automóveis ajuda a explicar a escolha modal, é provável que a disponibilidade de determinados modos de viagem numa dada zona ajude a explicar a formação de padrões de viagem nessa zona. Ainda, é possível que o padrão de uso do solo das zonas ajudem a explicar as escolhas de destinos.

Aos poucos novas dimensões, tais como variáveis geográficas e as relacionadas ao sistema de transportes na análise de viagens baseadas em atividades, vêm sendo incorporadas na análise em busca da representação mais realística do comportamento referente a encadeamento de viagens e da construção de estruturas mais adequadas para previsão de demanda de transportes. Desta forma, nos últimos tempos surgiram novos trabalhos que consideram, além de características socioeconômicas, o uso do solo e aspectos ligados ao sistema de transportes.

Kitamura (1985) examinou relações entre a tendência de os indivíduos encadearem as viagens e as características de uma cidade hipotética linearmente disposta. Chen et al. (1997) apresentaram uma extensão de conceitos de acessibilidade tradicionais, aplicados a todo domicílio, incorporando efeitos de transferências de acessibilidades, interação entre membros do domicílio e programação de atividades. Dong et al. (2002) desenvolveram uma medida de acessibilidade, ABA (*activity-based accessibility*) que é gerada através de um modelo de programação de atividades diárias, incorporando efeitos de uso do solo e sistemas de transportes a escolhas de padrões de viagens.

A estrutura proposta na Figura 1 representa o conjunto de variáveis relacionadas a diferentes escolhas de padrões de viagens encadeadas. O encadeamento de viagens depende de forma geral de quatro grupos principais de variáveis: participação em atividades, características socioeconômicas, aspectos geográficos e características do sistema de transportes urbano.

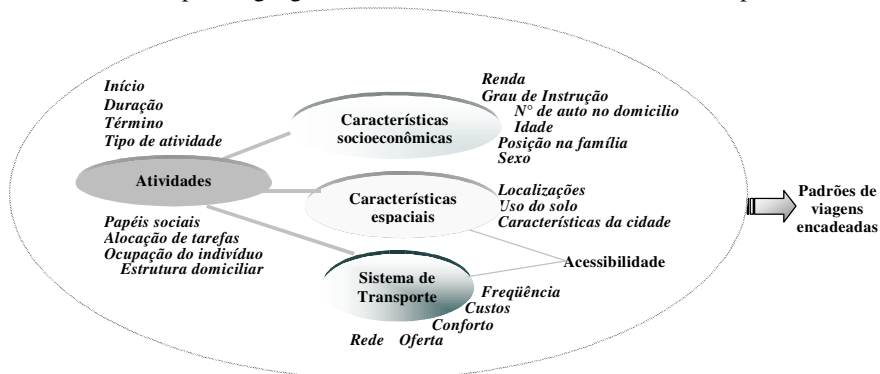


Figura 1: Conjunto de variáveis que influenciam o encadeamento de viagens urbanas.

2. OBJETIVO

O principal objetivo da pesquisa proposta é analisar o comportamento individual referente ao encadeamento de viagens urbanas na RMSP sob a perspectiva dos quatro grupos de variáveis representados na Figura 1: Atividades, características socioeconômicas, características espaciais e do sistema de transportes.

3. MÉTODO

Para atingir as finalidades propostas para o trabalho de doutorado, são definidos preliminarmente os seguintes passos:

3.1 Tratamento dos dados

O estudo será baseado nos dados da Pesquisa Origem-Destino (O-D) da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), realizada em 1997, por meio de entrevista domiciliar, pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (METRÔ-SP). Na época, a RMSP contava com uma população de aproximadamente 17 milhões de habitantes, distribuídos em 39 municípios.

O banco de dados da RMSP é composto originalmente de 98.780 indivíduos. Na etapa de tratamento dos dados, deve-se separar a amostra final, seguindo, a exemplo de análises realizadas nos trabalhos anteriormente desenvolvidos na EESC-USP, as quatro etapas: (1) eliminação de dados incompletos, (2) eliminação de indivíduos que tenham realizado uma ou mais de quatro viagens, com intuito de limitar o número total de padrões de viagem, (3) eliminação dos indivíduos que não tenham tido como origem e destino final a residência, (4) eliminação dos padrões de encadeamento de viagens pouco frequentes para se adequar à limitação do *software* utilizado.

3.2 Escolha das variáveis de interesse

Conforme comentado anteriormente, as variáveis independentes (categóricas ou numéricas) utilizadas no trabalho pertencem a quatro grupos principais, representados na Figura 1. As possíveis variáveis de interesse escolhidas encontram-se sumariadas na Tabela 1:

Tabela 1: Possíveis variáveis a serem utilizadas no trabalho

Variáveis	independentes	dependentes
Atividades	TRABALHA, ESTUDA	Padrão de viagem
Socioeconômicas	Posição do indivíduo na família, Grau de instrução, Renda individual Renda familiar, Sexo, Idade, N° de automóveis, Total de pessoas na família Crianças no domicílio, Chefe da família homem ou mulher	
Sistema de transportes	Oferta de transportes Configurações espaciais das redes de transporte	
Características geográficas	Localização das zonas ou município de origem e destino Pólos geradores, Empregos por setor de atividade e por zonas N° de "matrículas" por faixas de horários de chegada à escola por zonas N° de matrículas por grau de instrução e por zonas de escola	
		Modo de Viagem
		Motivo de viagem
		Período do dia

Além das variáveis utilizadas, será proposta, com o auxílio de um SIG, uma medida de acessibilidade que reflita não apenas características do uso do solo e do transporte como também a idéia básica do encadeamento de viagens, ou seja, as viagens realizadas são inter-relacionadas e programadas pelos indivíduos de acordo com a conveniência de horários, localizações geográficas e adequação de outras modalidades.

3.3 Aplicação de minerador de dados

A técnica a ser aplicada na análise é a mineração de dados, especificamente árvores de decisão, com a qual serão estudadas relações entre os padrões de encadeamento de viagens (variáveis dependentes) e características socioeconômicas, participação em atividades (compulsórias e outras) e aspectos do uso do solo e do sistema de transportes (variáveis independentes). Para processamento da árvore será utilizado o Software S-Plus 6.1, disponível no Departamento de Transporte da EESC.

Um dos principais motivos que levaram à escolha da árvore de decisão contida no S-Plus é a sua capacidade de representar a natureza probabilística do objeto analisado, que no caso é o comportamento relacionado a viagens encadeadas. Ela é um modelo compatível com o comportamento humano observado, onde indivíduos com características socioeconômicas similares tomam diferentes decisões. Tais fatos são representados através da probabilidade de escolha de diferentes padrões de viagem.

3.4 Análise dos resultados e conclusões

Deverão ser analisadas, mais detalhadamente, as relações encontradas entre padrões de viagens e características geográficas, socioeconômicas e de transportes. Serão utilizadas outras ferramentas estatísticas de auxílio, como tabulações cruzadas e análise discriminante, para verificações mais específicas dos resultados.

A partir dos resultados encontrados, serão obtidas as conclusões a respeito do comportamento referente a viagens encadeadas e das principais variáveis que influenciam a forma como as pessoas programam suas atividades e viagens diárias na RMSP.

AGRADECIMENTO: À FAPESP, pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allaman, P. M.; T.J. Tardiff, e F.C. Dunbar (1982) New approaches to understanding travel behavior. *National Cooperative Highway Research Program Report*, Washington D.C., v. 250.
- Chen, C.; W. Recker e M.G. McNally (1997) An Activity-Based Approach to Accessibility . Disponível em <http://www.its.uci.edu/its/publications/papers/AS-WP-97-1.pdf> (14/07/2003).
- Dong, X.; M.E. Ben-akiva; J.L. Bowman e J. Walker (2002) Analysis of Activity-Based Accessibility. *81 th Annual Transportation and Research Board Meeting, Washington*. CDROOM, TRB 02-3760.
- Ichikawa, S.M. (2002) *Aplicação de Minerador de Dados na Obtenção de Relações entre Padrões de Encadeamento de Viagens Codificados e Características Sócio-econômicas*. São Carlos. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- Ichikawa, S. M.; C. S. Pitombo; e E. Kawamoto (2002) Aplicação de Minerador de Dados na Obtenção de Relações entre Padrões de Viagens Encadeadas e Características Socioeconômicas. *Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes*, XVI ANPET, v.2, p.175-186. Natal – RN, Brasil.
- Kitamura, R. (1985) Trip Chaining in a Linear City. *Transportation Research*, v.19A, N° 2, p. 115 – 167.
- Mcguckin, N. e E. Murakami (1995) Examining Trip-Chaining Behavior: A comparison of travel by men and women. Disponível em <http://www.cta.ornl.gov/npts/1995/doc/chain2.pdf>. (14/06/2002)
- Pitombo, C.S. (2003) *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. 148p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Usp.
- Pitombo, C.S. e E. Kawamoto (2003) A posição do indivíduo na família e padrões de encadeamento de viagens urbanas. *Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes*, XVII Anpet, v.2 – p. 859-870.
- Sarmiento, S. (1996) Household, Gender, and Travel. *The Women's Travel Issues Second National Conferende*. Disponível em <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/womens/chap3.pdf> (05/09/2002).
- Strathman, J.G. e K.J. Ducker (1995) Understanding Trip Chaining. *1990 NPTS Special Reports on Trip and Vehicle Attributes*, Report FHWA-PL-95-033.