



ANÁLISE COMPARATIVA DOS ENCADEAMENTOS DE VIAGENS OBSERVADOS EM TRÊS ÁREAS URBANAS

Pablo Brilhante de Sousa

Eiji Kawamoto

Universidade de São Paulo

Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Transportes

Resumo

A dissertação em andamento tem dois objetivos: comparar os encadeamentos de viagens realizados pelos diferentes grupos socioeconômicos que habitam duas regiões metropolitanas (Belém e São Paulo) e uma cidade de porte médio (Bauru-SP); e analisar as possíveis diferenças encontradas nos encadeamentos de viagens observados nos grupos similares das três áreas. A comparação será feita usando a técnica de Árvore de Decisão e Classificação aplicada aos conjuntos de dados resultantes das pesquisas origem-destino, obtidas através de entrevista domiciliar, pelo Governo do Estado do Pará, METRÔ-SP e EMDURB nas respectivas áreas urbanas. Espera-se que o estudo possa contribuir para melhorar a compreensão acerca do comportamento de viajantes urbanos.

Abstract

The master thesis under development has two aims: to compare the trip-chaining made by the different socioeconomic groups living in two metropolitan areas (Belém and São Paulo) and a medium sized city (Bauru-SP); and to analyze the causes of the possible differences observed in the trip-chaining made by the corresponding groups in the three areas. The comparison will be made by using Decision and Classification Tree, applied to the data sets obtained from the origin-destination home-interview surveys carried out by the Pará State Government, METRO-SP and EMDURB, in the respective urban areas. It is expected that the study may contribute to improve the understanding concerning the urban trip makers' behavior.

1. INTRODUÇÃO

Análise da demanda por transporte baseada em atividades fundamenta-se no fato de que indivíduos tendem a organizar suas viagens em função, entre outras, das atividades a serem exercidas, do horário de início e término de cada atividade, e das características dos modos disponíveis para ir do local de uma atividade para o local da atividade seguinte. Como resultado da decisão de cada indivíduo acerca da combinação mais adequada entre atividades e viagens, forma-se uma sequência de viagens denominada encadeamento de viagens.

Com o intuito de entender os encadeamentos de viagens e os fatores que influem na sua formação, ICHIKAWA (2002) decidiu, após revisão da literatura, testar a possibilidade de explorar as propriedades de minerador de dados na busca de relações entre encadeamento de viagens e as características sócio-econômicas dos viajantes. A empreitada teve êxito e foi seguida por PITOMBO (2003) que demonstrou que minerador de dados pode ser usado também para analisar os comportamentos subjacentes ao encadeamento de viagens.

Neste trabalho pretende-se comparar as viagens encadeadas realizadas por habitantes de três áreas urbanas, não só com o objetivo de analisar as semelhanças e as diferenças nos padrões de encadeamentos nessas áreas, mas também esperando que a análise das três áreas urbanas permita tirar conclusões que transcendem a análise isolada dos dados de uma única área urbana. Citam-se, como exemplos, os efeitos das dimensões das regiões ou das diferenças culturais.



2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Os principais objetivos do trabalho são: a) comparar as viagens encadeadas realizadas pelos diferentes grupos socioeconômicos das regiões metropolitanas de Belém (RMB) e São Paulo (RMSP) e da cidade de Bauru; e b) analisar as causas das eventuais diferenças encontradas nas viagens encadeadas resultantes de grupos correspondentes, nas três áreas urbanas.

3. MÉTODO

Os dados a serem utilizados se referem à Pesquisa Domiciliar, realizada pelo Governo do Estado do Pará na RMB, em 2001, à Pesquisa Origem-Destino da RMSP, realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (METRÔ-SP), em 1997 (caso a Companhia forneça esses dados a EESC-USP), e à Pesquisa Origem-Destino realizada pela Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru (EMDURB), em 1998. Todas elas registraram características sócio-econômicas e atributos das viagens realizadas no dia anterior ao da entrevista.

O primeiro passo para a comparação do comportamento referente às viagens encadeadas é a filtragem dos dados com o objetivo de obter três conjuntos de dados comparáveis. Por exemplo, os dados da RMSP e Bauru incluem crianças de todas idades, enquanto que, os dados da RMB excluem crianças menores de 6 anos. Portanto, essas crianças serão eliminadas da amostra de São Paulo e Bauru. Outro ponto a ser tratado é a uniformização das variáveis. Por exemplo, a amostra da RMB expressou o nível de instrução em 10 categorias de estudo, enquanto a da RMSP e de Bauru expressou em 5 categorias. Além disso, casos com respostas incompletas serão eliminados dos três conjuntos de dados.

A codificação dos padrões de viagens encadeadas, que é crucial para viabilizar o uso do minerador de dados, será feita seguindo basicamente a proposta por ICHIKAWA (2002) e ampliada por PITOMBO (2003). Algumas adaptações poderão ocorrer a fim de compatibilizar a codificação com os dados da RMB, RMSP e Bauru. Os aspectos da viagem a serem incluídos nos padrões são: motivos de viagens (H-Residência, W-Trabalho, S-Escola e A-Outros), modos (1 - Individual motorizado, 2 - Coletivo e 3 - Individual não-motorizados), período (1 - 0:00h-8:00h, 2 - 8:00h-11:30h, 3 - 11:30h-14:30h, 4 - 14:30h-17:30h, 5 - 17:30h-24:00h), e duração de viagens (menos de 20 min., entre 20 e 40 min. e acima de 40 min.).

Cada aspecto do encadeamento será representado em termos de sequência de letras ou de números. Por exemplo, um encadeamento pode ter uma sequência de motivos de viagem expressa como HWSH, o que significa que é um encadeamento de viagens que teve origem na residência (H), foi ao trabalho (W), de onde foi diretamente para a escola (S) e retornou à residência (H). De maneira similar, a sequência de modos de viagem utilizados pode ser representada por 223, ou seja, a primeira e a segunda viagem foram feitas em ônibus (2) e a terceira a pé (3). H2W2S3H seria o padrão do encadeamento de viagem, expresso em termos dos dois aspectos mencionados. Outros aspectos podem ser agregados a fim de definir ainda melhor o encadeamento.

Esses padrões constituem a variável dependente (ou variáveis resposta, para S-Plus), e as características sócio-econômicas serão as variáveis independentes (ou variáveis preditoras para S-Plus). As relações entre os padrões de encadeamento de viagens e as variáveis sócio-econômicas dos habitantes de cada uma das áreas serão obtidas através de minerador de dados denominado Árvore de Decisão e Classificação, contido no pacote estatístico S-PLUS. Esse



minerador busca uma ou mais relações existentes em um conjunto de dados, classificando uma base de dados em um número finito de classes através de regras hierárquicas, organizando os dados de maneira compacta e fornecendo uma visão real da natureza da relação (Quinlan, 1983). Ressalta-se que S-PLUS permite analisar no máximo 128 padrões de viagens encadeadas.

De posse dos resultados gerados pelo S-PLUS, os padrões de encadeamento de viagens realizados pelos diferentes grupos sócio-econômicos das regiões metropolitanas de Belém e São Paulo e da cidade de Bauru poderão ser comparados. As diferenças encontradas nas viagens encadeadas, resultantes dos grupos correspondentes das áreas urbanas, serão analisadas com o intuito de conhecer as causas dessas diferenças.

4. Uma Comparação Preliminar dos Encadeamentos de Viagens das Três Áreas

A título de teste preliminar da viabilidade da pesquisa proposta, decidiu-se realizar uma comparação simples em que os padrões de viagens encadeadas são compostos por apenas um (seqüência de motivos de viagens) dos aspectos. Os resultados obtidos com os dados da RMB foram comparados com os resultados obtidos com os dados da RMSP, em 1987 (conforme comentado no método, pretende-se utilizar os dados de 1997 na dissertação), e com os dados coletados em Bauru, em 1998. Na dissertação serão considerados outros aspectos da viagem tais como modos empregados, período em que viagens foram realizadas e duração de viagens.

Comparações iniciais foram feitas em relação às semelhanças e diferenças encontradas entre os padrões de viagens mais significativos de grupos correspondentes nos três conjuntos de dados. O Quadro 1 mostra estas comparações, onde é possível notar que, no geral, os grupos sócio-econômicos das três áreas urbanas realizaram padrões de encadeamento diferentes.

Quadro 1: Observações iniciais acerca do encadeamento de viagens entre os dados da RMB, RMSP e Bauru

Grupos de Indivíduos	Padrões de viagens	RMSP (%)	RMB (%)	BAURU (%)	Padrões de viagens	RMSP (%)	RMB (%)	BAURU (%)
Trabalham e Estudam	H	2,8	3,5	0,0	HSH	6,3	18,3	0,0
	HWHS	40,0	37,3	65,6	HSHWH	2,0	4,8	10,9
	HWH	13,7	13,0	2,7	HSHAH	0,2	0,2	1,0
	HWSH	22,0	15,0	5,1	HSWH	1,0	2,2	2,0
	HWHAH	1,1	1,0	0,7	HAHSH	0,1	1,7	0,3
Não trabalham e Estudam	H	10,5	10,4	0,3	HSAH	0,9	0,4	0,5
	HSH	79,1	76,6	81,6	HWH	0,1	1,1	0,0
	HSHAH	2,8	2,2	7,8	HAHSH	1,0	1,4	2,4
	HSHSH	2,1	2,2	6,5	HAH	1,9	4,4	0,3
Trabalham e Não estudam	H	11,6	15,2	0,0	HWHWH	5,4	8,7	15,0
	HWHAH	2,6	2,2	6,0	HAHAH	0,6	1,6	0,2
	HWH	65,0	52,6	75,5	HAH	5,2	12,8	0,0
	HWAH	2,9	0,7	0,4	HSH	0,4	1,7	0,0
Não trabalham e Não estudam	H	73,0	47,3	61,6	HSHSH	2,4	0,1	0,0
	HAHAH	1,4	3,7	4,7	HWH	0,6	2,9	0,0
	HAH	17,7	41,1	32,2	HSH	1,4	1,9	0,1

Verifica-se no quadro acima que em Bauru, uma cidade de porte médio, as pessoas tendem a retornar para seus domicílios após cada atividade, o que ocorre com menos frequência em grandes cidades como São Paulo ou Belém, possivelmente por causa das grandes distâncias de viagens que muitas vezes impedem essa prática. Esse tipo de encadeamento pode ser observado no grupo “Trabalham e Estudam” em que 65,6% (40,0% em RMSP e 37,3% em RMB) fazem o padrão HWHS, 10,9% (2,0% em RMSP e 4,8% em RMB) o padrão



HSHWH. Em contraste, neste mesmo grupo, apenas 5,1% fazem o padrão HWSH em Bauru, enquanto na RMSP e RMB os percentuais são 22,0% e 15,0%, respectivamente, mostrando a maior dificuldade para os habitantes das grandes cidades retornarem aos seus domicílios antes de irem à escola. Essa tendência pode ser observada também em outros grupos, como por exemplo, em “Trabalham e Não estudam”, em que moradores de Bauru geralmente retornam à residência antes de realizarem outras atividades.

Um dado curioso é que tanto na RMB como na RMSP, menos de 70% e 80%, respectivamente, do grupo “Trabalham e Estudam” trabalharam no dia anterior à entrevista. Já em Bauru, essa proporção aumenta para 97% do grupo. Entre as possíveis causas cita-se a presença de muitos diaristas entre os trabalhadores. De todo modo, ao longo do trabalho pretende-se identificar as causas dessa aparente baixa assiduidade. Outra observação interessante é que no grupo de indivíduos que não trabalham e não estudam, constata-se que os indivíduos residentes em RMB e em Bauru costumam realizar outras atividades (ver os padrões HAH e HAAH no Quadro 1), ao contrário de moradores da RMSP que tendem a ficar mais em casa (H). Quanto ao grupo de indivíduos que “Não trabalham e Estudam”, 10,5% e 10,4%, dos estudantes da RMSP e RMB, respectivamente faltaram à aula no dia anterior à entrevista, enquanto que apenas 0,1% dos estudantes de Bauru faltou às aulas.

As causas das diferenças citadas nos parágrafos acima e das outras que poderão surgir ao se incluir outras características de viagem serão objetos de análise da dissertação em andamento.

AGRADECIMENTO

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro à pesquisa na forma de uma bolsa de mestrado.

BIBLIOGRAFIA PRELIMINAR

- Bowman, J. L.; M. Ben-Akiva (1997) Activity Based Travel Forecasting. *Summary, Recommendations and Compendium of Papers*, Activity-based Travel Forecasting Conference, p.3-37.
- Ichikawa, S. M. (2002) Aplicação de Minerador de Dados na Obtenção de Relações entre Padrões de Encadeamento de Viagens Codificados e Características Sócio-econômicas. Dissertação de Mestrado apresentada na Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos – SP, Brasil.
- 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 Sócio-econômicas. *Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes*, XVI ANPET, v.2, p.175-186. Natal – RN, Brasil.
- Kitamura, R. (1996) Applications of Models of Activity Behavior for Activity Based Demand Forecasting. Kyoto University. Japan.
- METRÔ/SP – Companhia do Metropolitano de São Paulo (1988). *Pesquisa Origem – Destino 1987: Região Metropolitana de São Paulo*. Síntese das Informações. São Paulo – SP, Brasil.
- PDTU/2001 – Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana de Belém (2001). *Pesquisa Domiciliar na Região Metropolitana de Belém*. Belém – PA, Brasil.
- Pitombo, C. S. (2003) Análise do Comportamento Subjacente ao Encadeamento de Viagens através do Uso de Minerador de Dados. Dissertação de Mestrado apresentada na Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos – SP, Brasil.
- Quinlan, I.R. (1983) Learning Efficient Classification Procedures and Their Application to Chess end-Games. *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*, p.463-482.
- Departamento de Transportes
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador São-carlense, 400, CEP 13566-590
São Carlos/SP – Brasil Fone: (016) 273-9598
- Contatos:
Pablo Brilhante de Sousa - pbrilhan@sc.usp.br
Eiji Kawamoto - eiji@usp.br