

A INFLUÊNCIA DE MUDANÇAS CONTEXTUAIS NOS PADRÕES DE ENCADEAMENTO DE VIAGENS URBANAS

Cira Souza Pitombo
Pablo Brilhante de Sousa
Eiji Kawamoto

Universidade de São Paulo/ Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é analisar a influência de mudanças contextuais no comportamento relacionado ao encadeamento de viagens urbanas. O modelo CART (Classification And Regression Tree), disponível no software S-Plus 6.1, foi utilizado para detectar os efeitos dessas mudanças sobre os padrões de viagens encadeadas. A análise foi baseada nas pesquisas origem-destino realizadas pelo METRÔ-SP na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em 1987 e 1997. Os efeitos de algumas mudanças, tais como o aumento do desemprego e da participação feminina no mercado de trabalho, redução nas atividades industriais e adoção de diferentes políticas educacionais, foram detectados pelo modelo e expressos em termos de variação na ocorrência de padrões de viagens encadeadas.

ABSTRACT

The main aim of this work is to analyze the influence of contextual changes on the behavior related to urban trip-chaining. The CART model (Classification And Regression Tree), available in S-Plus 6.1 software package, was used to detect the effects of these changes on the trip-chaining patterns. The analysis was based on the origin-destination home-interview surveys carried out by METRÔ-SP in São Paulo Metropolitan Area, in 1987 and 1997. The effects of some changes, such as the increase in the unemployment and participation of woman in the job market, decrease in the industrial activities, and adoption of different educational policies, were detected by the model and expressed in terms of variation in the occurrence of trip-chaining patterns.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, ocorreram no país mudanças contextuais significativas que podem ser refletidas em diversos aspectos. Neste trabalho, mudanças contextuais são entendidas como alterações em aspectos socioeconômicos, culturais e demográficos da população. A influência de tais mudanças deve ser analisada no estudo de demanda por transportes para melhor compreensão do comportamento relacionado a viagens

Mudanças contextuais podem ser previsíveis como, por exemplo, a tendência crescente do envolvimento da mulher no mercado de trabalho, possivelmente alterando os antigos papéis da mulher na sociedade. Além disso, pode-se prever queda na taxa de natalidade e aumento na expectativa de vida, decorrentes respectivamente do aumento no grau de escolaridade, disseminação da informação e da participação feminina no mercado de trabalho e dos avanços tecnológicos na assistência médica e medicina preventiva.

Nem sempre alterações contextuais são previsíveis, em decorrência de adventos tecnológicos, mudanças no uso do solo não previstas pelo plano diretor, ou oferta de novos serviços, como o aumento de restaurantes de comida por quilo em zonas de intensa atividade econômica, causando possíveis modificações no hábito de trabalhadores, que podem preferir almoçar próximo ao local de trabalho.

Desta forma, mudanças contextuais, previsíveis ou não, acarretam alterações no sistema de atividades das pessoas no meio urbano. Citam-se como exemplos, crescimento de determinado setor de atividade econômica em detrimento de outro; realização de atividades feitas anteriormente fora do domicílio através da Internet como compras, pagamentos, etc. Assim, é possível que a maneira como as pessoas programam suas atividades diárias e,

conseqüentemente, os seus padrões de viagens encadeadas (seqüência de viagens realizadas durante o dia), sofra modificações. Espera-se então, que a partir de mudanças contextuais observadas, seja possível verificar alterações ou estabilidade nos padrões de viagens realizados pelos indivíduos. Um desafio para aprimoramento da análise de demanda por transportes seria investigar até que ponto os modelos de previsão de demanda podem capturar o resultado de tais mudanças sobre o comportamento dos viajantes urbanos.

O principal objetivo do trabalho proposto é analisar a influência de mudanças contextuais no comportamento relacionado ao encadeamento de viagens, verificando se o modelo utilizado (CART, do inglês, Classification And Regression Tree) detecta os efeitos dessas mudanças sobre os padrões de viagens encadeadas realizados pelos indivíduos.

O estudo de caso será a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e serão consideradas as transformações econômicas, sociais e culturais ocorridas na região no período entre 1987 e 1997. Para atingir a proposta do trabalho serão utilizadas as Pesquisas O/D dos respectivos anos e como ferramenta de apoio à análise a Árvore de Decisão (algoritmo CART), um minerador de dados disponível no *software* S-Plus 6.1. Cabe ressaltar que deverão ser verificadas diferenças e similaridades nos padrões de encadeamento de viagens durante o período de estudo.

2. ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Para atingir a proposta desse trabalho foram realizadas as etapas representadas na Figura 1, sumariadas nas próximas seções.

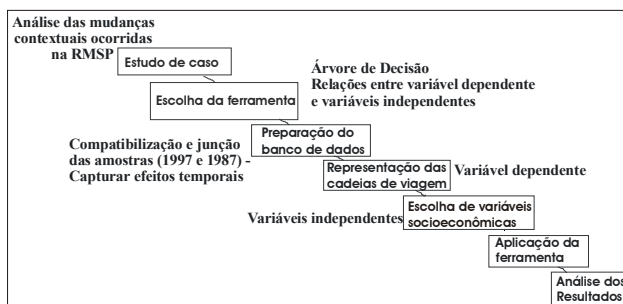


Figura 1: Síntese das etapas seguidas no trabalho

3. MUDANÇAS CONTEXTUAIS OCORRIDAS NA RMSP

A RMSP passou, nos últimos 20 anos, por grandes mudanças socioeconômicas e demográficas. Além da desconcentração da atividade produtiva, que de certa maneira seguiu a tendência nacional, ou seja, deslocamento de atividades econômicas, principalmente a industrial dos grandes centros urbanos para o interior, a região experimentou uma precarização das condições de inserção econômica de sua população, diminuição do poder aquisitivo e uma deterioração do sistema de transporte como um todo. Nesta seção serão apontadas diversas mudanças sociais, econômicas e do sistema de transporte que vem ocorrendo na RMSP nas últimas décadas, com dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Estadual de Análise de Dados de São Paulo (SEADE) e Companhia do Metropolitano de São Paulo (METRÔ/SP).

3.1 Mercado de trabalho

Observou-se consideráveis transformações nas atividades econômicas desempenhadas durante as décadas de 80 e 90 na região. Estas transformações dizem respeito à redução do emprego industrial, expansão e consolidação das atividades de serviço e deterioração das condições de inserção no mercado de trabalho, expressa pela redução dos empregos regulamentados e pela elevação do patamar das taxas de desemprego (Montali, 2003). Considerando a metodologia de cálculo do IBGE, a RMSP apresentava uma taxa de desemprego de 3,9% nos anos 80, 5,8% nos anos 90 e 8,4% no primeiro semestre de 2002.

O avanço da tecnologia é apontado como o principal motivo da eliminação de postos de trabalho na indústria. As novas tecnologias de informática, de comunicação e a robotização provocaram o desaparecimento de várias categorias de ocupação. Além disso, nos anos 80 e 90, ocorreu no estado de São Paulo um amplo processo de descentralização industrial. Um grande número de estabelecimentos industriais transferiu-se da capital (e da sua periferia) para os eixos polarizados pela Baixada Santista, Campinas e São José dos Campos, provocando o fortalecimento de centros urbanos de porte médio e gerando novas transformações na RMSP (Barat, 2001). Pode-se afirmar que houve uma reestruturação produtiva na região, acarretando a criação de setores informais modernos, decorrentes da terceirização e da subcontratação da produção e dos serviços (Dedecca e Baltar, 1998).

Desta forma, a reestruturação produtiva e o baixo nível da atividade econômica promoveram a precarização das relações de trabalho. Declinou o número de pessoas trabalhando com carteira assinada e aumentou o número de pessoas trabalhando sem carteira assinada e por conta própria. O trabalho autônomo expandiu-se nos anos 90, quando comparado à década anterior. Segundo o IBGE, na RMSP a participação dos empregados por conta própria aumentou de 18% para 19% entre 1991 e 2002, a participação dos empregados sem carteira cresceu de 19% para 29% e a participação dos empregados com carteira de trabalho caiu de 58% para 48%.

Também é distinto o comportamento das taxas de participação no mercado de trabalho para homens e mulheres na região. Enquanto observou-se um crescimento progressivo na taxa de participação feminina, a dos homens apresenta tendência de queda. Considerando o estado de São Paulo, observa-se, por exemplo, aumentos da participação das mulheres com mais de 25 anos entre os anos de 1994 e 1998. Entre os homens, a redução do emprego deu-se principalmente entre trabalhadores jovens com menor grau de escolaridade (SEADE, 2002).

3.2 Estrutura domiciliar e renda familiar

Montali (2003) notou duas tendências gerais na relação papel do indivíduo na família e trabalho entre as décadas de 80 e 90 na RMSP. A primeira tendência expressa-se na crescente participação da mulher-cônjuge entre os ocupados da família, na redução do peso do chefe masculino e na diminuição da participação dos filhos. Assim, observa-se que os rearranjos familiares refletem o deslocamento, bem como maior compartilhamento da responsabilidade pela manutenção da família dos chefes mantenedores, para outros componentes da família, especialmente para mulher-cônjuge.

A segunda tendência refere-se às famílias com chefia feminina sem cônjuge, nas quais a participação da chefe entre os ocupados da família aumenta em decorrência da menor absorção dos filhos e parentes jovens no mercado de trabalho. Tais mudanças na estrutura familiar são verificadas pela SEADE (2002) que constata que as famílias chefiadas por

mulheres na RMSP representavam 10,2% dos arranjos familiares em 1988/89 passaram a responder por 14,3% do total de famílias em 2000/01.

As consequências das alterações nas possibilidades de inserção no mercado de trabalho são evidentes sobre o rendimento familiar médio e *per capita*. Entre 1989 e 2000 observou-se perda de poder aquisitivo para as famílias da RMSP, havendo decréscimo de 18% do rendimento familiar *per capita* médio (Montali, 2002). A análise dos dados gerados pela Fundação SEADE evidencia que todos os componentes ocupados da família tiveram reduções no rendimento real, havendo menor redução para as cônjuges-ocupadas (4,2%). Na década de 90, a contribuição para renda familiar oriunda do trabalho das mulheres-cônjuges possibilitou menor deterioração dos rendimentos familiares (Troncoso, 2000).

3.3 Educação

Uma outra mudança significativa na RMSP foi o aumento da escolaridade da população. Analisando o período entre 1991 e 1996, nota-se, por exemplo, uma queda de 3,9% para 2,1% de analfabetos entre 18 e 24 anos (SEADE, 1999). Além disso, nas últimas décadas houve aumento significativo no número de matrículas para os ensinos fundamental e médio, passando de aproximadamente 4.9 milhões de alunos, em 1978, para 8.3 milhões, em 1998, no estado de São Paulo (Agenda 21 em São Paulo, 2002).

A preocupação governamental com aspectos quantitativos nos últimos anos ocasionou políticas educacionais que se centram sobre a “correção do fluxo escolar”, isto é, a diminuição dos índices de evasão e repetência, assim como as diversas práticas de “aceleração”. Numa análise do sistema atual de educação no Estado de São Paulo, é possível notar diversas mudanças iniciadas em 1995, dentre elas: a implantação do ensino fundamental em dois ciclos de quatro anos (ciclo I – de 1ª a 4ª séries e ciclo II – de 5ª a 8ª séries); a reorganização da rede estadual de ensino, dividindo a participação do ensino fundamental com o município; e a Progressão Continuada.

Segundo o Plano Estadual de Educação (ADUSP, 2003), tais medidas vêm acarretando muitas consequências negativas, dentre elas, por exemplo, a de que a reorganização da rede estadual, com a justificativa de oferecer tratamento distinto e adequado aos alunos em diferentes fases de desenvolvimento, aumentou a distância percorrida por muitas crianças para chegar à escola. Além disso, a Progressão Continuada tem resultado numa prática de aprovação automática, inclusive sem pudor de premiar as escolas que apresentam índices apenas quantitativamente melhores de aprovação, minimizando a avaliação qualitativa, e em processo, feita pelo professor. A aplicação de tais políticas não estimula necessariamente a presença constante do aluno na escola e qualidade de aprendizagem (Associação dos Docentes da UNESP – ADUNESP, 2003).

3.4 Sistema de transportes

Analisando especificamente o sistema de transportes na RMSP ao longo dos anos 80 e 90, observa-se um aumento da frota de veículos automotores de 4,32 (1990) para 6,17 milhões (1999) (IBGE, 2001). Aliado a este fato, houve um retrocesso drástico na tendência de melhoria e modernização dos transportes públicos, além da concorrência predatória dos ônibus clandestinos e perua, ocorrendo congestionamentos crônicos e excesso de veículos.

Observou-se durante o período uma retração significativa na mobilidade média (2,06 viagens/habitante em 1987 para 1,87 em 1997 – METRÔ/SP, 1999). A perda de mobilidade atingiu muito mais os segmentos de baixa renda, devido à elevação nos tempos médios de viagem por transporte coletivo (em média 60 minutos). Nota-se que a imobilização do trabalhador urbano no transporte coletivo atinge, frequentemente proporções absurdas, chegando a subtrair de 3 a 4 horas da jornada diária, entre deslocamentos a pé, esperas, transbordos e viagens (Barat, 2001).

4. ESCOLHA DA FERRAMENTA DE APOIO À ANÁLISE

A técnica utilizada neste trabalho foi Árvore de Decisão, considerada uma forma simples de representação de relações existentes em um conjunto de dados. Os dados são divididos em subgrupos, com base nos valores das variáveis. O resultado é uma hierarquia de declarações do tipo "Se ... então ..." que são utilizadas, principalmente, para classificar dados.

Para processamento da árvore utilizou-se o Software S-Plus 6.1. A árvore contida no S-Plus é uma variante do algoritmo do CART, que estabelece uma relação entre variáveis independentes e variável dependente. O algoritmo é ajustado mediante sucessivas divisões binárias no conjunto de dados, de modo a tornar os subconjuntos resultantes cada vez mais homogêneos, em relação à variável dependente. Essas divisões são representadas por estrutura de árvore binária, sendo que cada nó corresponde a uma divisão (Breiman et al., 1984).

A função *REGRESSION TREE* contida no S-Plus permite até 128 valores de variáveis dependentes categóricas e 32 para variáveis independentes. O Software trata a árvore como modelo de probabilidade, empregando o desvio como critério de divisão. As principais razões para sua escolha foram primeiramente a sua disponibilidade, verificação da sua aplicabilidade em trabalhos anteriores (Ichikawa et al., 2002; Pitombo e Kawamoto, 2003; Sousa, 2004) e a natureza probabilística das respostas contidas nos relatórios emitidos pelo programa. Ela é um modelo que reconhece que "Indivíduos homogêneos" podem tomar diferentes decisões, e associa probabilidade às diferentes respostas possíveis.

5. DADOS

Este estudo foi baseado nos dados das Pesquisas O/D da RMSP, realizadas em 1987 e 1997, por meio de entrevista domiciliar, pelo METRÔ-SP. A pesquisa domiciliar levantou dados socioeconômicos, características das viagens realizadas, localização do emprego e da escola de cada indivíduo residente e dados gerais do domicílio tais como condição de ocupação e número de veículos. O banco de dados original era composto de 110.813 indivíduos em 1987 e 98.870 indivíduos em 1997. A preparação do banco de dados constitui-se da compatibilização das amostras e filtragem dos dados.

Embora estejam sendo analisadas amostras da mesma região, de tamanhos similares e as pesquisas tenham utilizado metodologias semelhantes, salienta-se que as diferenças encontradas entre as pesquisas causam a necessidade de compatibilização das variáveis, com intuito de obter dois conjuntos de dados comparáveis.

Desta forma, foi realizada a compatibilização das variáveis socioeconômicas que foram codificadas diferentemente pelo METRÔ-SP nas duas pesquisas. As variáveis "Renda Familiar" e "Renda Individual" foram transformadas em múltiplos de salários mínimos vigentes na época das pesquisas. Além disso, foi feita a compatibilização das variáveis "Grau

de Instrução” e “Posição do Indivíduo na Família”. Já a variável “Trabalha” foi criada pelos autores a partir do campo “Ocupação Principal” presente nos dois bancos de dados. Foram consideradas três categorias para tal variável: (1) Assalariado; (2) Trabalhador Autônomo; (3) Não Trabalha. A Tabela 1 ilustra a compatibilização realizada para esta variável.

Tabela 1: Compatibilização da variável “Trabalha”

Trabalhadores (categorias 1 e 2)			
ano	97	Assalariado 67,65%	Assalariado com e sem carteira, Funcionário público, Empregador, Trab. doméstico com carteira
		Autônomos 32,35%	Autônomo, Prof. liberal, Trabalhador familiar Trab. doméstico s/ carteira, Dono de negócio familiar
	87	Assalariado 73,98%	Empregado (firma, empresa), Operário, Trab. rural Funcionário público, Proprietário de empresa (micro/grande)
		Autônomos 26,02%	Trab. doméstico, Prof. autônomo, Proprietário de pequeno comércio ou firma pequena de serviços (familiar)

Na filtragem dos dados até o estabelecimento da amostra final, foram eliminados os indivíduos: (1) cujas respostas estivessem incompletas; (2) que realizaram uma ou mais de quatro viagens; (3) cuja origem da primeira viagem e destino da última viagem do dia não tivesse sido a residência; (4) menores de seis anos; e (5) cujos padrões de viagem fossem pouco frequentes (limitação do *software* – 128 categorias de variável dependente). A incorporação daqueles indivíduos que não viajaram foi motivada pela lógica de que não viajar é uma alternativa (padrão de viagem) bastante frequente, principalmente entre os que não estudam e nem trabalham.

Após a compatibilização de variáveis e tratamento dos dados foi feita a junção das amostras, obtendo-se uma amostra final de 139.379 indivíduos (69.744 – 1997; 69.635 – 1987) e 128 padrões de viagem.

6. REPRESENTAÇÃO DAS CADEIAS DE VIAGEM

Os padrões de viagens, termo que se refere à cadeia de viagens, associada a uma série de atributos, foram as categorias da variável dependente/resposta (128 categorias) criada pelos autores, que representava o motivo, modo de transporte e período do dia de realização de zero, duas, três ou quatro viagens diárias.

Para que os padrões de viagens representem os atributos propostos acima, foram realizadas as seguintes etapas para a caracterização dos padrões: (1) representação da sequência de atividades ou motivo de viagem, (2) representação da sequência de modos principais utilizados, (3) representação da sequência dos períodos do dia, (4) obtenção dos padrões finais – combinação das etapas anteriores. Os atributos de viagem foram agrupados e representados através de letras e números conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Agrupamento proposto para representação dos padrões de viagem

Motivo de viagem	H - Residência W - Trabalho S - Escola A - Outras atividades				
Modo de Transporte	P - Particular T - Coletivo N - Não motorizado				
Período do dia	1 0:00 - 8:00h	2 8:00 - 11:30h	3 11:30 - 14:30	4 14:30 - 17:30	5 17:30 - 24:00h

Assim, na primeira etapa os padrões de viagens eram representados por uma sequência de letras (H,W, S, A) que indicavam as atividades realizadas pelos indivíduos ao longo do dia e a ordem cronológica em que as atividades eram desenvolvidas (p.e. **HS**). Analogamente, na etapa subsequente, as letras (P,T, N) indicavam o modo de transporte utilizado nas viagens

(p.e. NN). Na terceira etapa os padrões de viagens referentes aos períodos do dia foram representados por números (1, 2, 3, 4 e 5), cujos algarismos expressam o período do dia em que as viagens foram realizadas (p.e. 13). “H” representa os indivíduos que não viajavam.

A partir da codificação atribuída nas etapas iniciais, os padrões finais foram representados por três conjuntos de caracteres: O primeiro, referente à sequência de atividades (HWAH, por exemplo), o segundo correspondente à sequência dos modos de viagens principais utilizados (PNP, por exemplo) e o terceiro correspondente à sequência de períodos (1335, por exemplo). Assim, obtém-se o padrão final **HWAHPNNP1335** ilustrado na Figura 2.

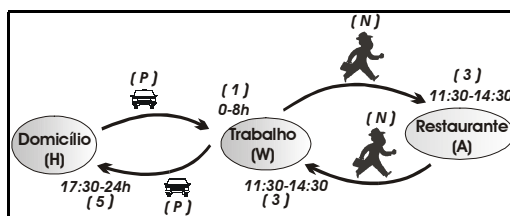


Figura 2: Padrão de viagem (motivo, modo e período do dia – **HWAHPNNP1335**).

Desta forma, através de uma codificação composta por conjuntos de caracteres, foi possível representar os múltiplos aspectos de viagens encadeadas: motivos, modos de viagem e período do dia. Foram considerados apenas os 128 padrões mais frequentes e os padrões foram classificados na ordem decrescente de frequência de ocorrência e a sua identificação foi feita através de números que indicam essa ordem. Assim, o padrão “1” é o mais frequente, que representa as pessoas que não viajaram no dia, e o padrão “128” é o menos frequente. A Tabela 3 apresenta cinco padrões de viagens que ocorrem mais frequentemente na amostra, e as respectivas codificações parciais (motivos, modos, períodos e durações).

Tabela 3: Representação dos cinco padrões de viagem mais frequentes

Padrões de viagem				
1ª Etapa Atividades	2ª Etapa Modo de viagem	3ª Etapa Período do dia	Padrão Final	
H	H	H	H	1
HWH	TT	15	HWH7715	2
HSH	NN	13	HSHNN13	3
HWH	TT	25	HWH7725	4
HWH	PP	15	HWHPP15	5

Analisando separadamente as amostras de 87 e 97, verifica-se que os padrões de viagem mais frequentes em ambas as amostras são aqueles mais simples com apenas duas viagens diárias. Observa-se, a exemplo de trabalhos realizados por Strambi et al. (2004), maior diversidade nos padrões mais complexos (3 e 4 viagens) no ano de 97. Observando diferentes padrões de viagens encontrados nas duas amostras, verifica-se, por exemplo, que em 87 os padrões mais complexos eram aqueles onde havia retorno ao domicílio para realização de nova viagem (**HWHWHNNNN1234**, por exemplo). Em 97, observa-se, no entanto a ocorrência dos padrões (**HWAHNTNNTT2335/ HWAHNTNNT1335/ HWAHPNNP2335**) que possivelmente representavam as pessoas que iriam almoçar, a pé, em alguma localidade próxima ao trabalho, enquanto que no ano de 87, muitas pessoas voltavam para o domicílio para almoçar. Um fato que provavelmente justificaria tal mudança de comportamento seria o

surgimento de restaurantes de comida por quilo ou aumento dos congestionamentos, fazendo com que as pessoas não retornassem aos seus domicílios para almoçar.

7. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Como dito anteriormente, a Árvore de Decisão encontra relações entre variáveis dependentes e independentes. A variável dependente neste trabalho foi os 128 padrões de viagens mais frequentes, caracterizando motivo, modo de viagem e período do dia.

Como variáveis independentes, foram utilizadas as seguintes características socioeconômicas e relacionadas à participação em atividades: (a) **PF** – Posição do indivíduo na família: (1) Chefe, (2) Cônjuge, (3) Filho, (4) Parente/Agregado, (5) Empregada Doméstica Residente, (6) Visita; (b) **GI** – Grau de Instrução: (1) Analfabeto/educação elementar, (2) 1º Grau incompleto, (3) 1º Grau completo, (4) 2º Grau completo, (5) Superior; (c) **RI** – Renda individual (múltiplos de salários mínimos); (d) **SEXO** – (1) – Homem (2) – Mulher; (e) **AUT** – Número de automóveis pertencentes à família; (f) **TPESF** – Total de pessoas na família; (g) **RF** – Renda Familiar (múltiplos de salários mínimos); (h) **ID** – idade (6 a 99 anos); (i) **TRABALHA** – (1) Assalariados, (2) Autônomos, (3) Não Trabalha; (j) **ESTUDA** – (1) Não, (2) Creche/Pré-escola, (3) 1º/2º/3º Graus, (4) Outros. Além das variáveis citadas, foi utilizada a variável independente **ANO** com duas categorias (87 e 97), com o objetivo de capturar efeitos temporais na escolha de padrões de viagens.

8. APLICAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO E RESULTADOS

O S-Plus 6.1 gera resultados na forma gráfica e tabular. A forma gráfica representa a árvore gerada e apresenta em cada um dos nós terminais (folhas) o padrão que ocorre com maior frequência. Cada nó terminal representa um “grupo homogêneo” de indivíduos segundo dois critérios fixados exogenamente: número mínimo de observações em nós terminais e desvio mínimo. A forma tabular consiste num relatório que apresenta detalhadamente os resultados da árvore: número do nó, total de observações no nó, desvio, padrão predominante e as probabilidades de ocorrência de todos os padrões em análise. A árvore foi gerada a partir da amostra final com 139.379 indivíduos, variável dependente (padrões de viagem), variáveis independentes (variáveis socioeconômicas, participação em atividades e ANO), adotando-se o mínimo de 25 observações por nó terminal e desvio global mínimo de 0,04.

A variável de maior importância é TRABALHA. A partir da raiz, a árvore se ramifica em dois grupos principais: NÃO TRABALHA ou TRABALHA (Assalariados e Autônomos). Posteriormente ocorre nova segmentação dos dados considerando a segunda variável mais relevante: ESTUDA. A participação das pessoas nas duas atividades principais identificadas (estudo e trabalho) foram as variáveis mais importantes para a segmentação dos dados. A partir das classes principais os grupos foram formados e subdivididos sucessivamente levando em consideração as outras variáveis socioeconômicas citadas anteriormente, assim como a variável ANO, que aparece cinco vezes na árvore. Ao final da segregação dos dados foram encontradas 31 folhas.

Para avaliar as diferenças de comportamento de viagens durante o período em questão, serão analisados mais detalhadamente dez nós, não necessariamente terminais (128, 129, 66, 67, 72, 73, 24, 25, 56, 57), onde se podem observar diferentes escolhas ou probabilidades de ocorrência de padrões de viagem em determinados grupos socioeconômicos segundo a variável ANO (58,21% da amostra total). A partir da análise dos nós indicados, pode-se

capturar, de alguma forma, efeitos de mudanças contextuais ocorridas na RMSP entre 1987 e 1997 no comportamento relacionado a viagens encadeadas. Podem ser notados comportamentos similares de viajantes nos nós terminais (folhas) onde a variável ANO não foi relevante para segmentação dos dados, indicando estabilidade de padrões de viagem, em determinados grupos socioeconômicos no período. A Figura 3 representa a árvore gerada pelo S-Plus com desvio mínimo de 0,04. As elipses representam os grupos onde se observam diferenças de comportamento de viagem entre 1987 e 1997. As setas mostram exemplos de grupos onde a variável ANO não interferiu na escolha do padrão de viagem.

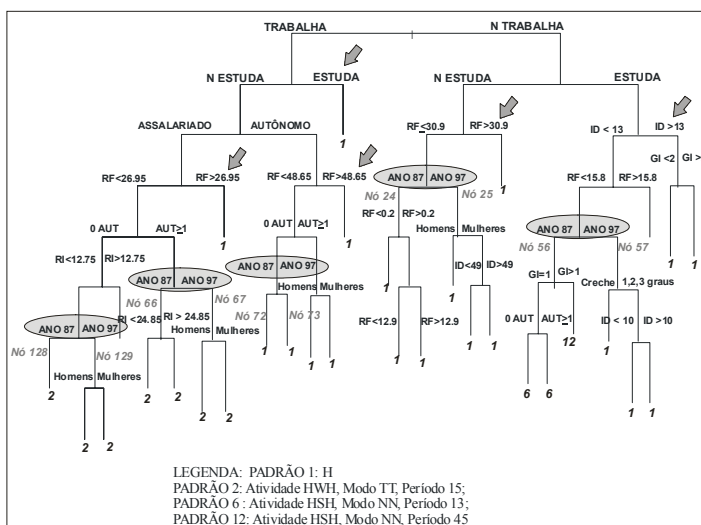


Figura 3: Árvore gerada pelo SPlus 6.1, desvio mínimo 0,04

A Tabela 4 apresenta uma síntese rearranjada dos resultados emitidos pelo relatório do S-Plus, onde a primeira coluna indica o número do nó e o percentual de cada nó em relação à amostra total, a segunda mostra as características socioeconômicas, a terceira indica os atributos de viagens considerados no trabalho. As oito colunas seguintes apresentam, na ordem decrescente, os padrões mais frequentes na população da RMSP caracterizada pelas condições socioeconômicas indicadas na segunda coluna. Na tabela são representadas apenas as elipses da Figura 3. Pode-se notar que os grupos possuem características semelhantes e distinguem-se entre si apenas pela variável ANO. Por exemplo, os grupos de indivíduos que compõem os nós 24 e 25, possuem mesmas características (Não trabalham, Não estudam e renda familiar inferior ou menor a 30.9 SM) e diferenciam-se apenas pelo ano.

Tabela 4: Grupos socioeconômicos e respectivos padrões de viagem mais frequentes

Nó	Características Socioeconômicas	Atributos de viagem	Padrões de viagem mais frequentes							
			Padr. 1	Padr. 2	Padr. 3	Padr. 4	Padr. 5	Padr. 6	Padr. 7	Padr. 8
128 2,25%	Trabalha, N Estuda Assalariado, RF ≤ 26.95 0 AUT, RI ≤ 12.75 ANO 87	Atividade Modo Período %	HWH TT 15 25,09%	HWH NN 15 12,50%	HWH TT 25 10,05%	HWHWHH NNNN 1335 7,63%	HWH TT 14 6,96%	HWH NN 14 5,25%	HWH TT 35 3,59%	HWHWHH NNNN 1334 2,61%
129 5,10%	Trabalha, N Estuda Assalariado, RF ≤ 26.95 0 AUT, RI ≤ 12.75 ANO 97	Atividade Modo Período %	HWH TT 15 25,87%	H TT 15 14,45%	HWH TT 25 10,06%	HWH TT 14 9,45%	HWH NN 15 4,74%	HWH TT 35 4,67%	HWH NN 14 4,34%	HWH PP 15 3,59%

Tabela 4: Grupos socioeconômicos e respectivos padrões de viagem mais frequentes (cont.)

Nó	Características Socioeconômicas	Atributos de viagem	Padrões de viagem mais frequentes							
			Padr. 1	Padr. 2	Padr. 3	Padr. 4	Padr. 5	Padr. 6	Padr. 7	Padr. 8
66 4,40%	Trabalha, N Estuda Assalariado, RF ≤ 26.95 AUT ≥ 1 ANO 87	Atividade Modo Período %	HWH TT 15 23,82%	HWH PP 15 16,16%	HWH TT 25 8,78%	HWH PP 25 6,89%	HWH TT 14 5,60%	HWH NN 15 4,45%	HWH PP 14 4,20%	HWH TT 35 3,72%
67 4,68%	Trabalha, N Estuda Assalariado, RF ≤ 26.95 AUT ≥ 1 ANO 97	Atividade Modo Período %	HWH TT 15 20,07%	H PP 15 14,82%	HWH PP 15 9,48%	HWH TT 25 8,86%	HWH TT 14 7,53%	HWH TT 35 4,09%	HWH PP 25 3,95%	HWH NN 15 3,31%
72 2,12%	Trabalha, N Estuda Autônomos, RF ≤ 48.65 AUT = 0 ANO 87	Atividade Modo Período %	H TT 15 19,36%	HWH TT 25 13,39%	HWH TT 15 10,14%	HWH NN 15 6,81%	HWH NN 14 3,90%	HWH TT 14 3,90%	HWH NN 25 3,36%	HWH TT 24 2,78%
73 2,62%	Trabalha, N Estuda Autônomos, RF ≤ 48.65 AUT = 0 ANO 97	Atividade Modo Período %	H TT 15 39,80%	HWH TT 15 7,95%	HWH PP 25 6,91%	HWH PP 15 5,33%	HWH NN 15 4,18%	HWH PP 25 3,88%	HWH NN 25 3,44%	HWH TT 24 1,99%
24 7,37%	NTrabalha, N Estuda RF ≤ 30.9 ANO 87	Atividade Modo Período %	H TT 23 49,32%	HAH TT 34 4,29%	HAH TT 45 3,91%	HAH TT 25 2,39%	HAH NN 55 2,25%	HAH PP 44 1,87%	HAH NN 22 1,86%	HAH TT 22 1,85%
25 16,17%	NTrabalha, N Estuda RF ≤ 30.9 ANO 97	Atividade Modo Período %	H TT 23 76,34%	HAH TT 34 1,85%	HAH TT 34 1,54%	HAH PP 55 0,92%	HAH TT 45 0,90%	HAH TT 22 0,82%	HAH TT 24 0,81%	HAH NN 22 0,80%
56 7,26%	NTrabalha, Estuda Idade ≤ 13 anos RF ≤ 15.8 ANO 87	Atividade Modo Período %	HSN NN 12 18,91%	HSN NN 13 17,03%	HSN NN 24 14,24%	HSN NN 34 12,87%	HSN NN 45 8,77%	HSN NN 35 6,46%	HSN TT 13 2,83%	H TT 13 2,33%
57 6,24%	NTrabalha, Estuda Idade ≤ 13 anos RF ≤ 15.8 ANO 97	Atividade Modo Período %	H NN 13 24,00%	HSN NN 35 16,74%	HSN NN 12 14,71%	HSN NN 24 8,71%	HSN NN 45 7,31%	HSN NN 34 5,87%	HSN NN 24 4,23%	HSN TT 13 3,61%

9. ANÁLISE DE RESULTADOS

Sabe-se que alguns fatores já discutidos anteriormente, como o aumento do desemprego, principalmente no setor industrial, onde há maior assiduidade dos trabalhadores, crescimento no número de trabalhadores autônomos, muitos destes trabalham em seus próprios domicílios, diminuição do poder econômico da população, etc., além dos problemas de circulação e mobilidade na RMSP, causados principalmente pelo elevado grau de concentração das frotas, deficiências dos sistemas viários e transporte coletivo, podem acarretar diminuição da mobilidade. De fato, observa-se que, de uma maneira geral, independentemente do grupo socioeconômico da Tabela 4, a população da RMSP permanece mais no domicílio (padrão H) no ano de 1997. A influência do conjunto de fatores mencionados acima no comportamento de viagem é explicitada pelo modelo através da diferença de comportamento obtida (viajar menos) no período de estudo.

A crescente tendência da mulher no mercado de trabalho durante o período, é expressa por alguns dos resultados obtidos através da Árvore de Classificação gerada pelo S-Plus. Observando-se os grupos correspondentes aos nós (128 e 129) e (66 e 67) na Tabela 4, verificam-se grupos de assalariados com determinadas características socioeconômicas e padrão de viagem (**HWH/TT15**) predominante. Nota-se, através da Figura 3, que a variável SEXO influenciou no comportamento destes grupos de pessoas somente em 1997, sendo uma variável relevante para segmentação dos dados, considerando o aumento no número de mulheres assalariadas no período.

grupo de indivíduos correspondentes aos nós 24 e 25, nota-se um percentual maior de pessoas sem ocupação em 1997 (nó 25 corresponde a 16,17% do total da amostra) comparado ao ano de 1987 (nó 24 corresponde a 7,37%). A diminuição do poder aquisitivo das famílias, devido ao aumento do número de desempregados por domicílio, e a sua influência na mobilidade pode ser verificada analisando mais detalhadamente esses nós. Nota-se uma frequência maior do padrão H em 1997, onde 48,45% do referido grupo estava situado entre as menores faixas de renda familiar (0 a 6 salários mínimos) contra 35,44% em 1987. Assim, a redução da renda familiar, pode ocasionar a diminuição de realização de viagens com motivo lazer ou recreação, por exemplo (padrões de viagem com motivo outras atividades).

No período em análise é notório o aumento da escolaridade da população na RMSP, assim como um crescente número de crianças matriculadas. No entanto, segundo estudos da ADUNESP (2003), há fortes indícios de que a aplicação de algumas políticas educacionais, como a Progressão continuada, não estimula a presença constante do aluno na escola. Tal fato pode ser notado quando se analisam os grupos correspondentes aos nós 56 e 57 da Tabela 4. Observa-se uma frequência maior de crianças com idade igual ou menor a 13 anos que não viajam em 1997 (2,33% em 1987 e 24,00% em 1997), assim como maiores frequências de padrões de viagem com motivo escola em 1987. Não só o efeito de políticas educacionais, como também pouca oferta de escolas em determinadas zonas, aliado ao crescimento nos congestionamentos e falta de investimentos em infra-estrutura e transporte público podem estar contribuindo possivelmente para mudanças de comportamento relacionado a viagens.

Observando a Figura 3, verificam-se alguns nós, destacados por setas, que representam grupos socioeconômicos onde não houve diferenças de comportamento de viagens considerando o ano de estudo. Nota-se similaridades tanto em grupo de ocupados, quanto em grupos de indivíduos sem ocupação. Uma característica predominante em quase todos os casos foi a renda familiar elevada. Caso a variável RENDA FAMILIAR esteja bem representada em múltiplos de salários mínimos, pode-se concluir que os padrões de viagem permanecem estáveis em grupos socioeconômicos de rendas maiores a despeito das diversas mudanças contextuais ocorridas na década em questão.

10. CONCLUSÕES

Modificações na composição socioeconômica da população, assim como nos hábitos ou aspectos culturais e demográficos devem alterar a programação das atividades diárias da população, e conseqüentemente, os seus padrões de viagens encadeadas. Assim, é importante que modelos de demanda sejam capazes de detectar os efeitos dessas modificações.

Neste trabalho, foi feito o estudo da influência de mudanças contextuais, ocorridas na RMSP, durante o período entre 1987 e 1997. Através da Árvore de Decisão, foi possível capturar efeitos de modificações ocorridas durante a década em questão sobre comportamento relacionado ao encadeamento de viagens. Através da análise de dez grupos específicos, com determinadas características socioeconômicas, encontrados através da aplicação da ferramenta, foi possível verificar diferenças de comportamento de viagens. De forma geral, nos dez grupos analisados, a população permanecia mais no domicílio em 1997. A verificada diminuição da mobilidade na RMSP pode ser explicada por aspectos do sistema de transportes, assim como mudanças econômicas, como o desemprego, decréscimo no setor industrial e aumento de trabalhadores autônomos.

Foram identificados efeitos da diminuição do poder econômico da população, considerando a redução do número de trabalhadores por domicílio, corroborando a afirmação de que índices de mobilidade são proporcionais à renda familiar (METRÔ/SP, 1999). Também foram discutidas influências de mudanças como o aumento da participação feminina no mercado de trabalho, assim como possíveis efeitos de políticas educacionais, aliada a fatores diversos. Estabilidade temporal nos padrões de viagem foi observada principalmente através de grupos socioeconômicos com renda familiar elevada. Assim, os efeitos de modificações no contexto socioeconômico e demográfico da região durante o período entre 1987 e 1997 sobre o comportamento referente ao encadeamento de viagens puderam ser detectados pelo modelo CART e explicitados através de mudanças observadas nos padrões de viagens encadeadas. No entanto, deve-se salientar que foram analisados bancos de dados diferentes e que possivelmente, diferenças metodológicas das pesquisas, ainda que pequenas, podem influenciar a qualidade dos resultados obtidos.

Mudanças contextuais previsíveis, que seguem uma tendência no decorrer dos anos, como crescimento populacional, como também aquelas que não podem ser necessariamente previstas, como políticas educacionais ou planos econômicos têm a sua importância no estudo do comportamento referente a viagens, devendo ser consideradas em análises de previsão de demanda, já que podem exercer influência na escolha de padrões de viagens.

AGRADECIMENTO

À FAPESP e ao CNPQ, pelo apoio financeiro à pesquisa. Ao METRÔ, pela cessão dos dados das pesquisas O/D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADUNESP. <http://www.adunesp.org.br>. Acessado em 21/06/2004.
- ADUSP (2003) Plano Estadual de Educação: Proposta da Sociedade Paulista. Disponível em: <http://www.adusp.org.br/pee/pee.pdf>
- Agenda 21 em São Paulo (2002). Capítulo 1: Indicadores Socioeconômicos. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21/ag21sprev/01.pdf>
- Barat, J. (2001) Transporte e Mobilidade em São Paulo. *Revista dos Transportes Públicos*, ANTP, nº 93, 4º Trimestre, pp. 51-74.
- Breiman, L.; J.H Friedman; R.A. Olshen e C.J. Stone (1984) *Classification and Regression Trees*. Wadsworth International Group, Califórnia.
- Dedecca, C.S. e P. E. Baltar (1998) Mercado de Trabalho e Informalidade nos Anos 90. *Revista Estudos Econômicos São Paulo: FIPE-USP*, nº 27.
- IBGE. <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 20/06/2004
- 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.
- METRÔ-SP. <http://www.metro.sp.gov.br> Acessado em 23/06/2004.
- Montali, L. (2002) Família e Trabalho: principais tendências no período 1985 a 2000 - Crise, reestruturação produtiva e mudanças na relação família trabalho. Nepp/Unicamp (Relatório de pesquisa).
- Montali, L. (2003) Relação Família-Trabalho: reestruturação e desemprego. *Revista São Paulo em Perspectiva*, SEADE, v. 17, nº 2, Abr/Jun, pp. 123-135.
- 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.
- SEADE. <http://www.seade.gov.br>. Acessado em 22/06/2004.
- Sousa, P. B. (2004) *Análise comparativa do encadeamento de viagens de três áreas urbanas*. 130p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- Strambi, O.; K. M. Vespucci e K. van de Bilt (2004) Analysis of the Evolution of Classes of Individual Activity Patterns and their Relation to Socio-Demographic and Economic Variables. 83th Annual Transportation and Research Board Meeting, Washington. CDROOM, TRB.
- Troncoso, E. L. (2000) Renda Familiar e Trabalho da Mulher na Região Metropolitana de São Paulo nos Anos 80 e 90. *Trabalho e gênero: mudanças, permanências e desafios*. Campinas: Abep-Nepo/Unicamp e Cedeplar/UFMG, São Paulo, Editora 34, pp. 85-110.
- EESC / USP, Avenida Trabalhador SãoCarlense, 400, Centro. CEP: 13566-590 . São Carlos – SP.
- Cira Souza Pitombo: cira@sc.usp.br. Pablo Brilhante de Sousa: pbrilhan@sc.usp.br. Eiji Kawamoto: eiji@usp.br