

 editora ifg

 editora ifrn

á.

ÁGORA

COLEÇÃO
CIENTÍFICA

COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES

TEORIAS, ANÁLISES E
PERSPECTIVAS

PASTOR WILLY GONZALES TACO
INGRID LUIZA NETO
LILIAN DA SILVA SANTOS
MARISE SANTOS MARANHÃO TAKANO
ZULEIDE OLIVEIRA FEITOSA
ORGANIZADORES

O QUE É COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES? Esse tema é exclusivo de alguma área de conhecimento? Pode ser investigado por engenheiros, psicólogos, cientistas sociais? Qual é o foco principal daqueles que o investigam? Quais são os principais métodos de pesquisa utilizados? Da busca pelas respostas a questionamentos como estes surgiu a ideia do livro *Comportamento em transportes: teorias, análises e perspectivas*.

Assim, agrupamos alguns trabalhos de pesquisadores da área, muitos deles relacionados a dissertações de mestrado e teses de doutorado, desenvolvidas em diferentes universidades do Brasil e da América Latina. Por meio desta coletânea de apresentação do tema a quem nele se inicia, oferecemos à leitura produções com qualidade técnico-científica criteriosamente selecionadas. Esperamos que esta obra possa servir de material de consulta inicial a estudantes,

 editora ifg

 editora ifrn

á.
ÁGORA
COLEÇÃO
CIENTÍFICA

COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES

TEORIAS, ANÁLISES E
PERSPECTIVAS

PASTOR WILLY GONZALES TACO
INGRID LUIZA NETO
LILIAN DA SILVA SANTOS
MARISE SANTOS MARANHÃO TAKANO
ZULEIDE OLIVEIRA FEITOSA
ORGANIZADORES

 editora ifg

 editora ifrn

á.

ÁGORA

COLEÇÃO
CIENTÍFICA

COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES

TEORIAS, ANÁLISES E
PERSPECTIVAS

PASTOR WILLY GONZALES TACO
INGRID LUIZA NETO
LILIAN DA SILVA SANTOS
MARISE SANTOS MARANHÃO TAKANO
ZULEIDE OLIVEIRA FEITOSA
ORGANIZADORES

ISBN 978-65-990897-5-6

© 2020 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Os textos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião do Instituto Federal de Goiás. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

É permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

G643	<p>Comportamento em transportes: teorias, análises e perspectivas [e-book] / Organizadores Pastor Willy Gonzales Taco ... [et al.]. 1. ed. – Goiânia: Ed. IFG, 2020. (Coleção Ágora).</p> <p>288p.: il.</p> <p>ISBN (e-book): 978-65-990897-5-6</p> <p>1. Comportamento. 2. Transportes. 3. Mobilidade. I. Taco, Gonzales Pastor Willy. II. Título. III. Coleção.</p> <p style="text-align: right;">CDD 388.4</p>
<p>Catálogo na publicação: Maria Aparecida Rodrigues de Souza – CRB1:1497</p>	

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Editora IFG

Avenida C-198, Qd. 500, Jardim América

Goiânia/GO | CEP. 74270-040

(62) 3237-1816

editora@ifg.edu.br

SUMÁRIO

PREFÁCIO	7
APRESENTAÇÃO	9
1. COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES: ASPECTOS TEÓRICOS E NOVAS PERSPECTIVAS	13
INGRID LUIZA NETO MARISE SANTOS MARANHÃO TAKANO LILIAN DA SILVA SANTOS PASTOR WILLY GONZALES TACO	
2. APLICAÇÃO DE MINERADOR DE DADOS NA OBTENÇÃO DE RELAÇÕES ENTRE PADRÕES DE ENCADEAMENTO DE VIAGENS E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS	37
SANDRA ICHIKAWA EIJI KAWAMOTO	
3. PADRÕES DE VIAGENS E VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, DE USO DO SOLO E PARTICIPAÇÃO EM ATIVIDADES	67
CIRA SOUZA PITOMBO EIJI KAWAMOTO	
4. ANÁLISE COMPARATIVA DO ENCADEAMENTO DE VIAGENS DE TRÊS ÁREAS URBANAS: CIDADE DE BAURU/SP E REGIÕES METROPOLITANAS DE SÃO PAULO/SP E BELÉM/PA	87
PABLO BRILHANTE DE SOUSA EIJI KAWAMOTO	
5. REDUÇÃO NO TAMANHO DA AMOSTRA DE PESQUISAS DE ENTREVISTAS DOMICILIARES PARA PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES: UMA VERIFICAÇÃO PRELIMINAR	107
MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR EIJI KAWAMOTO	

6. MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE PARA ANÁLISE DA DEMANDA EM TRANSPORTES: UMA NOVA PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO	129
MATEUS ARAÚJO E SILVA EJI KAWAMOTO	
7. HÁBITO E COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES	153
FÁBIO DE CRISTO	
8. ESTILO DE VIDA COMO ELEMENTO HETEROGÊNEO DAS ESCOLHAS MODAIS	169
ALEXANDRE HENRIQUE SILVA RONNY MARCELO ALIAGA MEDRANO PASTOR WILLY GONZALES TACO	
9. O COMPORTAMENTO DE PEDESTRES EM TRAVESSIAS	193
PATRÍCIA VILELA MARGON PASTOR WILLY GONZALES TACO	
10. LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN EL COMPORTAMIENTO DE PEATONES	215
SEBASTIAN SERIANI AWAD	
11. INFORMAÇÃO PARA USUÁRIOS DO SISTEMA DE TRANSPORTE: REVISÃO DA LITERATURA COM FOCO NAS PREVISÕES EM TEMPO REAL SOBRE A CHEGADA DE ÔNIBUS AOS PONTOS DE PARADA	239
ELAINE CRISTINA SCHNEIDER DE CARVALHO ORLANDO STRAMBI	
12. FATORES COMPORTAMENTAIS QUE INFLUENCIAM O USO COMPARTILHADO DO AUTOMÓVEL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O PROGRAMA CARONA SOLIDÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	259
ALLAN FRANKLIN DA SILVEIRA PASTOR WILLY GONZALES TACO LUCIANY OLIVEIRA SEABRA	
SOBRE OS AUTORES	277

PREFÁCIO



livro *Comportamento em transportes: teorias, análises e perspectivas* resulta de um esforço coletivo que se materializou em um conjunto de trabalhos de pesquisadores de diferentes instituições e áreas do conhecimento. Esta publicação inova ao trazer para o leitor aspectos relevantes para o entendimento de como os padrões de deslocamento são formados, mediante a influência de características socioeconômicas, do hábito, do estilo de vida e de fatores ambientais.

O tema “comportamento em transportes” vem sendo abordado na literatura, principalmente internacional, há alguns anos. Muitas pesquisas foram desenvolvidas considerando que não apenas os aspectos mais operacionais do deslocamento devem ser abordados. Pesquisadores, de forma muito positiva, começaram a inserir aspectos comportamentais em seus estudos, mostrando que o processo de escolha dos indivíduos em relação ao modo de transporte não depende somente do que lhes é ofertado, mas também do que lhes é mais adequado. Esses pesquisadores, que se dedicam ao tema no âmbito acadêmico, unem o esforço de profissionais das áreas de Exatas, Humanas, Ciências da Computação, entre outras. É o resultado desse esforço que o leitor encontrará aqui.

Entender, quantificar e analisar o comportamento humano não é tarefa fácil, dadas as suas diferentes dimensões e características. As escolhas em relação à forma de se deslocar, sejam elas individuais ou domiciliares, estão sujeitas a um conjunto de variáveis nem sempre diretamente mensuráveis. Compreender esse conjunto de variáveis é um passo relevante ao planejamento de sistemas de transportes para que estes sejam mais adequados e tragam efeitos positivos à sociedade.

Neste livro, o leitor, iniciante ou não em estudos comportamentais em transportes, entrará em contato com diferentes vertentes da pesquisa científica, o que lhe permitirá apreender melhor o tema, refletir sobre as

consequências a ele relacionadas e se posicionar acerca do aspecto comportamental em suas próprias investigações. A leitura dos capítulos possibilitará ao leitor trilhar o caminho da compreensão tanto dos conceitos usados na literatura quanto das formas de mensurar variáveis para análise.

No contexto atual, em que muitas mudanças estão ocorrendo no âmbito dos deslocamentos – tecnologias veiculares, teletrabalho, incentivo ao uso de modos ativos, preocupação climática –, faz-se importante entender como são realizadas as escolhas nesses deslocamentos. Assim, espera-se que este livro venha a despertar no leitor o interesse pelo entendimento dos fatores comportamentais que impactam o planejamento dos transportes.

FABIANA SERRA DE ARRUDA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

APRESENTAÇÃO

 que é Comportamento em Transportes? Esse tema é exclusivo de alguma área de conhecimento? Pode ser investigado por engenheiros, psicólogos, cientistas sociais? Qual é o foco principal daqueles que o investigam? Quais são os principais métodos de pesquisa utilizados? Da busca pelas respostas a questionamentos como estes surgiu a ideia do livro Comportamento em transportes: teorias, análises e perspectivas. À época da composição deste livro, reuniram-se estudantes de doutorado de diferentes áreas do conhecimento, orientados pelo professor Pastor Willy Gonzales Taco, vinculados especialmente aos programas de pós-graduação em Transportes (PPGT) e em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações (PG-PSTO), da Universidade de Brasília, e também professoras do curso de Engenharia de Transportes do Instituto Federal de Goiás (IFG). O encontro entre esses estudantes aconteceu em um grupo de pesquisa denominado Grupo Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias (CTNT) do PPGT, interessado em investigar questões relacionadas aos transportes, com enfoque nos aspectos comportamentais.

Durante as pesquisas preliminares para desenvolver estudos, bem como trabalhos a serem apresentados em congressos científicos, sentimos uma lacuna em relação à existência de materiais que descrevessem os principais conceitos e métodos aplicados nas pesquisas da área. Por ser um campo interdisciplinar por natureza, percebemos que alguns conceitos muito claros para uma determinada área do conhecimento eram compreendidos por outra área de maneira diferente, suscitando dúvidas e questionamentos até entre os pesquisadores mais habituados com a temática.

Assim, agrupamos alguns dos trabalhos de pesquisadores da área, muitos deles relacionados a dissertações de mestrado e teses de doutorado,

desenvolvidas em diferentes universidades do Brasil e da América Latina. Por meio desta coletânea de apresentação do tema a quem nele se inicia, oferecemos à leitura produções com qualidade técnico-científica minuciosamente selecionadas. Esperamos que esta obra possa servir de material de consulta inicial a estudantes, pesquisadores e profissionais interessados no tema Comportamento em Transportes.

O livro é composto por doze capítulos, que versam sobre aspectos conceituais, históricos, teóricos, práticos e metodológicos. No primeiro, apresentamos uma revisão histórica das pesquisas sobre Comportamento em Transportes, esclarecendo conceitos e indicando relevantes perspectivas de atuação para os profissionais e pesquisadores da área. No segundo, terceiro e quarto capítulos, são relatados estudos sobre padrões e encadeamento de viagens, com foco na técnica de mineração de dados e em aspectos socioeconômicos. No quinto capítulo, discute-se a questão da amostragem em pesquisas domiciliares com foco em planejamento de transportes. A temática da acessibilidade é trabalhada no sexto capítulo. Construtos comportamentais, como o hábito e o estilo de vida, são debatidos no sétimo e no oitavo capítulo, respectivamente. Na sequência, o nono capítulo trata do comportamento de pedestres em travessias e o décimo das variáveis ambientais que podem influenciar este comportamento. Por fim, há um estudo sobre informações apresentadas para usuários de ônibus no penúltimo capítulo e outro sobre o uso compartilhado de automóveis no último.

Convidamos para participar da obra importantes pesquisadores da área, que desenvolveram trabalhos pioneiros sobre Comportamento em Transportes no Brasil, notadamente na Universidade de São Paulo, como os professores Eiji Kawamoto e Orlando Strambi. Incluir a produção desses colegas em nossa obra é uma forma de ressaltar a importância de sua atuação na área, reconhecendo sua fundamental contribuição a todos que pesquisam o tema no Brasil. Contamos também com a contribuição de colegas que estudaram a temática nos últimos anos, procedentes de diferentes universidades localizadas no Chile e no Brasil

(Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Santa Catarina e São Paulo).

Nesse sentido, a participação do IFG surge com reconhecido destaque pelo seu apoio à produção de conhecimento multidisciplinar. Além de conter em seus quadros docentes formados pelas referências na área no Brasil, essa instituição tem contribuído sobremaneira para a formação e a capacitação de profissionais da área de transportes, com um olhar voltado não apenas para questões técnicas, mas também para os anseios implicados nas demandas por transportes a partir de aspectos comportamentais. Trata-se, portanto, da reunião de pesquisadores que utilizam diferentes arcabouços teóricos e backgrounds, sempre com o objetivo de compreender como as pessoas se comportam no sistema de transportes.

Estimamos que esta publicação possa auxiliar os leitores interessados em conhecer a temática, reconhecendo a relevância de variáveis sociais, ambientais e comportamentais. Para aqueles que já conhecem o tema, esperamos que os estudos aqui apresentados possam estimular a curiosidade e o desejo de desenvolver novas pesquisas com foco em variáveis comportamentais no contexto dos transportes.

Desejamos, por fim, que os leitores possam aplicar os achados dos estudos científicos e acadêmicos desta coletânea em sua prática, ampliando as possibilidades de atuação profissional e acadêmica no âmbito do Comportamento em Transportes.

OS ORGANIZADORES



COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES: ASPECTOS TEÓRICOS E NOVAS PERSPECTIVAS

INGRID LUIZA NETO

MARISE SANTOS MARANHÃO TAKANO

LILIAN DA SILVA SANTOS

PASTOR WILLY GONZALES TACO

INTRODUÇÃO

Para realizar as suas atividades cotidianas (por exemplo, ir até o trabalho, levar os filhos para a escola, ir ao cinema ou ao supermercado), as pessoas precisam se deslocar e, para tanto, fazem diferentes viagens. Essas viagens são influenciadas por uma série de variáveis, entre as quais o tempo e o dinheiro disponível para se deslocar, a forma com a qual a pessoa percebe o modo de transporte que utilizará e com quem ela realizará a viagem. Esse comportamento é denominado comportamento de viagem (VAN ACKER; VAN WEE; WITLOX, 2010) e será abordado neste capítulo.

Diversos aspectos são investigados nas pesquisas sobre comportamento de viagem. Alguns temas de interesse da área são: a locomoção das pessoas para fora de seus locais de referência (residência, trabalho); o modo como essa locomoção é compartilhada pelas pessoas de sua rede de relacionamentos (isto é, como é feita a escolha conjunta de moradores/vizinhos pelo modo de transporte); o total de tempo gasto no deslocamento; definição de programação/cronograma dos deslocamentos individuais diários (trabalho, compromissos, atividades regulares); locais/polos geradores de viagens; estabilidade do comportamento de viagem ao longo do tempo (hábito) *versus* inovação comportamental; seleção e for-

mação das escolhas pelos viajantes, considerando o nível de informação, a história de vida e as habilidades inerentes às redes sociais das quais elas fazem parte (AXHAUSEN, 2007).

O objetivo deste capítulo é apresentar a definição de comportamento de viagem, as teorias que o embasaram ao longo da história e as variáveis que o influenciam, a partir de resultados obtidos por alguns estudos empíricos realizados em diversos contextos e de novas perspectivas para pesquisas na área.

DEFINIÇÃO

O termo comportamento de viagem, traduzido do inglês *travel behavior*, foi originalmente apresentado por Liepmann (1945) para estudar o comportamento das pessoas no espaço que ocupam e como utilizam o transporte. Para onde ir? Quando? Com quem? Qual rota utilizar? Qual modo de transporte? A definição inicial indica que esse comportamento tem como foco principal a análise dos fatores individuais que influenciam na realização dos deslocamentos. Analisa-se, portanto, o que as pessoas fazem (seu comportamento) no ambiente de transportes (HAYES, 1993).

A expressão é frequentemente utilizada como referência aos deslocamentos realizados por uma pessoa de um local ao outro (também chamados de viagem) para participar de uma atividade necessária ou desejada, incluindo aspectos como: frequência de realização do deslocamento, propósitos, modo(s) de transporte utilizado(s), tempo e duração (SACOG, 2001).

A viagem refere-se, então, ao mecanismo físico de acesso a um determinado local com o propósito de participação em alguma atividade (AXHAUSEN, 2007) e o comportamento de viagem é compreendido como o processo pelo qual as pessoas se organizam para satisfazer, da melhor maneira possível, as necessidades do cotidiano, considerando as restrições espaço-temporais, as limitações cognitivas e as necessidades de outras pessoas (TRAVEL FORECASTING RESEARCH, 2014).

Essa abordagem considera que: a) a demanda por viagem é derivada

da demanda por atividades; b) restrições espaciais, temporais e interpessoais afetam a realização das atividades; c) o local de domicílio afeta as atividades do indivíduo e sua decisão de viagem; d) a família ou outras estruturas sociais influenciam o comportamento dos indivíduos; e) as decisões acerca das viagens e atividades são dinâmicas (PITOMBO, 2003). Essa visão, portanto, reforça a premissa de que, para se investigar o comportamento de viagem de uma pessoa ou de um determinado grupo, deve-se considerar que as decisões são afetadas por características pessoais e ambientais (CRANE, 2000).

Já na definição apresentada por Goulias (2000, p. 1, tradução nossa), o comportamento de viagem traduz-se como:

a modelagem e a análise de demanda de viagem com base em teorias e métodos analíticos de uma variedade de campos científicos. Estes incluem, mas não estão limitados ao: uso do tempo e sua alocação para viagens e atividades; uso do tempo em uma variedade de contextos no ciclo, estágio ou papel na vida de uma pessoa; e a organização e uso do espaço em qualquer nível de organização social, tais como o individual, o domicílio, a comunidade, e outros grupos formais e informais.

Nessa definição, os autores apresentam dois aspectos característicos dos estudos de comportamento de viagem: (1) investigação de fatores que demandam a realização de viagens e (2) relação com outras áreas de conhecimento na solução de problemas de transportes. Por essa confluência de áreas, técnicas e metodologias de estudo sobre o tema, no Brasil passou-se a usar a denominação Comportamento em Transportes. Essa definição apoia-se na evolução histórica das pesquisas da área, conforme exposto na seção 3.

COMPORTAMENTO DE VIAGEM: ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Desde a década de 1950, os estudiosos interessados na temática do comportamento de viagem foram influenciados por diferentes abordagens teórico-metodológicas, conforme apontado por Behrens (2000), Scheiner (2006) e Schönfelder e Axhausen (2010). Algumas das principais correntes foram sumarizadas no Quadro 1.

QUADRO 1

**PRINCIPAIS ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS NOS ESTUDOS
SOBRE COMPORTAMENTO DE VIAGEM**

ABORDAGEM	PERÍODO HISTÓRICO	DESCRIÇÃO
Métodos agregados	1950 e 1960	Enfatizam o desenvolvimento de modelos de distribuição de viagem e de alocação de rede com o intuito de identificar padrões de deslocamento espacial de indivíduos e veículos. Esses modelos – entre os quais o mais conhecido é o de quatro etapas – são indicados para resolver problemas, principalmente, de dimensionamento de infraestrutura, dando, portanto, pouca ênfase aos aspectos comportamentais que influenciam nos deslocamentos.
Padrões de atividade humana na cidade	1960 e 1970	Enfatizam a forma como as atividades humanas ocorrem na área urbana e consideram que a percepção do indivíduo sobre o ambiente é determinante para a avaliação do contexto situacional, influenciando no processo de escolha da atividade e da viagem a serem realizadas. Assim, a probabilidade de uma pessoa escolher executar ou não uma determinada atividade é determinada por tendências pessoais e por oportunidades espaciais percebidas e relacionadas com a atividade.
Métodos desagregados	1970	Investigam a influência das decisões tomadas pelos indivíduos no estabelecimento de padrões de deslocamento espacial, recorrendo à microeconomia e à psicologia social para desenvolver modelos de escolha discreta.
Geografia temporal	1970	Consideram que a decisão do indivíduo em realizar atividades/viagens está sujeita a restrições espaço-temporais de capacidade (limites biológicos relacionados às necessidades vitais dos indivíduos, como dormir e se alimentar), de dependência (necessidade de estar em um local num determinado horário, por exemplo, em uma reunião com hora marcada) e de autoridade (limites previamente estabelecidos, como horário de entrada e saída de trabalho ou estudo, ou aqueles fixados por dispositivo legal).

(continua)

ABORDAGEM	PERÍODO HISTÓRICO	DESCRIÇÃO
Grupos com comportamento homogêneo	1970	Indicam que o comportamento dos indivíduos está incorporado em estruturas fixas, predefinidas por imposições de instituições sociais, como a escola e a família, existindo uma alta probabilidade de as pessoas se adaptarem a essas estruturas. Dessa forma, a população pode ser categorizada de acordo com diferentes grupos de comportamentos homogêneos, a partir de atributos socioeconômicos explicativos, por exemplo, renda, ocupação, gênero e posse de veículo.
Métodos dinâmicos e de microssimulação	1980	Investigam as características dos condutores e veículos, reproduzindo as dinâmicas de cada veículo e representando os comportamentos de interação entre eles. Replicam a sequência de eventos hipotéticos do sistema estudado ao longo do tempo, tratando as entidades que percorrem o modelo (isto é, os veículos) de forma individualizada e detalhada.
Abordagem socioecológica	1980	Considera que os processos de decisão e de escolha resultam da interação entre as demandas dos indivíduos e a oferta de oportunidades disponíveis no ambiente construído e na infraestrutura. Há, portanto, uma integração entre as necessidades do indivíduo e as oportunidades e potencialidades presentes no ambiente. O resultado deste processo de decisão é o comportamento espacial individual, o que leva ao movimento e à realização de viagens.
Métodos baseados em atividade	1980 e 1990	Incorporam a análise de atividades desempenhadas pelos indivíduos na modelagem comportamental, passando a serem denominados como modelos atitudinais, por considerarem a influência de aspectos individuais e motivacionais nos padrões de viagens.
Abordagem de redes sociais	2000	Considera que, já que a vida moderna incita a criação de “pequenos mundos”, que exigem conexões e pontos de encontro, torna-se importante investigar como o tráfego entre esses pontos de encontro é organizado, seja por meio de tecnologias tradicionais de mobilidade (como automóvel, motocicleta, entre outros), seja por meio do uso de ferramentas de rede (como internet, e-mails, mensagens via celular). As redes sociais passam a ser, portanto, facilitadoras do contato social físico ou virtual e, conseqüentemente, as viagens funcionam como um meio de alcançar os objetivos traçados por tais redes.

(conclusão)

Fonte: Behrens (2000), Scheiner (2006) e Schönfelder e Axhausen (2010).

As abordagens aqui apresentadas indicam que, ao longo da história, aspectos comportamentais foram sendo incorporados aos modelos de análise de demanda em transportes. Dessa maneira, embora os estudos referentes ao comportamento de viagem utilizem diferentes referenciais teóricos para investigar como as pessoas se deslocam no espaço urbano, a necessidade de se atribuir especial atenção aos fatores comportamentais é consensual.

Kanafani (1983) destaca a importância da introdução dessa abordagem comportamental na análise de demanda por transportes. O autor sugere que, além de quantificar os fatores socioeconômicos, deve-se investigar os fatores humanos, como as atitudes, as características psicológicas, a percepção de atributos de qualidade e as preferências. A abordagem de Kanafani considera, portanto, que cada indivíduo tem suas necessidades, desejos e obrigações sociais em diversos locais (GÄRLING, 2005) e que aspectos individuais e comportamentais afetam na forma com que as pessoas se deslocam e interagem com as alternativas de transporte e mobilidade (SCHLAG; SCHADE, 2004).

Enfatiza-se que grande parte das correntes teóricas que embasam os estudos sobre comportamento de viagem considera que o comportamento humano é incorporado em um complexo sistema, no qual, necessariamente, há a presença de restrições pessoais e ambientais. Essas restrições se originam de uma gama de necessidades e requisitos para a interação humana – por exemplo, convenções e normas culturais, legais e organizacionais – e interferem no processo de decisão dos indivíduos, que precisam considerar as limitações de espaço e de tempo antes de executar suas atividades e viagens (SCHÖNFELDER; AXHAUSEN, 2010).

Sumarizando, pode-se considerar que grande parte das pesquisas relacionadas ao comportamento de viagem tem como principal fundamento o fato de que a viagem é uma demanda resultante da necessidade dos indivíduos de realizar atividades em determinadas localidades e horários (JOVICIV, 2001). Assim, a decisão de viagens é dirigida por uma agenda de participação em atividades mediante alguma restrição que

pode ser entendida somente em todo o contexto de atividades e deslocamentos correlatos (MCNALLY, 2000).

Por fim, cabe enfatizar que outras abordagens têm sido utilizadas para investigar o comportamento de viagem, não sendo o objetivo deste capítulo esgotar o assunto proposto. Esta seção objetivou demonstrar como os aspectos comportamentais foram sendo inseridos nos estudos de análise de demanda ao longo dos anos, o que deu origem ao que hoje se compreende como comportamento de viagem.

VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O COMPORTAMENTO DE VIAGEM

Embora a viagem em si seja o comportamento que se deseja analisar, de maneira geral a pesquisa sobre comportamento de viagem consiste no estudo de fatores antecedentes ou que influenciam esse comportamento, como o que leva um indivíduo a realizar uma viagem, como ocorre esse processo, os aspectos que influenciam as escolhas no ambiente de viagem em função de suas condições sociais, o estilo de vida, a atitude ou as características do ambiente urbano em que vivem (PAIVA JÚNIOR, 2006; TAKANO, 2010).

O comportamento de viagem é influenciado por inúmeras variáveis. Handy (2005), por exemplo, ao utilizar teorias da geografia de transporte e da psicologia social, considera que a escolha modal pode ser influenciada por características espaciais, socioeconômicas e psicossociais. Nessa mesma direção, Van Acker, Van Wee e Witlox (2010) relacionam três componentes de influência: espacial, socioeconômico e de personalidade. Curtis e Perkins (2006) identificaram que o comportamento de viagem pode ser determinado pelo desenho urbano, por características sociodemográficas e por variáveis psicossociais. Scheiner e Holz-Rau (2007), por sua vez, consideram que há uma interdependência entre fatores internos (variáveis sociodemográficas, estilo de vida, hábito) e externos (forma urbana, características do sistema de transporte), além de indicarem que o comportamento de viagem pode ser influenciado por variáveis econômicas, políticas, tecnológicas e ambientais. Já para Thøgersen (2006), o

comportamento de viagem pode ser impactado por aspectos volitivos (motivação e avaliação do usuário), individuais (hábito, posse do automóvel) ou contextuais (disposição do sistema de transporte público).

Identifica-se, portanto, que os estudos sobre comportamento de viagem apontam que três categorias de variáveis exercem influência na escolha pelo modo de transporte a ser utilizado, conforme exposto na Figura 1.

FIGURA 1 - VARIÁVEIS INTERVENIENTES NO COMPORTAMENTO DE VIAGEM



Fonte: Neto (2014, p. 30).

A primeira categoria lida com questões referentes ao ambiente de transporte, preocupando-se com aspectos como a forma urbana, a densidade e a infraestrutura disponível ao usuário; a segunda considera as variáveis sociodemográficas, também denominadas socioeconômicas, como sexo, idade e renda; a terceira considera as variáveis psicossociais, por vezes denominadas motivacionais, as quais incluem elementos como estilo de vida, hábito, atitudes, crenças, preferências e necessidades dos indivíduos. Neste trabalho, essas categorias serão chamadas respectivamente de variáveis ambientais, sociodemográficas e psicossociais.

Variáveis ambientais

Alguns estudos enfatizam a influência das características ambientais no comportamento dos usuários quando utilizam determinado modo de transporte e atribuem relevância à forma urbana, como características espaciais de um determinado ambiente urbano, incluindo a distribuição física das atividades sobre o solo, bem como os níveis de ocupação e serviços oferecidos (TAKANO, 2010).

Alguns elementos ambientais da forma urbana que exercem influência no comportamento de viagem estão expostos no Quadro 2.

QUADRO 2

ELEMENTOS DA FORMA URBANA QUE INFLUENCIAM O COMPORTAMENTO DE VIAGEM

ELEMENTO AMBIENTAL	DEFINIÇÃO
Acessibilidade regional	Localização e condições de acesso aos centros regionais, empregos ou serviços
Densidade demográfica	Número de pessoas, empregos ou casas por unidade de área de terra (acre, hectare, metro quadrado ou quilômetro)
Diversidade de usos de sol	Condições ou finalidades de uso de determinada área (residencial, comercial, institucional etc.)
Centralidade urbana	Localização dos empregos e atividades comerciais em centros de atividades principais
Integração viária	Grau em que as vias estão conectadas e permitem a realização de viagem direta entre destinos
Desenho urbano	Escala das vias, existência de projetos para controlar a velocidade do tráfego e melhorar o ambiente urbano, layout e design de edifícios, instalações e estacionamentos
Oferta e gestão de estacionamento	Número de vagas de estacionamento por unidade, edifício ou hectare, e até que ponto elas são pagas e regulamentadas de maneira eficiente
Condições para a realização de viagens por modos não motorizados	Quantidade e qualidade de calçadas, passarelas, caminhos, ciclovias, estacionamentos, segurança de pedestres e amenidades
Acessibilidade	O grau em que os destinos são acessíveis por transporte público adequado
Gestão da mobilidade urbana	Estratégias que incentivem a utilização de modos alternativos de transporte
Sistema de informação de transporte	O nível de conhecimento que o usuário possui acerca de determinado modo de transporte e o quanto as informações estão disponíveis ao usuário e são consideradas confiáveis
Qualidade do transporte público	Características do sistema de transporte público, como a idade média da frota de veículos, cobertura espacial e temporal da rede, qualidade dos locais de parada, segurança, lotação

Fonte: Adaptado de Litman (2005).

Os elementos dispostos no Quadro 2 vêm sendo sistematicamente estudados por impactarem a forma com que as pessoas realizam suas viagens e atividades cotidianas. No que se refere ao local de residência, por exemplo, Litman (2005) indica que as pessoas que moram em regiões mais próximas de seu local de trabalho dirigem menos e caminham, pedalam e utilizam o transporte público com maior frequência. Esse estudo também mostrou que quando há condições favoráveis ao uso de ciclovias e calçadas, por exemplo, segurança, qualidade ambiental e topografia adequada, as pessoas tendem a se deslocar mais por meio da bicicleta e a pé.

Em estudo realizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Pitombo (2007) identificou características de uso do solo, as quais estão fortemente relacionadas à escolha de destinos, especialmente no caso de universitários e de trabalhadores da indústria, e que a opção por viagens mais longas ou curtas para realizar atividades de trabalho e estudo depende da oferta de empregos ou da presença de escolas na zona de residência ou vizinhança. Esse estudo foi realizado a partir de dados coletados pela pesquisa origem-destino (O/D) na RMSP no ano 2000, a partir de uma amostra da população da metrópole em dia útil típico.

Já o estudo de Barros (2014), realizado em três localidades portuguesas, revelou que fatores como a presença de árvores, barreiras, muros, faixas de pedestres, estacionamento nas vias e iluminação, assim como a qualidade do piso da calçada, interferem na escolha dos indivíduos para realizar viagens a pé.

No que tange à variação espacial da oferta do sistema de transporte público, o estudo de Santos (2009) aplicado a uma amostra de usuários de ônibus no Plano Piloto do Distrito Federal identificou que a ausência de integração física, tarifária e operacional no sistema de transporte público contribui negativamente para o uso do metrô, revelando que mesmo os usuários que apresentaram origens próximas ao eixo do metrô preferem utilizar o ônibus.

Outra variável ambiental interveniente no comportamento de viagem é o nível de informação disponível ao usuário, que inclui o tempo, a distância e os custos da viagem, como também o consumo de combustível, as emissões de CO², dentre outras (GEHLERT; DZIEKAN; GÄRLING, 2013).

Avineri e Waygood (2013), em estudo sobre a emissão de poluentes relativos aos transportes, consideram que o nível de informação, em conjunto com outras medidas, pode alterar substancialmente o comportamento de viagem.

Nesse contexto, Bamberg, Ajzen e Schmidt (2003) desenvolveram um estudo que consistiu na introdução de um bilhete semestral pré-pago que permitia aos estudantes de uma universidade alemã realizarem passeios ilimitados no sistema de ônibus local, acompanhada por uma ampla campanha informativa sobre os benefícios de se utilizar o transporte público. Como resultado, os autores revelaram que o uso do transporte público duplicou após a realização da intervenção, indicando que os participantes que tiveram mais informações sobre esse modo de transporte passaram a considerá-lo como uma opção para a realização de suas viagens.

Outros elementos ambientais, investigados por diferentes autores, foram sumarizados por Cervero (2002), como estudos referentes à densidade, à diversidade e ao design. A densidade reflete a maneira como o solo é utilizado, em termos de quantidade, por exemplo, número de pessoas, atividades de trabalho, habitação e outros fins. A diversidade reflete como o uso do solo é configurado (a exemplo da distinção entre áreas heterogêneas, em que existem residências, comércio, trabalho, e homogêneas, em que só existe um tipo de atividade). Por fim, o design reflete a qualidade da infraestrutura e as configurações físicas disponíveis no espaço urbano. O estudo de Cervero (2002), realizado com residentes da cidade de Montgomery, Maryland, Estados Unidos, indicou que a densidade e a diversidade do uso do solo exercem influência significativa na escolha do modo de transporte a ser utilizado, particularmente na decisão entre usar o transporte público, dividir o carro ou dirigir sozinho. Esse estudo também revelou que locais de trabalho densos e diversificados (heterogêneos) eliciam maior utilização do transporte público (CURTIS; PERKINS, 2006).

Em estudo realizado com trabalhadores das regiões de Irvine e Los Angeles, Califórnia, Boarnet e Sarmiento (1996) sugeriram que a relação entre variáveis sociodemográficas e comportamento de viagem foi

mais significativa do que a relação entre as variáveis de uso do solo e comportamento de viagem. Assim, alguns trabalhos que investigaram a influência de fatores ambientais no comportamento de viagem passaram a sofrer críticas por não considerarem variáveis socioeconômicas e outras características que explicassem o estilo de vida e as necessidades de viagens dos indivíduos. Tais críticas induziram o desenvolvimento de estudos que começaram a avaliar o impacto de variáveis como a renda, a estrutura familiar e a idade no padrão de viagens (TAKANO, 2010).

Variáveis sociodemográficas

O processo de escolha por utilizar determinado modo de transporte é amplamente influenciado por características sociodemográficas. Uma pessoa pode, por exemplo, decidir utilizar um modo de transporte por ele ser mais barato ou mais rápido que os demais ou por estar mais próximo das atividades por ela desempenhadas (CERVERO, 2002). Assim, as viagens realizadas por uma pessoa podem estar condicionadas à sua idade, sexo, renda, tamanho da família, papel no domicílio, estrutura familiar e diferentes localizações das atividades que desempenha (PITOMBO, 2003; TAKANO, 2010).

Lu e Pas (1999) desenvolveram um modelo em que o comportamento de viagem é relacionado às características sociodemográficas e à participação em atividades, exposto na Figura 2.

O modelo exposto na Figura 2 revela que as características sociodemográficas, consideradas como variáveis exógenas, influenciam o comportamento de viagem e produzem efeitos indiretos na participação de atividades dentro e fora do domicílio, ambas consideradas variáveis endógenas.

FIGURA 2 - MODELO DE LU E PAS



Fonte: Lu e Pas (1999).

Analisando a influência das variáveis sociodemográficas no comportamento de viagem, Pitombo (2003) indicou que atividades de trabalho e estudo, tamanho da família, idade, sexo, situação familiar, número de automóveis no domicílio e salário médio individual exercem maior influência no comportamento de viagem, especialmente na manutenção de padrões de viagens. Já o estudo de Takano (2010), que utilizou a mesma base de dados de Santos (2009), encontrou diferenças significativas nas variáveis ocupação do indivíduo e posição na família, indicando que essas variáveis exercem influência importante no comportamento de viagem de usuários de ônibus do Distrito Federal.

No que tange à idade, Newbold *et al.* (2005) revelaram que o número de viagens realizadas por automóvel pela população idosa no Canadá aumentou ao longo dos anos e que o transporte público tornou-se relativamente menos importante para essa clientela. A proporção de viagens por motivos de trabalho diminuiu significativamente, enquanto viagens associadas a bens e serviços, entre outras tarefas, ganharam importância.

Quanto ao sexo, o estudo de Best e Lanzerdorf (2005), realizado com residentes da região de Cologne, na Alemanha, não evidenciou diferenças entre o número de viagens realizadas por homens e mulheres. Por outro lado, indicou que mulheres com filhos realizam mais viagens para cuidar das crianças, fazer compras de supermercado e outras tarefas de manutenção, enquanto os pais fazem mais viagens para o trabalho. Esse resultado também foi encontrado por Boarnet e Sarmiento (1998), revelando que mulheres com filhos e pessoas idosas fazem menos viagens a trabalho. As mulheres tendem, ainda, a realizar viagens mais curtas e próximas ao local de residência (OLARU; SMITH; PEACHMAN, 2005).

Outra área de interesse ao se investigar a influência das variáveis sociodemográficas no comportamento de viagem é o estágio em que a pessoa se encontra no ciclo de vida. Esse estágio é definido como um evento específico que afeta o indivíduo, como aprender a dirigir, sair de casa, começar a trabalhar ou ter o primeiro filho. Adultos solteiros que vivem sozinhos, por exemplo, têm como principais atividades o trabalho, o estudo e o lazer

e tendem a viajar mais de táxi e ônibus. Já os adultos que moram com os pais têm maior propensão a ter um automóvel, em decorrência do aumento da renda familiar. Em famílias jovens, as crianças são o centro das atenções e as viagens realizadas pelo automóvel tendem a ser mais frequentes. Já um casal aposentado tende a ter mais flexibilidade e a necessitar mais dos familiares para realizar seus deslocamentos (RYLEY, 2005).

Em suma, os estudos apresentados nessa seção revelam que diferentes variáveis sociodemográficas exercem influência sobre o comportamento de viagem e sobre a participação nas atividades cotidianas, em diversos contextos. Lu e Pas (1999) sugerem que os trabalhos que investigam o papel dessas variáveis no comportamento de viagem podem ser expandidos à compreensão de variáveis psicossociais, como o estilo de vida do indivíduo, por exemplo.

Variáveis psicossociais

Nos anos 1970 e 1980, as pesquisas relacionadas ao comportamento de viagem, em geral voltadas para as características sociodemográficas e de uso do solo, ignoravam a complexidade do processo de decisão dos usuários, bem como as percepções subjetivas e sentimentos em relação ao diferentes modos de transporte (KOPPELMAN; LYON, 1981). Na década de 1980, o foco em determinantes psicossociais do comportamento de viagem praticamente desapareceu, recebendo novo impulso no final dos anos 1990, quando começaram a ser discutidas e implantadas as políticas de gerenciamento de demanda de tráfego para modificar o comportamento de utilização do automóvel (SCHWANEN; MOKHTARIAN, 2005). Desde então, diferentes construtos psicológicos vêm sendo relacionados ao comportamento de viagem.

Um elemento amplamente investigado nos estudos de comportamento de viagem é o estilo de vida, definido por Salomon e Ben-Akiva (1983) como uma variável: (1) que reflete orientações perante a família, emprego e lazer; (2) que é definida em longo prazo e (3) que influencia a escolha pelo modo de transporte. O estilo de vida engloba não somente as variáveis referentes à estrutura familiar ou à participação em atividades laborais,

mas inclui valores e crenças sobre a estrutura familiar, trabalho e lazer, bem como sobre o ambiente, interesses e atitudes (VAN ACKER; VAN WEE; WITLOX, 2010). Alguns estudos indicam que diferentes estilos de vida influenciam o comportamento de viagem (CAO; MOKHATARIAN, 2005; HILDEBRAND, 2003; SCHEINER, 2006; SCHEINER; HOLZ-RAU, 2007; SILVA, 2013; TRANTER; WHITELEGG, 1994).

Outro construto psicossocial que tem sido relacionado ao comportamento de viagem é o hábito, definido como uma sequência de ações aprendidas, realizada automaticamente em resposta a estímulos específicos no ambiente (VERPLANKEN *et al.*, 1998). O desenvolvimento de hábitos ocorre por meio da repetição sistemática de um comportamento que tem consequências positivas (GÄRLING; AXHAUSEN, 2003; GARVILL; MARELL; NORDLUND, 2003). Vários estudos revelam que o hábito é um importante preditor do comportamento de escolha por determinado modo de transporte (BOE; FUJII; GÄRLING, 1999; CRISTO, 2013; FORWARD, 2004; GARVILL; MARELL; NORDLUND, 2003; THØGERSEN, 2006; VERPLANKEN; AARTS; VAN KNIPPENBERG, 1997; VERPLANKEN *et al.*, 1998).

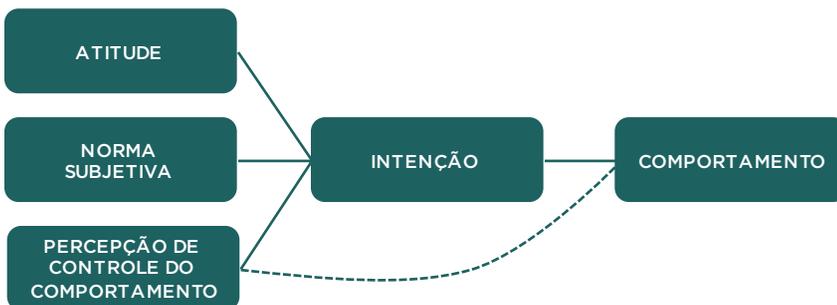
Outra variável psicossocial que influencia na predição do comportamento de viagem é a atitude, que é uma disposição geral sobre determinado objeto (favorável ou não) que reflete as crenças sobre as consequências de um comportamento e os valores atribuídos a essas consequências (AJZEN, 1991). Um dos primeiros estudos a relacionar as atitudes ao comportamento de viagem foi desenvolvido por Koppelman e Lyon (1981), demonstrando que a percepção e os sentimentos dos usuários, em relação a viagens para o trabalho e para a escola, relacionavam-se à escolha pelo modo de transporte, sendo mediada pela preferência. Os autores consideram que grande parte dos modeladores não incluem essas variáveis nos modelos de comportamento de viagem, pois a análise desses modelos torna-se mais complexa e de difícil previsão, dificultando a previsão da demanda futura. Sabe-se, contudo, que a inclusão de variáveis atitudinais em modelos de escolha modal os tornam substancialmente mais precisos

(ATASOY *et al.*, 2010; BAGLEY; MOKHTARIAN; KITAMURA, 2002; BEN-AKIVA *et al.*, 1997; CHOO; MOKHTARIAN, 2004; LI *et al.*, 2007; MCMILLAN, 2006; SCHWANEN; MOKHTARIAN, 2005, 2007; WANG; CHEN, 2012).

Embora alguns construtos psicossociais que influenciam o comportamento de viagem tenham sido aqui apresentados separadamente, identifica-se na literatura revisada uma tendência a utilizar conceitos ou modelos que contemplem diferentes construtos ou arcabouços teóricos de maneira integrada. O objetivo dessa abordagem integrada é tentar explicar uma maior parcela da variância que ocorre no comportamento de viagem.

Uma teoria amplamente utilizada para se compreender os aspectos psicossociais que influenciam o comportamento de viagens é a Teoria do Comportamento Planejado (AJZEN, 1991), que considera que a atitude, a norma subjetiva e a percepção de controle comportamental levam à formação de uma intenção comportamental que, por sua vez, é o antecedente imediato do comportamento (Figura 3).

FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DA TEORIA DO COMPORTAMENTO PLANEJADO



Fonte: Ajzen (1991).

A atitude, conforme exposto anteriormente, revela uma disposição geral sobre determinado objeto (favorável ou não); a norma subjetiva refere-se à expectativa sobre a opinião de outras pessoas e sentimento de pressão social para agir de determinada maneira; a percepção de controle comportamental é a percepção das possibilidades, dos recursos e da capacidade disponível para a realização do comportamento, e a intenção

reflete o desejo de se comportar de determinada maneira (AJZEN, 1991; BAMBERG; HUNECKE; BLÖBAUM, 2007; MORLEY, 2011). Por exemplo, se um indivíduo e as pessoas importantes para esse indivíduo (norma subjetiva) avaliam positivamente (atitude) o uso do transporte público e, ainda, se ele percebe que não há fatores que podem impedi-lo de utilizar o transporte público (percepção de controle comportamental), sua intenção de utilizá-lo tenderá a ser grande. Revisões de estudos que utilizaram a Teoria do Comportamento Planejado como embasamento para a investigação do comportamento de viagem podem ser encontradas em Neto (2014).

Em síntese, verifica-se que os estudos da área de comportamento de viagem enfatizam a investigação dos fatores ambientais, sociodemográficos ou psicossociais. Nesta seção, buscou-se demonstrar que todos esses elementos exercem uma influência importante no comportamento de viagem. É relevante para as pesquisas da área investigar de que maneira tais fatores podem exercer um impacto (positivo ou negativo) no comportamento de viagem. Nessa perspectiva, vale refletir sobre as tendências e perspectivas futuras da área para os próximos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo, foi apresentado o conceito de comportamento de viagem, bem como algumas das teorias que embasaram esse conceito e as variáveis de influência que têm sido sistematicamente investigadas pelos pesquisadores da área ao longo dos anos. Os estudos aqui relatados indicam que tanto as variáveis ambientais quanto as sociodemográficas e psicossociais exercem um importante papel nos processos de escolha dos indivíduos, impactando também seu comportamento.

Por razões didáticas, essas variáveis foram apresentadas separadamente neste capítulo. Contudo, estima-se que as pesquisas da área tenderão a considerar, de maneira conjunta, os diferentes elementos de influência no comportamento de viagem. Prevê-se, assim, a possibilidade

de utilização de modelos integrados que considerem, de maneira holística, a influência de características ambientais, sociodemográficas e psicossociais no comportamento dos usuários.

Essa integração, que, a priori, visa aumentar a variância explicada dos fenômenos estudados, contribui para a realização de prognósticos mais realistas. Isso implica dizer que os modelos explicativos propostos pelos estudos da área podem se tornar ainda mais robustos, facilitando a tomada de decisão por parte dos gestores. Assim, planejadores de transporte estão, progressivamente, sendo convidados a abordar e a investigar de forma adequada o comportamento de viagem por meio do desenvolvimento de modelos mais complexos.

Há de se considerar também alguns temas emergentes que poderão dar nova orientação teórica e metodológica aos estudos da área, expostos por Pendyala e Bhat (2004):

- as implicações do uso de telecomunicações e da tecnologia sobre o comportamento de viagem;
- a influência da dimensão espaço-temporal nas multitarefas desempenhadas pelos indivíduos na vida cotidiana;
- o impacto das restrições individuais e familiares (por exemplo, cronogramas de trabalho e escola, disponibilidade modal) no comportamento de viagem e na realização de viagens encadeadas;
- o papel exercido pelos processos de tomada de decisão no encadeamento de viagens, nas escolhas de modal, de destino, de localização da residência e do local de trabalho;
- a influência de variáveis individuais como atitudes, valores, percepções e experiências na formação do comportamento de viagens.

Assim, conclui-se que a viagem não pode ser observada e modelada de forma isolada, devendo-se considerar o contexto de atividades, as interações que ocorrem na dimensão tempo-espaço, as características de abastecimento da rede de transportes, do estilo de vida do usuário e do uso do solo. Um indivíduo que escolhe utilizar o metrô em seu dia a dia, por exemplo, pode ter como razões o fato de a estação ser próxima à sua residência e ao seu local de trabalho, de gostar mais de andar de trem do

que de ônibus ou de ter condição financeira para tal. Trata-se de uma combinação de elementos que contribuem para que esse indivíduo utilize o metrô ao invés do ônibus, por exemplo.

Assim, focar em apenas um desses fatores em um estudo relacionado à viagem parece não ser o bastante para se compreender o fenômeno de maneira holística. Ao enfatizar apenas as características pessoais do viajante, corre-se o risco de negligenciar os fatores da forma urbana que também podem influenciar no comportamento. Por outro lado, ao se focar apenas nas características ambientais, os processos de percepção e avaliação individual são desconsiderados. Deve-se considerar, portanto, que o comportamento humano é multideterminado por um conjunto de aspectos situacionais e individuais. Dessa maneira, não faz sentido considerar a existência de uma única variável de influência no comportamento de viagem, uma vez que vários aspectos o determinam.

REFERÊNCIAS

- AJZEN, Icek. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Amsterdam, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.
- ATASOY, Bilge *et al.* Demand for public transport services: integrating qualitative and quantitative methods. SWISS TRANSPORT RESEARCH CONFERENCE, 11., 2010, Lausanne. *Proceedings* [...]. Lausanne: École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2010. p. 1-19. Disponível em: http://transpor.epfl.ch/documents/proceedings/ATASOY_STRC2010.pdf. Acesso em: 6 jun. 2020.
- AVINERI, Erel; WAYGOOD, Owen D. Applying valence framing to enhance the effect of information on transport-related carbon dioxide emissions. *Transportation Research Part A*, v. 48, p. 31-38, 2013.
- AXHAUSEN, Kay W. Concepts of travel behavior research. In: GÄRLING, Tommy; STEG, Linda (ed.). *Threats from car traffic to the quality of urban life: problems, causes, and solutions*. Oxford: Elsevier, 2007. p. 165-186.
- BAGLEY, Michael N.; MOKHTARIAN, Patricia L.; KITAMURA, Ryuichi. A methodology for the disaggregate, multidimensional measurement of residential neighborhood type. *Urban Studies*, Berkeley, v. 39, n. 4, p. 689-704, 2002.

BAMBERG, Sebastian; AJZEN, Icek; SCHMIDT, Peter. Choice of travel mode in the theory of planned behavior: The roles of past behavior, habit, and reasoned action. *Basic and Applied Social Psychology*, v. 25, n. 3, p. 175-188, 2003.

BAMBERG, Sebastian; HUNECKE, Marcel; BLÖBAUM, Anke. Social context, personal norms and the use of public transportation: two field studies. *Journal of Environmental Psychology*, Amsterdam, v. 27, n. 3, p. 190-203, 2007.

BARROS, Ana Paula B. G. *Diz-me como andas que te direi onde estás: inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre*. 2014. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

BEHRENS, Roger. Activity-travel analysis: a review of theoretical origins, recent developments and local application. *In: SOUTH AFRICAN TRANSPORT CONFERENCE, 2000, Pretoria. Conference Papers [...]*. Pretoria: Document Transformation Technologies, 2000.

BEN-AKIVA, Moshe *et al.* Integration of Choice and Latent Variable Models. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF ASSOCIATION OF TRAVEL BEHAVIOUR RESEARCH, 8., 1997, Austin. Proceedings [...]*. Austin: University of Texas, 1997. p. 1-39.

BEST, Henning; LANZENDORF, Martin. Division of labour and gender differences in metropolitan car use: An empirical study in Cologne, Germany. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 109-121, 2005.

BOARNET, Marlon G.; SARMIENTO, Sharon. Can land use policy really affect travel behavior? A study of the link between non-work travel and land use characteristics. *Urban Studies*, Thousand Oaks, v. 35, n. 7, p. 1155-1169, 1996.

BOE, Ole; FUJII, Satoshi; GÄRLING, Tommy. Empirical tests of a model of automobile choice incorporating attitude, habit, and script. *In: URBAN TRANSPORT SYSTEMS CONFERENCE, 1999, Lund. Proceedings [...]*. Lund, Sweden: Lund University, 1999. p. 1-9.

CAO, Xinyu; MOKHTARIAN, Patricia L. How do individuals adapt their personal travel? A conceptual exploration of the consideration of travel-related strategies. *Transport Policy*, Amsterdam, v. 12, p. 199-206, 2005.

CERVERO, Robert. Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D*, Amsterdam, v. 7, n. 4, p. 265-284, 2002.

CHOO, Sangho; MOKHTARIAN, Patricia L. What type of vehicle do people drive? The role of attitude and lifestyle in influencing vehicle type choice. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 38, n. 3, p. 201-222, 2004.

CRANE, Randall. The influence of urban form on travel: an interpretive review. *Journal of Planning Literature*, Thousand Oaks, v. 15, n. 1, p. 3-23, 2000.

CRISTO, Fábio de. *O hábito de usar automóvel tem relação com o transporte coletivo ruim?* 2013. Tese (Doutorado em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CURTIS, Carey; PERKINS, Tim. Travel behavior: a review of recent literature: impacts of transit LED development in a new rail corridor. *Urbanet Working Paper*, n. 3, 2006. Disponível em: https://urbanet.curtin.edu.au/wp-content/uploads/sites/40/2018/12/ARC_TOD_Working_Paper_3.pdf. Acesso em: 6 jun. 2020.

FORWARD, Sonja. E. The prediction of travel behaviour using the theory of planned behaviour. In: T., ROTHENGATTER, Talib; HUGUENIN, Raphael D. (ed.). *Traffic and transport psychology: theory and application*. Amsterdam: Elsevier, 2004. p. 481-492.

GÄRLING, Tommy. Changes of private car use in response to travel demand management. In: UNDERWOOD, Geoffrey (ed.). *Traffic and transport psychology: theory and application: proceedings of the International Conference on Traffic & Transport Psychology (ICTTP)* 2004. Amsterdam: Elsevier, 2005. p. 551-571.

GÄRLING, Tommy; AXHAUSEN, Kay W. Introduction: habitual travel choice. *Transportation*, New York City, v. 30, p. 1-11, 2003.

GARVILL, Jörgen; MARELL, Agneta; NORDLUND, Annika. Effects of increased awareness on choice of travel mode. *Transportation*, New York City, v. 30, p. 63-79, 2003.

GEHLERT, Tina; DZIEKAN, Katrin; GÄRLING, Tommy. Psychology of sustainable travel behavior. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 48, p. 19-24, 2013.

GOULIAS, Konstadinos. G. Travel behavior and values research for human centered transportation systems. In: PAUL, Harold (ed.). *Transportation in the new millennium: state of the art and future directions, perspectives*. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2000.

HANDY, Susan. Critical assessment of the literature on the relationships among transportation, land-use, and physical activity. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *TRB Report 282: does the built environment influence physical activity? Examining the evidence*. Washington, DC: Transportation Research Board and the Institute of Medicine Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use, 2005. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr282.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

HAYES, Nicky. *Principles of Social Psychology*. East Sussex, England: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1993.

HILDEBRAND, Eric D. Dimensions in elderly travel behaviour: a simplified activity-based model using lifestyle clusters. *Transportation*, New York City, v. 30, p. 285-306, 2003.

JOVICIC, Goran. Activity based travel, demand modeling: a literature study. Copenhagen: Danmarks Transport Forskning, 2001. Disponível em: <https://resources.nctcog.org/trans/modeling/nextgeneration/ActivityBasedTravelDemandModelingLiteratureStudy.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2020.

KANAFANI, Adib. *Transportation demand analysis*. New York: McGraw-Hill, 1983.

KOPPELMAN, Frank S., LYON, Patricia K. Attitudinal analysis of work/school travel. *Transportation Science*, Catonsville, v. 15, n. 3, p. 233-254, 1981.

LI, Jianling *et al.* Who chooses to carpool and why? Examination of Texas carpoolers. *Transportation Research Record*, Thousand Oaks, v. 2021, n. 1, p. 110-117, 2007.

LIEPMANN, Kate K. *The journey to work*. New York: Oxford University Press, 1945.

LITMAN, Todd. A. *Land use impacts on transport: how land use factors affect travel behavior*. Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2005. Disponível em: <http://www.vtpi.org/landtravel.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

LU, Xuedong; PAS, Eric I. Socio-demographics, activity participation and travel behavior. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 1-18, 1999.

MCMILLAN, Tracy E. The relative influence of urban form on a child's travel mode to school. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 69-79, 2006.

MCNALLY, Michael G. The activity-based approach. *UC Irvine: Center for Activity Systems Analysis*, 2000. Disponível em: <http://www.escholarship.org/uc/item/5sv5v9qt>. Acesso em: 8 nov. 2020.

MORLEY, Camilla. *Motivating public transport use: travel behavior and integrated ticketing for greater Wellington*. 2011. Thesis (Master of Environmental Studies) – Victoria University of Wellington, Nova Zelândia, 2011.

NETO, Ingrid. *Determinantes psicossociais do uso do transporte público: um estudo comparativo entre o Distrito Federal (Brasil) e a região de Hampton Roads-VA (Estados Unidos)*. 2014. Tese (Doutorado em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NEWBOLD, Kenneth B. *et al.* Travel behavior within Canada's older population: a cohort analysis. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 13, n. 4, p. 340-351, 2005.

OLARU, Doina; SMITH, Nariida; PEACHMAN, John. Whereabouts from Monday to Sunday? TRANSPORT RESEARCH FORUM, 28., 2005, Sydney, Australia. *Papers [...]*. Sydney, Australia:

Australasian Transport Research Forum Incorporated, 2005. Disponível em: http://www.atrf.info/papers/2005/2005_Olaru_Smith_Peachman.pdf. Acesso em: 7 jun. 2020.

PAIVA JÚNIOR, Humberto de. *Segmentação e modelagem comportamental de usuários de serviços de transporte urbano brasileiros*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PENDYALA, Ran M.; BHAT, Chandra R. *Emerging issues in travel behavior analysis: conference on data for understanding our nation's travel: National Household Travel Survey*, Transportation Research Board. Washington: National Research Council, 2004.

PITOMBO, Cira S. *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PITOMBO, Cira S. *Estudos de relações entre variáveis socioeconômicas, de uso do solo, participação em atividades e padrões de viagens encadeadas urbanas*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

RILEY, Tim. Use of non-motorised modes and life stage in Edinburgh. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 14, n. 5, p. 367-375, 2005.

SACOG (Sacramento Area Council of Governments). *Pre-Census travel behavior report: analysis of the 2000 Sacog household travel survey*. Sacramento: Sacog, 2001. Disponível em: <http://www.sacog.org/publications/travelsurvey.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SALOMON, Ilan; BEN-AKIVA, Moshe. The use of the life-style concept in travel demand models. *Environment and Planning A*, v. 15, n. 5, p. 623-638, 1983.

SANTOS, Lilian da S. *Análise da influência da variação especial da oferta de um modo de transporte público urbano no comportamento de viagem de seus usuários*. 2009. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SCHEINER, Joachim. Does individualization of travel behaviour exist? Determinants and determination of travel participation and mode choice in West Germany, 1976-2002, Berlin. *Die Erde*, Berlin, v. 137, n. 4, p. 355-377, 2006.

SCHEINER, Joachim; HOLZ-RAU, Christian. Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation*, New York City, v. 34, n. 4, p. 487-511, 2007.

SCHLAG, Bernhard; SCHADE, Jens. Public acceptability of travel demand management. In: ROTHENGATTER, Talib; HUGUENIN, Raphael D. (ed.). *Traffic and transport psychology*:

theory and application: proceedings of the International Conference on Traffic & Transport Psychology (ICTTP) 2000. Amsterdam: Elsevier, 2004. p. 493-500.

SCHÖNFELDER, Stefan; AXHAUSEN, Kay W. *Urban rhythms and travel behaviour: spatial and temporal phenomena of daily travel*. Farnham: Ashgate, 2010.

SCHWANEN, Tim; MOKHTARIAN, Patricia L. What affects commute mode choice: Neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 83-99, 2005.

SCHWANEN, Tim; MOKHTARIAN, Patricia L. Attitudes toward travel and land use and choice of residential neighborhood type: evidence from the San Francisco Bay area. *Housing Policy Debate*, London, v. 18, n. 1, p. 171-207, 2007.

SILVA, Alexandre H. A Influência do estilo de vida nas escolhas de transporte: uma análise de classes latentes. 2013. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

TAKANO, Marise S. M. *Análise da influência da forma urbana no comportamento de viagens encadeadas com base em padrões de atividades*. 2010. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

THØGERSEN, John. Understanding repetitive travel mode choices in a stable context: a panel study approach. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 40, p. 621-638, 2006.

TRANTER, Paul; WHITELEGG, John. Children's travel behaviour in Canberra: car-dependent lifestyles in a low-density city. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 265-273, 1994.

TRAVEL FORECASTING RESEARCH. *Travel behavior*. 2014. Disponível em: http://tfresource.org/Travel_Behavior. Acesso em: 8 nov. 2015.

VAN ACKER, Veronique; VAN WEE, Beart; WITLOX, Frank. When transport geography meets social psychology: Toward a conceptual model of travel behaviour. *Transport Reviews*, Abingdon, v. 30, n. 2, p. 219-240, 2010.

VERPLANKEN, Bas; AARTS, Henk; VAN KNIPPENBERG, Ad Van. Habit, information acquisition, and the process of making travel mode choices. *European Journal of Social Psychology*, Hoboken, v. 27, n. 5, p. 539-560, 1997.

VERPLANKEN, Bas *et al.* Habit versus planned behaviour: a field experiment. *British Journal of Social Psychology*, Hoboken, v. 37, n. 1, p. 111-128, 1998.

WANG, Tingting; CHEN, Cynthia. Attitudes, mode switching behavior, and the built environment: A longitudinal study in the Puget Sound Region. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 46, n. 10, p. 1594-1607, 2012.



APLICAÇÃO DE MINERADOR DE DADOS NA OBTENÇÃO DE RELAÇÕES ENTRE PADRÕES DE ENCADEAMENTO DE VIAGENS E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

SANDRA ICHIKAWA
EJI KAWAMOTO

INTRODUÇÃO

A principal motivação para a utilização de abordagens baseadas em atividades é que as decisões de viagens são baseadas em atividades. A análise baseada em atividades constitui mais uma metodologia exploratória, em que, de acordo com Jones *et al.* (1983), pesquisadores iniciaram a examinar o comportamento do viajante levando em conta a sua condição familiar, num contexto mais amplo de padrão de comportamento diário, de modo que essa abordagem possibilita a esses pesquisadores fugir dos limites de uma estrutura teórica e de linhas de pensamento provavelmente erradas.

Essa análise permite envolver um complexo tratamento das características socioeconômicas e de viagens e os limites de localização de um indivíduo pelas suas características, pelo seu domicílio e pelo meio ambiente. Enquanto técnicas de modelagem desagregadas incorporam características específicas dentro de modelos de escolha, por exemplo, a análise baseada em atividades pode associar uma abordagem que avalia as características socioeconômicas e a combinação entre o papel do indivíduo dentro da família e o estágio do ciclo de vida.

A Abordagem Baseada em Atividades segue uma estrutura teórica na qual a análise do comportamento e a previsão da demanda iniciam-se pela compreensão de como e por que as atividades são exercidas em um determinado tempo e espaço.

Além da compreensão de como se comporta a demanda, um fato importante é que as viagens não podem ser analisadas independentemente, pois as atividades realizadas num período de tempo são normalmente inter-relacionadas. A viagem pode ser considerada como um simples mecanismo físico para se atingir um destino com o objetivo de realizar determinada atividade. As atividades não são realizadas no mesmo local e nem ao mesmo tempo e, dessa forma, ocorre uma sequência de deslocamentos no espaço ao longo de um período. Os deslocamentos não representam uma atividade fim, mas existem para permitir a realização de uma série de atividades.

A análise de viagens permite identificar complexas interações entre a participação em atividades e o padrão da viagem, ou seja, o que leva o indivíduo a decidir quais atividades realizará e quais viagens são necessárias para compor sua agenda. As interações entre membros do domicílio e suas características domiciliares (renda, número de pessoas na família, posição etc.) e individuais (disponibilidade de veículo, sexo etc.), aliadas às condições de funcionamento do local da atividade a ser acessado (trabalho, escola, comércio etc.), definem os modos de transporte para cumprir essas tarefas e, conseqüentemente, a formação de um padrão de viagem.

A abordagem baseada nas atividades tem se tornado um novo caminho e pode ser considerada uma ferramenta poderosa para previsão de demanda de viagens, permitindo antecipar com maior precisão a demanda por transporte.

O objetivo deste trabalho foi apresentar a aplicabilidade de um minerador de dados para obter relações entre padrões de viagens encadeadas e características socioeconômicas de viajantes urbanos.

ABORDAGEM DE VIAGENS BASEADA EM ATIVIDADES

O ponto de partida da abordagem de viagens baseada em atividades foi o enfoque apresentado por Mitchel e Rapkin (1954 *apud* VASCONCELLOS, 2000, p. 93):

Parece evidente que alguns indivíduos deslocam-se pela cidade em função de atividades altamente especializadas; médicos atendem os chamados de seus clientes, os vendedores atendem os fregueses, os homens de negócios atendem os banqueiros, as mulheres fazem as compras da casa [...] pode-se imaginar que os papéis conflitantes dos indivíduos podem tornar-se evidentes também nos seus padrões de viagens e pode ter grande influência na sua determinação. Certamente, no projeto de uma pesquisa sobre os motivos dos deslocamentos, a influência do status do indivíduo e dos papéis simples ou múltiplos por ele desempenhados deveriam ser considerados.

Esta afirmação pode ser considerada como a primeira tentativa de relacionar os estudos de tráfego aos papéis desempenhados pelos indivíduos (VASCONCELLOS, 2000). Os estudos de Mitchel e Rapkin (1954) apresentaram diversas investigações e uma estrutura compreensiva do comportamento de viagens, mas ainda não estabeleciam uma relação direta entre viagens e atividades (MCNALLY, 2000).

O ponto fundamental das abordagens baseadas em atividades é referente às decisões de viagens, que são dirigidas por um conjunto de atividades e formam uma “agenda” de participação nessas atividades, não podendo ser analisadas com base nas viagens individuais. Dessa forma, o processo de escolha associado à decisão de viagem pode ser compreendido e modelado somente dentro do contexto de uma programação. O conjunto de atividades e viagens executadas inclui o padrão de atividade do indivíduo, o processo de decisão, o comportamento do indivíduo e o ambiente. Todos estes elementos levam à formação de padrões que caracterizam um comportamento complexo de viagem.

A viagem é um mecanismo de acesso a uma ou várias atividades. Enquanto as abordagens convencionais se satisfazem com os modelos que geram viagens, as abordagens baseadas em atividades focam no que gera a atividade produtora de viagens.

As quatro ideias básicas da teoria do comportamento do viajante baseada nas atividades são:

- a. A demanda por viagem é derivada da demanda por atividades (JONES, 1977). Este princípio mostra que a decisão de viajar é um componente da decisão do indivíduo por realização de atividades.

- b. O comportamento humano está limitado no tempo e no espaço (HAGERSTRAND, 1970). Nesse limite espaço-temporal, os homens se movimentam de formas variadas, em diferentes lugares e em diferentes pontos no tempo, sobretudo pela experiência que adquirem sobre o tempo e o custo desse movimento. Considera-se, ainda, que eles também são limitados pela necessidade de retornar à sua residência para descanso e manutenções pessoais (BOWMAN, 1995).
- c. O domicílio afeta as atividades dos indivíduos e a sua decisão de viagem (CHAPIN, 1974; JONES *et al.*, 1983). Normalmente, eles agem no contexto familiar, dividindo tarefas e compartilhando recursos com outros membros do domicílio. Muitas das decisões tomadas nesse âmbito podem ser consideradas como uma unidade, podendo ser influenciadas pelo tipo e pelo tamanho da habitação, pelo relacionamento entre os membros e pelas características destes, como idade e gênero. Em alguns casos, membros como crianças podem impor a realização de mais viagens (escola, atividades, compras, médico) como também limitar os demais dentro do domicílio (disponibilidade de um veículo, renda).
- d. A ideia básica é que as decisões acerca das viagens e atividades são dinâmicas (GOODWIN; KITAMURA; MEURS, 1990).

Damm (1983) destacou a formação de três grupos distintos de hipóteses que constituem o comportamento dos indivíduos na realização de viagens e atividades: (1) as *características individuais* – por exemplo, gênero e idade – apresentam variações no comportamento e padrões de viagens, quando são comparados homens e mulheres, padrões de atividades diferenciados de idosos e crianças com trabalhadores ou estudantes; (2) as *características domiciliares* – como o tamanho da família e as características de seus membros – influem no contexto familiar; (3) os *limites ambientais* – elementos como tipo, quantidade, período, duração e localização das atividades – agem simultaneamente e afetam o comportamento dos indivíduos.

A abordagem baseada em atividades leva à necessidade de uma reestruturação da análise, partindo provavelmente da coleta de dados. Os levantamentos diários fornecem às pesquisas um conjunto rico de

dados, mas existem limitações quando analisados dentro do contexto do encadeamento e de atividades. Os dados necessários para esse tipo de análise superam aqueles coletados para os modelos tradicionais, requerendo maiores observações nas etapas consecutivas da programação de atividades. Ao considerar que a viagem em si é apenas um meio para alcançar determinado destino para a realização de uma atividade, o levantamento dos dados considerando como e de que forma as atividades são selecionadas e programadas é muito importante para representar o processo de tomada de decisões. Escolha do dia da semana, dados sobre início e término das atividades e viagens, quem participa da atividade com o entrevistado, tempo demandado para realização de cada atividade e sua prioridade para o indivíduo, por exemplo, podem enriquecer em detalhes a pesquisa e seus resultados. Por outro lado, a coleta poderia ser inviabilizada em função do custo e tempo gasto para o desenvolvimento dos trabalhos.

ÁRVORES DE DECISÃO

A árvore de decisão, uma das técnicas utilizadas em mineração de dados, é formada por uma estrutura em forma de árvore e representa conjuntos de decisão, a qual gera regras para a classificação de um grande conjunto de dados. Essa técnica permite classificar uma base de dados em um número finito de classes com a qual é possível analisar esse conjunto de dados através de regras hierárquicas e da sua divisão em grupos, organizando-o de maneira compacta e obtendo uma visão real da natureza do processo (QUINLAN, 1983).

A hierarquia é chamada de árvore e cada segmento é chamado de nó (X_1 , X_2 , X_3). O segmento original contém o conjunto completo de dados, referindo-se ao nó raiz da árvore (X_1). Este nó contém dados que podem ser subdivididos dentro de outros subnós, chamados de nós filhos (X_2 , X_3). Quando os dados do nó não podem ser mais subdivididos dentro de um outro subconjunto, ele é considerado como um nó final ou terminal,

chamado de folha. Cada caminho da raiz até a folha corresponde a uma regra de decisão ou classificação. A divisão dos dados dentro de cada nó é progressiva, tendendo à homogeneidade até que os nós contenham poucas observações.

A *classification and regression trees* (CART) é um dos modelos de árvore cujo algoritmo é fundamentado na monografia de Breiman *et al.* (1984), que apresentam um dos mais importantes métodos de árvore de classificação e regressão. Nesse modelo, as variáveis explicativas e as variáveis resposta podem assumir valores contínuos ou categóricos, sendo que, se a variável resposta for contínua, o modelo recebe o nome de árvore de regressão; caso contrário, é tratada como uma árvore de classificação.

Software S-Plus

Para a aplicação da técnica de mineração de dados foi utilizado o software denominado S-Plus, desenvolvido pela StatSoft, disponível no banco de softwares do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo (USP). O software possui o modelo de árvore de classificação e regressão, variante do algoritmo do CART descrita por Clark e Pregibon (1993). Ele trata a árvore como modelo de probabilidade e emprega o desvio como critério de divisão. O algoritmo da árvore torna os subconjuntos resultantes cada vez mais homogêneos em relação à variável resposta, mediante sucessivas divisões binárias no conjunto de dados. A cada passo do crescimento da árvore, o particionamento dos dados se faz a partir da produção da minimização do desvio ou da entropia em todas as divisões permitidas nos nós (BREIMAN *et al.*, 1984).

O software S-Plus pode ser usado para a construção de árvores provenientes de um conjunto de dados completos (não podendo haver falta de dados em qualquer campo do banco de dados) com no máximo 128 variáveis resposta categóricas e 32 níveis de variáveis explicativas categóricas, porque, se uma variável explicativa tem k níveis, então $2(k-1) - 1$ divisões poderão ser analisadas em função da capacidade do sistema. O software automaticamente decide se ajusta a uma árvore de regressão ou classificação de acordo com o tipo de variável resposta.

A heterogeneidade de cada nó é medida pelo desvio, que é definido como recíproco da função verossimilhança elevado ao quadrado. Neste trabalho, utilizou-se para análise o desvio de 0,05. Em relação ao desvio adotado, nota-se que resultados com desvios menores aumentam a complexidade dos resultados, não necessariamente significando resultados melhores. Desvios maiores aumentam a quantidade dos subconjuntos e, conseqüentemente, a complexidade dos resultados e sua análise.

Em resumo, a árvore de decisão e classificação (ADC) foi utilizada em função da sua capacidade de representar a natureza probabilística do objeto analisado, que no caso representa os padrões de viagens. Ela é um modelo que reconhece que “indivíduos homogêneos” podem tomar diferentes decisões, e associa a probabilidade às diferentes respostas possíveis. O padrão encontrado nos nós terminais da árvore corresponde a um conjunto de características socioeconômicas. Cada nó apresenta a distribuição da frequência de ocorrência dos padrões de viagens, ou seja, indivíduos com atributos socioeconômicos e de viagens similares não se comportam de maneira similar; pelo contrário, fazem diferentes padrões de viagens encadeadas.

MÉTODO

Para a representação das viagens encadeadas, as viagens correspondentes a cada indivíduo foram codificadas em termos de sequência de letras que indicavam uma ordem cronológica em que as atividades eram desenvolvidas. Com a codificação sequenciada por letras para representar os padrões de viagens, tenta-se encontrar essas relações através de um minerador de dados. Neste estudo, buscou-se identificar e caracterizar a população da Região Metropolitana de São Paulo a partir de indicadores socioeconômicos e relacioná-los a alguns aspectos dos padrões e sequenciamento de viagens.

O método obedeceu às seguintes etapas:

- a. Escolha do modelo: as árvores de decisão foram adotadas em função da sua capacidade de representar a natureza probabilística do objeto

analisado, que, no caso, representa os padrões de viagens. Uma das vantagens das árvores de decisão é a possibilidade de análise de um grande conjunto de dados e através das regras hierárquicas e da sua divisão em grupos organizam-se os dados de maneira compacta para obter uma visão acerca da relação entre padrão de viagem e variáveis socioeconômicas;

- b. Definição de critérios para codificação dos dados: a codificação dos dados foi adotada como forma de viabilizar a representação de padrões de viagens e relacioná-los a grupos de indivíduos com características semelhantes;
- c. Preparação da base de dados: a fonte de dados analisada foi o da Pesquisa Origem-Destino da Região Metropolitana de São Paulo, coletada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo, realizada em 1987.
- d. Análise dos resultados: a partir do relacionamento de indicadores socioeconômicos e padrões de viagens codificadas, foram realizadas avaliações sobre os conhecimentos obtidos durante a aplicação método de classificação, verificando se alguns conhecimentos disponíveis poderiam ser descobertos pelo minerador. A verificação da consistência dos resultados obtidos através da codificação e do uso do minerador de dados foi realizada com a confrontação de alguns resultados constantes na literatura encontrada referente à teoria de viagens baseada em atividades.
- e. Resultados esperados: Espera-se que um diagnóstico analítico e descritivo dos grupos de indivíduos formados e das suas características revele uma etapa fundamental para aportar conhecimentos que possam ser úteis ao planejamento de transportes.

TRATAMENTO DOS DADOS

Pesquisa origem-destino

O trabalho foi realizado a partir dos dados da pesquisa origem-destino da Região Metropolitana de São Paulo de 1987, realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSB, 1988). A pesquisa contemplou 38 municípios da região metropolitana, com uma população de 16 milhões

de habitantes distribuídas numa área aproximada de 8.050 km². A análise baseou nos dados socioeconômicos e de viagens, localização do emprego e da escola de cada indivíduo residente entrevistado e dados gerais do domicílio. Os dados tinham correspondência a 254 zonas identificadas pela homogeneidade no uso do solo, com dados agregados por zona, além dos dados de origem e destino de viagens interzonais. O questionário da pesquisa tiveram três tipos de questionários: a primeira parte relativas ao domicílio (tipo de domicílio, condição de moradia e valor do aluguel), à família (tempo de residência no bairro, tamanho da família, itens de conforto familiar) e às características socioeconômicas de cada pessoa na família (posição na família, idade, sexo, nível de instrução, ocupação profissional e classe de atividade da empresa em que trabalha e a faixa de renda mensal); a segunda parte informações sobre o local de trabalho e/ou estudo, endereço de trabalho e/ou estudo, e a última, correspondendo às informações relativas às viagens realizadas no dia anterior à entrevista pelas pessoas do domicílio (origem, destino, hora de início e término da viagem, motivo, modo e duração). A coleta dos dados ocorreu em duas etapas, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 1987 em 80% das entrevistas e em março, abril, maio e junho de 1988 no restante dos questionários.

A cidade de São Paulo conta com uma série de pesquisas domiciliares de Origem-Destino decenais, iniciadas a partir de 1967. Foram realizadas quatro pesquisas Origem-Destino na Região Metropolitana de São Paulo: a primeira, em 1967, abrangendo 15 municípios, realizada para subsidiar os estudos da implantação da rede básica do Metrô e para a implantação da sua primeira linha no município de São Paulo; a segunda, em 1977, totalizou 27 municípios, alguns integralmente e outros apenas em suas áreas urbanizadas; a terceira, em 1987, englobou todos os municípios da Região Metropolitana de São Paulo, coincidindo os limites da área de pesquisa com os limites da área de estudo, e, finalmente, a quarta pesquisa, em 1997, focalizou todos os 39 municípios da Região Metropolitana, quando foram entrevistados os residentes de cerca de 30 mil domicílios localizados nas 389 zonas de pesquisa.

A pesquisa O/D tem como objetivo o levantamento de informações atualizadas sobre as viagens realizadas pela população da metrópole em dia útil típico. Ele é considerado como o principal instrumento de coleta de informações sobre viagens, servindo como base para estudos de planejamento de transporte.

Tratamento dos dados

Para a utilização dos dados, foi necessário um pré-processamento dos dados a fim de torna-los compatíveis com a ferramenta utilizada. Após a etapa de limpeza dos dados, foi possível definir a população em estudo e a amostra recolhida. Basicamente, a limpeza envolveu a verificação da consistência das informações, correção de possíveis erros e o preenchimento ou a eliminação de valores nulos e redundantes. Também foram eliminados dados em duplicidade ou corrompidos.

Os dados recebidos pela CMSP (1988) foram extraídos, transformados e limpos. Na extração dos dados estes foram integrados atendo-se a heterogeneidade do banco de dados. A fase do tratamento dos dados é responsável pela consolidação das informações relevantes para o algoritmo minerador com o objetivo de reduzir a complexidade do problema.

Os dados da pesquisa correspondem às informações sobre 110.629 indivíduos entrevistados que residem em 26.056 domicílios. Esses dados foram divididos primeiramente em dois conjuntos:

- a. Dados completos (Código 6): correspondem aos indivíduos que responderam a todo o questionário da pesquisa;
- b. Dados incompletos (Código 1, 2, 3, 4 e 5): correspondem aos indivíduos que responderam parcialmente ou não responderam o questionário da pesquisa.

Os dados completos (101.411 indivíduos) correspondem a 91,67% de toda a amostra (110.629 indivíduos). Dos indivíduos classificados, 65,90% realizaram viagens e 34,10% não realizaram viagens no dia anterior à pesquisa.

Para este estudo, foram utilizados os dados dos indivíduos que realizaram duas (47,05%), três (4,49%) e quatro viagens (9,39%), além dos

indivíduos que não realizaram viagens (34,10%), o que corresponde a 95,03% do total dos indivíduos. Não foram considerados os indivíduos que realizaram uma viagem (0,67%) ou mais de quatro viagens (4,30%), uma vez que correspondem a uma porcentagem relativamente pequena. Considerando que o aumento do número de viagens leva ao acréscimo no número de combinações possíveis na formação de padrões de viagens, as amostras correspondentes a elas poderiam ter pouca representatividade.

Para a classificação, segundo o padrão de viagens, foram considerados os seguintes critérios:

- a. Indivíduos que não realizaram viagens e aqueles que realizaram duas, três e quatro viagens durante o dia. Foram desconsiderados os indivíduos que realizaram uma viagem ou mais de quatro viagens;
- b. Somente aqueles indivíduos cuja primeira viagem tem iniciado na residência do entrevistado e a cuja última viagem do dia também terminou na residência;
- c. Indivíduos com idade acima dos três anos.

Por fim, o total de indivíduos classificados para análise foram 85.477 indivíduos, onde 32,42% correspondem a indivíduos que não viajaram e 67,58% aqueles que viajaram (de 2 a 4 viagens).

CODIFICAÇÃO DOS DADOS

Um dos principais problemas fundamentais na modelagem de viagens baseada em atividades é a relação das inúmeras alternativas de programação de atividades. O desafio está na representação adequada do processo de decisão que possui muitas possibilidades. O número de alternativas na realização de atividades por um indivíduo é alto, quando se considera as combinações das possíveis atividades, períodos do dia, localização, modo e rotas (BOWMAN; BEN-AKIVA, 1997).

QUADRO 1

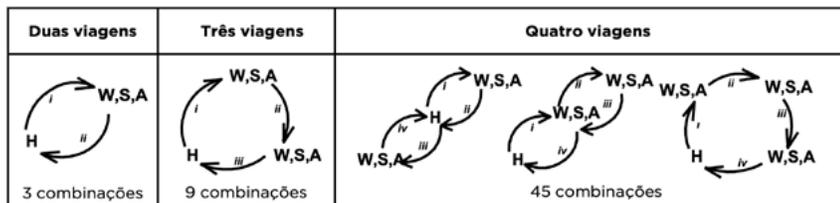
ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ALTERNATIVAS DE PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES DIÁRIAS POR INDIVÍDUO

Número de atividades por dia	10	10
Sequência		10!
Por Períodos	10 por atividade	100
Localização ou Destino	1000 por atividade	10000
Modo	5 por atividade	50
Rotas	10 por atividade	100
Total		10¹⁷

Fonte: Bowman e Ben-Akiva (1997).

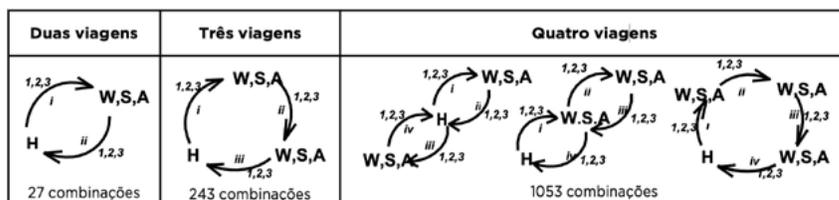
Quando se analisa pela quantidade do número de viagens realizadas, há um acréscimo significativo de combinações possíveis. A Figura 1 apresenta exemplos de padrões de viagens, com algarismos romanos indicando a sequência de realização das viagens (*i, ii, iii, iv*) e as letras correspondendo a residência (H), trabalho (T), escola (S) e atividades (A). Para um padrão com duas viagens, ocorrem 3 combinações possíveis (HWH, HSH e HAH). Para três viagens, aumenta-se o número de combinações possíveis (9) e com quatro viagens, ocorrem 45 combinações possíveis. Se considerar padrão com cinco viagens, por exemplo, encontram-se 216 combinações possíveis.

FIGURA 1 - EXEMPLOS DE PADRÕES DE VIAGENS ENCONTRADOS PARA ANÁLISE DE VIAGENS ENCADEADAS



Ao incluir uma nova variável, por exemplo, modo de viagem, definidos de forma agrupada como modo individual motorizado (1), modo coletivo (2) e modo não motorizado (3), aumenta-se as combinações e conseqüentemente a complexidade da análise, conforme a Figura 2, que apresenta os mesmos exemplos de padrões de viagens, com a inclusão dos algarismos arábicos representando os modos de viagens utilizados.

FIGURA 2 - EXEMPLOS DE PADRÕES DE VIAGENS ENCONTRADOS PARA ANÁLISE DE VIAGENS ENCADEADAS



Ben-Akiva e Bowman (1996) utilizaram formas semelhantes de codificação, como por exemplo, HWH+, HW+WH. O “+” representa o acréscimo de pelo menos uma parada adicional para realização de uma atividade. Assim, o padrão HW+WH significa duas viagens para o trabalho (início e término da viagem) e a presença de viagens intermediárias baseadas no trabalho.

Para representar as viagens encadeadas, as viagens correspondentes a cada indivíduo do banco de dados foram codificadas em termos de sequência de letras que indicam a ordem cronológica em que as atividades são desenvolvidas. A codificação torna o processamento da árvore mais fácil de ser executado. O sequenciamento das atividades realizadas é representado de forma direta.

Os objetivos básicos da codificação resumem em converter valores quantitativos em valores categóricos e distribuir os valores contínuos dos atributos (inteiros ou reais) numa lista de intervalos representados por um código, ou seja, cada intervalo pode resultar num valor discreto do atributo.

Neste trabalho, a codificação teve como objetivo categorizar os atributos sejam eles individuais, familiares ou de viagens e categorizar os padrões de viagens, sintetizando diferentes características de viagens através de um código. As viagens realizadas foram caracterizadas pelo seu motivo de viagem.

A análise utilizou as variáveis socioeconômicas: renda familiar, renda individual, número de automóveis, situação familiar, total de pessoas na família, grau de instrução, idade do indivíduo, se o indivíduo estuda ou não e, se ele trabalha ou não.

A representação das variáveis é descrita no Quadro 2.

QUADRO 2
CÓDIGO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS E REPRESENTADAS NA ÁRVORE DE DECISÃO

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
RF	Renda familiar
SMED.SM	Salário médio individual
AUT	Número de automóveis
SF	Situação familiar
TPESF	Total de pessoas na família
SEXO	Sexo do indivíduo
GI	Grau de instrução
IDADE	Idade
E	Estuda
T	Trabalha

A forma de codificação do padrão de viagem refere-se basicamente ao agrupamento dos motivos de viagens em forma de letras, exemplificadas nos quadros 3 e 4 e à apresentação do sequenciamento das mesmas representando o encadeamento da viagem realizada por um determinado indivíduo, apresentadas nas figuras 3 e 4.

QUADRO 3
AGRUPAMENTO DOS MOTIVOS DE VIAGENS¹

RESIDÊNCIA (H)	TRABALHO (W)	ESCOLA (S)	OUTRAS ATIVIDADES (A)
Residência (9)	Indústria (1)	Escola ou Educação (4)	Compras (5)
-	Comércio (2)	-	Negócios (6)
-	Serviços (3)	-	Médico/Dentista/ Saúde (7)
-	-	-	Recreação ou Visitas (8)

¹ Números de 1 a 9 – Enumeração adotada pela CMSP (1988).

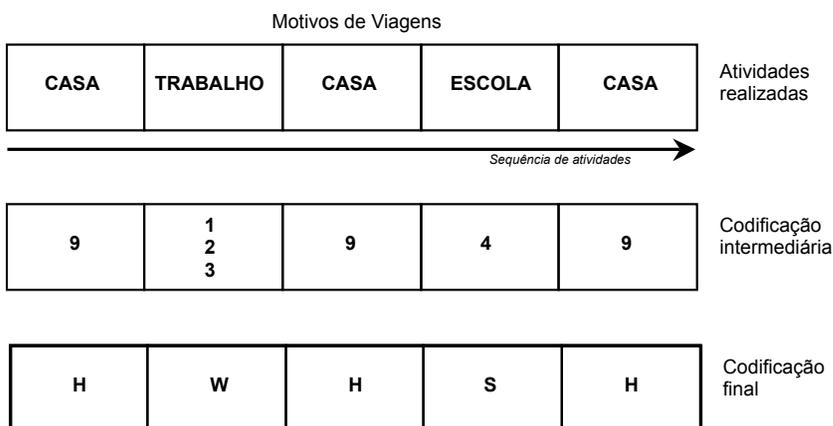
QUADRO 4

AGRUPAMENTO DOS MODOS DE VIAGENS²

MODO INDIVIDUAL	MODO COLETIVO, INCLUINDO	MODO INDIVIDUAL NÃO
Motorizado • 1	Semi-público • 2	Motorizado • 3
Dirigindo automóvel (5)	Ônibus (1)/Ônibus fretado (3)	Bicicleta (12)
Passageiro de Automóvel (6)	Troleibus (2)/ Trem/Metrô (9)	A pé (13)
Moto (11)	Escolar (4)	-
Caminhão (14)	Taxi (7)	-
-	Lotação (8)	-

A Figura 3 mostra a codificação dos valores relativos aos motivos das viagens através de letras e o sequenciamento das atividades ao longo do tempo. As letras indicam as atividades desempenhadas pelos indivíduos no dia e a sequência das letras significa a ordem cronológica em que as atividades foram desenvolvidas.

FIGURA 3 - EXEMPLO DE FORMA DE CODIFICAÇÃO DOS MOTIVOS DE VIAGENS POR LETRAS³

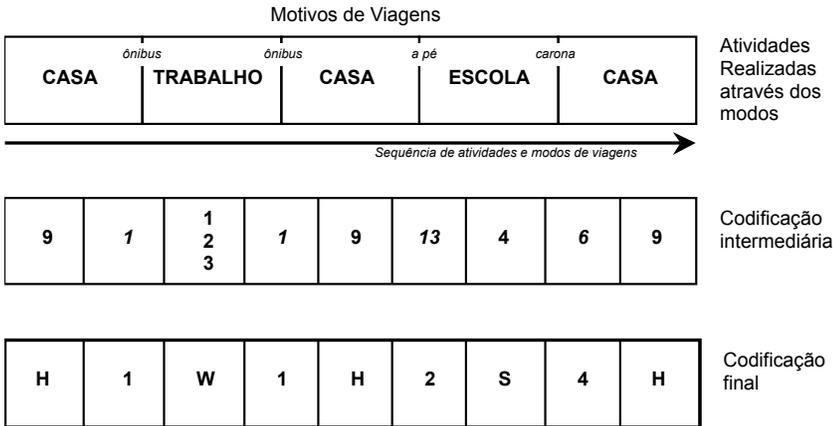


² Números de 1 a 14 – Enumeração adotada pela CMSP (1988).

³ Os números significam a codificação adotada pela pesquisa O/D 1987.

Para exemplificar a inserção de outras características no padrão de viagem, a Figura 4 mostra, além dos motivos, o modo para cada viagem. Os números correspondem à codificação dos modos de viagens.

FIGURA 4 - EXEMPLO DE FORMA DE CODIFICAÇÃO DOS MOTIVOS DE VIAGENS POR LETRAS E MODOS POR NÚMEROS⁴



A codificação do atributo tem como vantagem melhorar a compreensão do conhecimento descoberto, reduzir o tempo de processamento para o algoritmo minerador, diminuindo seu espaço de busca e facilitar o algoritmo a tomar decisões globais.

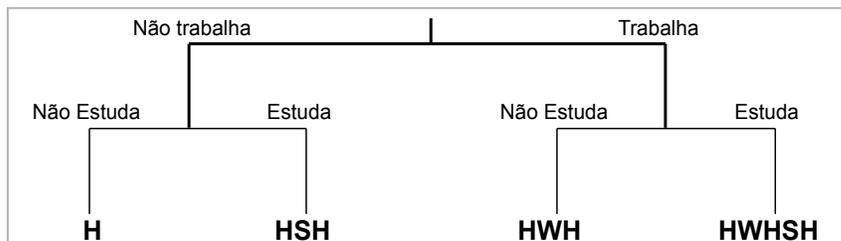
RESULTADOS E ANÁLISE DOS GRUPOS FORMADOS QUANTO AOS PADRÕES DE VIAGENS E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

Os resultados obtidos através da utilização da árvore de decisão são apresentados em forma de grupos, analisando as características dos indivíduos em relação às viagens realizadas. Como definição, o “grupo” corresponde ao conjunto de valores das variáveis socioeconômicas que caracterizam um indivíduo ou um conjunto de indivíduos.

⁴ Os números dos motivos significam a codificação adotada pela pesquisa O/D 1987 e os números finais correspondem aos modos de viagens.

A Figura 5 apresenta a árvore de decisão com os padrões predominantes (primeiros níveis) e a identificação dos grupos de acordo com as características socioeconômicas.

FIGURA 5 - PRIMEIROS NÍVEIS DA ÁRVORE DE DECISÃO: VARIÁVEIS *ESTUDA* E *TRABALHA*



Inicialmente, quatro grupos distintos são observados a partir das variáveis *estuda* e *trabalha* indicando a importância destas variáveis com os padrões de viagens dos indivíduos.

- a. Indivíduos que não trabalham e não estudam (34,94%);
- b. Indivíduos que somente estudam (24,40%);
- c. Indivíduos que somente trabalham (36,12%);
- d. Indivíduos que estudam e trabalham (4,54%).

A partir destes quatro principais grupos é possível estimar a probabilidade de ocorrência do padrão de viagem a ser realizado. As pessoas que não trabalham nem estudam não viajam na maioria das vezes (H), correspondendo a 73,04% do grupo. Indivíduos que estudam apresentam predominantemente o padrão HSH (81,13%). A maioria dos indivíduos que somente trabalham apresentam o padrão HWH (70,51%) e aqueles que estudam e trabalham, o padrão HWHSH (50,05%), na maioria das vezes.

A árvore de decisão apresentou 20 nós terminais a partir do conjunto de dados, isto é, identificou 20 grupos de indivíduos caracterizados segundo os critérios de “desvio” e “quantidade mínima no nó” adotados. Todas as variáveis foram utilizadas para o processamento do algoritmo. A variável “Renda Familiar” foi a única que não apareceu nos resultados da árvore, o que significa que ela não está entre as variáveis mais relevantes para o caso.

Ao observar os resultados da árvore em relação às variáveis socioeconômicas (Quadro 5) verifica-se diferenças significativas que poderiam explicar os padrões de viagens. Os indivíduos que não estudam e nem trabalham são classificados basicamente através da “situação familiar”, “número de pessoas na família” e “idade”; estudantes são classificados de acordo com o “número de automóveis” e “grau de instrução”, e trabalhadores são classificados de acordo com o “salário médio individual”, “número de automóveis”, “situação familiar” e “sexo”.

A Tabela 1 apresenta os 20 grupos de indivíduos da árvore de decisão com as probabilidades de ocorrência dos dois mais frequentes padrões de viagem em relação às características socioeconômicas.

QUADRO 5

VARIÁVEIS DE MAIOR IMPORTÂNCIA PARA GRUPOS DE INDIVÍDUOS SEGUNDO OS RESULTADOS APRESENTADOS PELA ÁRVORE DE DECISÃO

VARIÁVEL/ GRUPO DE INDIVÍDUOS	NÃO ESTUDA E NÃO TRABALHA	ESTUDA	TRABALHA	ESTUDA E TRABALHA
Renda familiar				
Salário médio individual			X	
Número de automóveis		X	X	
Situação familiar	X		X	
Total de pessoas na Família	X			
Sexo do indivíduo			X	
Grau de instrução		X		
Idade	X			
Estuda		X		X
Trabalha			X	X

TABELA 1

GRUPOS FORMADOS, CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E PADRÕES DE VIAGENS

Grupo	Variáveis socioeconômicas					Freq.	Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3	
1	N TRAB	N EST	CHEFE/ CÔNJ.	FAM≥2		2.915 3,41%	H 48,34%	HAH 40,07%	HAHAH 5,21%	
2	N TRAB	N EST	CHEFE/ CÔNJ.	FAM≥3	IDADE≤49	1.123 1,31%	H 59,13%	HAH 25,56%	HAHAH 4,36%	
3	N TRAB	N EST	CÔNJUGE	FAM≥3	IDADE≤23	901 1,05%	H 76,47%	HAH 18,31%	HAHAH 1,67%	
4	N TRAB	N EST	CÔNJUGE	FAM≥3	24≤IDADE<49	GI≤2	6.172 7,22%	H 69,22%	HAH 17,35%	HSHSH 0,06%
5	N TRAB	N EST	CÔNJUGE	FAM≥3	24≤IDADE<49	GI≥3	2.422 2,83%	H 60,28%	HAH 18,58%	HSHSH 9,13%
6	N TRAB	N EST	CHEFE/ CÔNJ.	FAM≥3	IDADE≥50	5.072 5,93%	H 71,14%	HAH 21,55%	HAHAH 2,16%	
7	N TRAB	N EST	FILHO/ OUTRO			11.263 13,18%	H 86,26%	HAH 9,31%	HAHAH 1,28%	
8	N TRAB	EST	GI=1	AUTO=0		7.659 8,96%	HSH 82,18%	H 12,08%	HAH 1,53%	
9	N TRAB	EST	GI=1	AUTO≥1		5.355 6,26%	HSH 79,48%	H 10,14%	HSHAH 3,72%	
10	N TRAB	EST	GI≥2			7.843 9,18%	HSH 75,83%	H 9,28%	HSHSH 3,99%	
11	TRAB	N EST	SF≤5	SMED<1,4		5.235 6,12%	HWH 61,28%	H 16,83%	HAH 6,99%	
12	TRAB	N EST	CHEFE/ CÔNJ.	1,4<SMED<5,55	H	5.742 6,72%	HWH 70,95%	H 8,06%	HAH 5,9%	
13	TRAB	N EST	CHEFE/ CÔNJ.	1,4<SMED<5,55	M	3.267 3,82%	HWH 63,09%	H 13,68%	HAH 6,55%	
14	TRAB	N EST	FILHO/ OUTRO	1,4<SMED<5,55		5.381 6,3%	HWH 75,04%	H 7,56%	HWHWH 5,41%	
15	TRAB	N EST	SF≤5	SMED>5,55	AUTO=0	3.356 3,93%	HWH 70,44%	H 7,15%	HAH 4,56%	
16	TRAB	N EST	SF≤5	5,5<SMED<13,95	AUTO≥1	H	3.299 3,86%	HWH 64,69%	H 6,28%	HWHWH 6,24%
17	TRAB	N EST	SF≤5	SMED>13,95	AUTO≥1	H	2.167 2,54%	HWH 58,42%	HWHWH H 7,57%	H 5,54%
18	TRAB	N EST	SF≤5	SMED>5,55	AUTO≥1	M	1.645 1,92%	HWH 55,08%	H 10,33%	HWHWH 7,84%
19	TRAB	N EST	SF≤6			778 0,91%	H 83,68%	HAH 8,36%	HSHSH 2,06%	
20	TRAB	EST				3.882 4,54%	HWSH 40,06%	HWSH 21,95%	HWH 13,65%	

O grupo mais frequentemente observado corresponde aos indivíduos que não trabalham e não estudam, que são filhos ou outros (grupo 7), correspondendo a 13,18% da amostra e predominantemente não realizam viagens (H). O segundo grupo correspondeu aos estudantes com grau de instrução acima do 1.º grau completo (grupo 10), com 9,18% e padrão predominante HSH e o terceiro grupo, aos estudantes com 1.º grau até a quarta série (grupo 8) com 8,96%, também com padrão predominante HSH.

Observando todos os grupos formados (Tabela 1), verifica-se que os grupos de 1 a 7 correspondem a indivíduos, na sua maioria, que não rea-

lizam viagens (H) e indivíduos que realizam viagens relacionadas a outras atividades (HAH ou HAAH). Os estudantes correspondem aos grupos 8, 9 e 10 e realizam viagens HSH e os grupos de 11 a 19 correspondem aos trabalhadores (HWH e HWHWH). Indivíduos que trabalham e estudam correspondem ao grupo 20, realizam predominantemente viagens HWHSH e HWSH.

Observam-se algumas variações no comportamento dos indivíduos em relação ao tamanho da família, ao comparar o grupo 1 com os grupos 2 a 6 (Tabela 2).

As pessoas que não trabalham nem estudam, chefe ou cônjuge, pertencentes a famílias com uma ou duas pessoas correspondem a 3,41% da amostra (grupo 1). Já essas mesmas, quando pertencentes a famílias com três ou mais pessoas, correspondem a 18,36% da amostra (soma dos grupos de 2 a 6). A Tabela 3 apresenta os padrões de viagens de forma agrupada em relação às atividades realizadas e as suas respectivas probabilidades.

Indivíduos de famílias menores ficam menos em casa (48,34%) e realizam mais outros tipos de atividades (50,23%) em relação às famílias maiores (24,19%). A pouca incidência de padrões relacionados à escola pode ser explicado a não presença de crianças no domicílio, o que mostra que esses indivíduos não possuem restrições para realização de outras atividades. Padrões de viagens relacionadas à escola nas famílias com três ou mais pessoas (6,13%) reforçam a ideia de que estas famílias provavelmente possuam crianças que são levadas para a escola.

A observação dos grupos 4 e 5 (Tabela 2) mostra a influência do grau de instrução no comportamento de viagem. Mulheres com idade entre 24 e 49 anos, que não trabalham e não estudam, cônjuges, pertencentes a famílias com 3 ou mais pessoas (grupos 4 e 5), correspondem a 10,05% de toda a amostra. Parte delas (71,82%) possuem até o primeiro grau até a quarta série concluído (grupo 4) e as demais (28,18%) acima do primeiro grau completo (grupo 5).

TABELA 2
GRUPOS DE 1 A 6

	Grupo 1 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≤2	Grupo 2 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≥3 IDADE≤49	Grupo 3 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≥3 IDADE≤23	Grupo 4 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≥3 IDADE≥24 IDADE≥49 GI≤2	Grupo 5 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≥3 IDADE≥24 IDADE≥49 GI≤3	Grupo 6 N TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÓNJ. FAM≥3 IDADE≥50
FREQ.	2.915	1.123	901	6.172	2.422	5.072
DESVIO	6.607	2.828	1.380	13.090	6.388	9.096
%	3,41%	1,31%	1,05%	7,22%	2,83%	5,93%
PADRÕES	FREQUÊNCIA					
H	48,34%	59,13%	76,47%	69,22%	60,28%	71,14%
HAAAH	1,166%	1,603%	0,555%	0,502%	1,156%	0,493%
HAAH	5,214%	4,363%	1,665%	1,977%	2,808%	2,445%
HAH	40,07%	25,56%	18,31%	17,35%	18,58%	21,55%
HAHAH	3,774%	2,137%	0,999%	1,053%	1,569%	2,149%
HAHSH	-	0,267%	0,111%	0,275%	0,496%	0,039%
HAHWH	-	-	-	-	-	-
HASH	-	0,089%	-	0,081	0,33%	0,079%
HAWH	-	-	-	-	-	-
HSAH	0,034%	0,089%	0,111%	0,211%	0,33%	0,079%
HSH	0,206%	1,069%	0,333%	2,916%	4,088%	0,69%
SHAH	-	0,267%	0,111%	0,545%	0,785%	0,059%
SHSH	0,172%	2,137%	1,11%	5,541%	9,125%	0,592%
SHSWH	-	-	-	0,016%	-	0,02%
HSSH	-	-	-	0,016%	0,124%	-
HSWH	-	-	-	-	0,041%	-
HWAAH	0,034%	-	-	0,016%	-	-
HWAH	0,103%	0,089%	-	0,016%	0,041%	0,02%
HWAWH	-	0,089%	-	-	-	-
HWH	0,652%	2,493%	0,111%	0,324%	0,124%	0,513%
HWHAH	0,069%	0,445%	0,111%	0,016%	-	0,079%
HWHS	0,034%	-	-	-	0,041%	-
HWHWH	0,137%	0,178%	-	0,016%	0,041%	0,039%
HWSH	-	-	-	-	-	0,020%
HWWH	-	-	-	-	0,041%	-
HWWWH	-	-	-	-	-	-

TABELA 3
PADRÕES DE VIAGENS EM RELAÇÃO AO TAMANHO DA FAMÍLIA

TIPO DE PADRÕES DE VIAGENS	FAMÍLIAS < 2	FAMÍLIA > 3
Não viajam (H)	48,34%	68,15%
Viajam para realização de afüidades	50,23%	24,19%
Viajam a escola e realização de atividades	0,03%	0,84%
Viajam ao trabalho e realização de atividades	0,20%	0,11%
Viajam somente a escola	0,38%	6,13%
Viajam para escola e trabalho	0,03%	0,03%
Viajam somente ao trabalho	0,79%	0,55%

Constata-se, ainda, que cônjuges com grau de instrução baixo tem maior probabilidade de permanecerem em casa (69,22%) em relação àquelas com maior grau de instrução (60,28%). Estas apresentam maior probabilidade de realizar mais viagens e realizar outros padrões de viagens, principalmente HSH e HSHSH. No primeiro caso, provavelmente se trata de mães levando ou indo buscar filho(s) na escola e no segundo caso, realizando duas viagens: a de levar na escola e retornando para casa e depois buscando o filho na escola.

A influência do grau de instrução nos padrões também pode ser observada nos estudantes (grupos 8, 9 e 10). Entre os estudantes, que representam 24,4% da amostra da população, 62,4% possuem instrução até o 1º grau (até a 4ª série) e 37,4% registram nível mais elevado. Esses grupos apresentam padrões de viagens do tipo HSH. Os que possuem além do 1º grau completo têm maior tendência a realizar padrões mais complexos (HSHSH, HSSH) e mais atividades antes e depois da escola (HASH, HAHSH, HSAH ou HSHAH) em comparação com os de menor grau de instrução.

Variações no comportamento de estudantes em relação à presença de automóvel no domicílio são observadas comparando os grupos 8 e 9. Observa-se que o grau de instrução baixo (até a quarta série do primeiro grau) pode indicar que a maioria são crianças. Estudantes que possuem automóvel no domicílio tendem a permanecer menos em casa (10,14%) em relação aos que não possuem automóvel (12,08%). As viagens do tipo HSH, isto é, viagens diretas à escola, são realizadas mais frequentemente por estudantes que não possuem automóvel (82,18%) em relação aos que possuem (79,48%).

Diferenças entre o comportamento de homens e mulheres podem ser observadas nas análises dos grupos 12 e 13 (Tabela 5). Esses grupos são formados por indivíduos que trabalham, são chefes ou cônjuges e têm salários médios entre 1,40 a 5,55 salários mínimos.

TABELA 4
GRUPOS DE 7 A 11

	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11
	N TRABALHA N ESTUDA FILHO/OUTRO	N TRABALHA ESTUDA GI=1 AUTO=0	N TRABALHA ESTUDA GI=1 AUTO≥1	N TRABALHA ESTUDA GI≤2	TRABALHA N ESTUDA SF≤3 SMED<1,4
FREQ.	11.263	7.659	5.355	7.843	5.235
DESVIO	12.920	10.660	9.127	15.930	14.740
%	13,18%	8,96%	6,26%	9,18%	6,12%
PADRÕES	FREQÜÊNCIA				
H	86,26%	12,08%	10,14%	9,282%	16,83%
HAAA	0,391%	0,065%	0,131%	0,102%	0,21%
HAHA	1,279%	0,248%	0,205%	0,421%	0,936%
HAH	9,305%	1,528%	1,942%	2,168%	6,991%
HAHAH	0,524%	0,065%	0,019%	0,242%	0,573%
HAHSH	0,027%	0,261%	0,635%	2,027%	0,057%
HAHWH	-	-	-	0,026%	0,439%
HASH	0,018%	0,091%	0,205%	0,319%	-
HAWH	-	-	-	-	0,287%
HSAH	0,018%	0,496%	1,438%	1,109%	0,038%
HSH	0,675%	82,18%	79,48%	75,83%	0,42%
HSHAH	0,08%	1,436%	3,716%	3,404%	0,057%
HSHSH	0,666%	0,992%	1,046%	3,991%	0,573%
HSHWH	-	0,052%	0,056%	0,064%	0,191%
HSSH	0,009%	0,261%	0,579%	0,548%	-
HSWH	0,009%	-	0,131%	0,013%	0,459%
HWAAH	0,009%	-	-	-	0,191%
HWAH	0,053%	-	-	-	1,662%
HWAWH	-	-	0,019%	0,013%	0,554%
HWH	0,648%	0,196%	0,037%	0,179%	61,28%
HWHAH	-	-	-	-	1,471%
HWHSH	0,009%	0,013%	0,056%	0,153%	0,115%
HWHWH	0,027%	-	-	-	5,788%
HWSH	-	0,039%	0,168%	0,115%	0,191%
HWWH	-	-	-	-	0,439%
HWWWH	-	-	-	-	0,248%

TABELA 5
GRUPOS DE 12 A 19

	Grupo 12	Grupo 13	Grupo 14	Grupo 15	Grupo 16	Grupo 17	Grupo 18	Grupo 19
	TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÔNJ. SMED>1,4 SMED<5,55 HOMEM	TRABALHA N ESTUDA CHEFE/CÔNJ. SMED>1,4 SMED<5,55 MULHER	TRABALHA N ESTUDA FILHO/OUTRO SMED>1,4 SMED<5,55	TRABALHA N ESTUDA SF<5 SMED>5,55 AUTO=0	TRABALHA N ESTUDA SF<5 SMED<13,95 AUTO<=1 HOMEM	TRABALHA N ESTUDA SF<5 SMED<13,95 AUTO<=1 HOMEM	TRABALHA N ESTUDA SF<5 SMED>5,55 AUTO<=1 HOMEM	TRABALHA N ESTUDA SF<=6
FREQ.	5.742	3.267	5.381	3.356	3.299	2.167	1.645	778
DESVIO	14.140	9.502	11.660	8.797	10.000	7.590	5.884	1.099
%	6,72%	3,82%	6,3%	3,93%	3,86%	2,54%	1,92%	0,91%
PADRÃO	FREQUÊNCIA							
H	8,063%	13,68%	7,564%	7,151%	6,275%	5,538%	10,33%	83,68%
HAAA	0,157%	0,276%	0,13%	0,477%	0,485%	0,508%	0,304%	-
HAAH	0,749%	1,408%	0,26%	1,043%	1,122%	1,015%	1,398%	0,9%
HAH	5,904%	6,55%	2,769%	4,559%	4,577%	3,092%	5,471%	8,355%
HAHA	0,627%	0,765%	0,427%	0,566%	0,849%	0,738%	1,094%	0,514%
HAHS	0,035%	0,061%	-	-	0,121%	0,092%	0,182%	0,129%
HAHW	0,383%	0,429%	0,149%	0,477%	0,515%	0,785%	0,608%	-
HASH	-	0,092%	-	0,03%	-	-	0,061%	-
HAWH	0,523%	0,459%	0,372%	0,656%	0,667%	1,384%	0,73%	0,129%
HSAH	-	-	0,019%	-	0,03%	-	0,061%	-
HS	0,244%	0,612%	0,13%	0,149%	0,303%	0,369%	0,547%	1,928%
HSAA	0,035%	0,122%	-	0,089%	-	0,092%	0,243%	0,386%
HSAS	0,105%	0,429%	0,093%	0,119%	0,03%	0,138%	0,243%	2,057%
HSAS	0,035%	0,153%	0,074%	0,06%	0,424%	0,462%	0,73%	-
HSS	-	0,031%	-	-	-	-	-	-
HSWA	0,192%	0,459%	0,037%	0,119%	0,94%	2,353%	0,79%	0,129%
HWA	0,244%	0,429%	0,372%	0,477%	0,364%	1,061%	0,669%	-
HWAH	2,125%	3,061%	2,918%	3,844%	3,668%	4,569%	4,255%	-
HWAH	0,523%	0,306%	0,52%	0,566%	1,303%	2,215%	0,79%	-
HWH	70,95%	63,09%	75,04%	70,44%	64,690%	58,420%	55,08%	1,671%
HWHAA	1,829%	2,081%	2,472%	2,354%	4,698%	5,261%	4,681%	0,129%
HWHAS	0,209%	0,367%	0,26%	0,387%	0,455%	0,231%	0,426%	-
HWHAS	5,486%	3,887%	5,408%	3,725%	6,244%	7,568%	7,842%	-
HWS	0,105%	0,429%	0,149%	0,358%	0,121%	0,415%	0,73%	-
HWSH	1,045%	0,765%	0,595%	1,698%	1,182%	2,307%	2,188%	-
HWSH	0,435%	0,061%	0,242%	0,656%	0,94%	1,384%	0,547%	-

Nota-se que as mulheres realizam mais viagens relacionadas a outras atividades e à escola em comparação com os homens, entre os quais padrões relacionados ao trabalho são mais frequentes.

As mulheres trabalhadoras têm maior probabilidade de permanecer em casa (13,68%) quando comparadas aos homens (8,06%). Os padrões

de viagens relacionados a atividades (HAAA, HAAH, HAH OU HAHAH) também são mais frequentemente realizados pelas mulheres (8,99%) em relação aos homens (7,43%). Essa incidência de padrões de viagens não relacionados ao trabalho pelas mulheres pode estar associada à natureza de suas responsabilidades com os filhos (na escola ou não) ou com a família. Trabalhos temporários, como os de faxineira, diarista, vendedora etc., também podem indicar a não regularidade de viagens.

Outra parte das diferenças entre homens e mulheres é analisada através dos grupos 16, 17 e 18 (Tabela 5). Esses grupos são formados por indivíduos que trabalham, são membros da família (chefe, cônjuge, filho, parente ou agregado), com salário acima de 5,5 salários mínimos e possuem, ao menos, um automóvel. Observa-se que as mulheres têm maior probabilidade de permanecer em casa e apresentam padrões menos frequentes relacionados ao trabalho se comparadas aos homens.

Nos grupos de trabalhadores (de 11 a 18), a renda individual apresentou importância no agrupamento, em que se observam quatro faixas de salários individuais. O grupo 11 é, basicamente, formado por trabalhadores que possuem salário individual baixo (1,4 salário mínimo) e são pessoas da família (chefe, cônjuge, filho, parente ou agregado). À medida que os salários aumentam, torna-se mais complexa a análise em relação ao número de variáveis que influenciam o comportamento de viagem. Faixas entre 1,4 e 5,55 salários mínimos são classificadas entre a situação familiar e o sexo. Quando os salários aumentam (>5,55 salários mínimos), o número de automóveis e o sexo são variáveis consideradas nas variações de padrão de viagem. A análise dos grupos de 11 a 18 pode indicar que o aumento do salário permite a realização de mais viagens e atividades, como pode ser observado nos padrões HWAH, HWAH, HWAH.

O grupo 19 (0,91%) corresponde a pessoas que declararam na entrevista que exercem a profissão de empregadas domésticas que dormem no local de trabalho ou visitantes não residentes. Os padrões encontrados (H, HAH, HSH, HSHSH) estão relacionados a atividades domésticas ou a de

peças que estão temporariamente na residência por motivos associados à educação, à saúde etc.

O grupo 20 (4,54%) foi classificado somente pelas variáveis Estuda e Trabalha, realizando basicamente os padrões HWHSH (40,06%), HWSH (21,95%) e HWH (13,65%). Comparando com os grupos dos que somente trabalham (de 11 a 19) e com os dos que somente estudam (de 8 a 10), observa-se que os indivíduos que estudam e trabalham tem menor probabilidade de ficar em casa (2,81%) em relação aos demais.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foram identificadas as sequências de viagens para todos os indivíduos da amostra da RMSP de 1987 (indivíduos que não realizaram viagens e aqueles realizaram 2, 3 e 4 viagens com início e término na residência, com mais de 3 anos de idade e que possuíam características individuais completas e consistentes). A partir do minerador de dados, grupos de indivíduos com características socioeconômicas e padrões de viagem puderam ressaltar diferenças entre eles. A análise dos resultados não foi exaustiva, mas foi possível observar que os grupos formados apresentaram resultados consistentes e esperados.

Os resultados apresentados apontam que é possível aplicar um minerador de dados para obter relações entre padrões de viagens encadeadas e características socioeconômicas de viajantes urbanos. O minerador, quando empregado com dados individuais, contendo o encadeamento de viagens codificado e atributos socioeconômicos e de viagem, permite extrair conhecimento e informações subjacentes que ajudam a compreender o comportamento de viajantes urbanos.

Os resultados da pesquisa corroboram uma das sentenças fundamentais: a demanda por viagens é derivada da demanda por atividade. As decisões de viagens são dirigidas por um conjunto de atividades que formam uma “agenda” de participação e que não podem ser analisadas com base nas viagens individuais. O conjunto de atividades e viagens

executadas (padrão de rotina do indivíduo, processo de decisão, comportamento e ambiente) leva à formação de padrões que caracterizam um padrão complexo de viagem.

Os resultados do minerador de dados reforçam a sua utilidade como instrumento de análise do comportamento de indivíduos em relação aos padrões de viagens. Os resultados encontrados mostraram as relações entre esses padrões e as condições socioeconômicas dos indivíduos e, conseqüentemente, reforçaram os resultados obtidos com aqueles encontrados na literatura.

Convém ressaltar que o presente estudo levou em conta apenas o motivo da viagem realizada em cada deslocamento, sem considerar as possibilidades de inclusão de outros atributos de viagens, tais como período de tempo, modos principais ou localização das atividades, uma vez que o objetivo principal foi analisar a viabilidade de aplicação do modelo de árvore aos padrões de viagens codificados. Como o software S-Plus permite analisar até 128 variáveis resposta, ou seja, 128 padrões de viagens, a inserção de outros atributos na formação desses padrões requer maiores cuidados para que o seu número não ultrapasse essa capacidade máxima, levando a análise por escolha de padrões com maior representatividade.

A partir deste trabalho, que foi desenvolvido no Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC-USP), sob orientação do professor Eiji Kawamoto, outros pesquisadores puderam analisar o comportamento dos viajantes em relação aos padrões de viagens encadeadas (PITOMBO, 2003; PITOMBO; KAWAMOTO, 2003; PITOMBO; KAWAMOTO, 2004). Posteriormente, seguiram-se outros trabalhos na mesma linha de pesquisa, como Souza (2004), Aguiar (2005), Silva (2006) e Pitombo (2007). A continuidade dos estudos relacionados ao encadeamento de viagens possibilita uma menor compreensão da diversidade de padrões de atividades e viagens realizados pelos indivíduos, suas relações com características socioeconômicas e do meio urbano (PITOMBO, 2007).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Marcelo F. M. *Possibilidade de redução no tamanho da amostra de pesquisas de entrevistas domiciliares para planejamento de transportes: uma verificação preliminar*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BEN-AKIVA, Moshe; BOWMAN, John L. *Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1996.

BOWMAN, John L. *Activity based travel demand model system with daily activity's schedules*. 1995. Thesis (Master of Science in Transportation) – Massachusetts Institute of Technology, 1995.

BOWMAN, John L.; BEN-AKIVA Moshe. Activity based travel forecasting. In: ACTIVITY-BASED TRAVEL FORECASTING CONFERENCE, 1996, New Orleans. *Summary, Recommendations and Compendium of Papers* [...]. New Jersey: US Department of Transportation, 1997. p. 1-32.

BREIMAN, Leo; FRIEDMAN, Jerome; OLSHEN, R.; STONE, Charles. *Classification and regression trees*. New York: Chapman and Hall, 1984.

CHAPIN, F. Stuart. *Human activity patterns in the city: things people do in time and space*. New York: J. Wiley and Sons, 1974.

CLARK, Linda A.; PREGIBON, Daryl. Tree-based Models. In: CHAMBERS, John M.; HASTIE, Trevor J. *Statistical models in S*. New York: Chapman and Hall, 1992. p. 377-420.

CMSP (Companhia do Metropolitano de São Paulo). *Pesquisa origem-destino São Paulo 1987*. São Paulo: CMSP, 1988.

DAMM, David. Theory and empirical results: a comparison of recent activity-based research. In: CARPENTER, Susan; JONES, Peter (ed.). *Recent advances in travel demand analysis*. Aldershot: Gower Publishing, 1983. p. 3-33.

GOODWIN, Phil; KITAMURA, Ryuichi; MEURS, Henk. Some principles of dynamic analysis of travel behavior, in development in dynamic and activity-based approaches to travel analysis. Aldershot: Gower Publishing, 1990.

HAGERSTRAND, Torsten. What about people in regional science? *Journal of the Regional Science Association*, v. 24, p. 6-21, 1970.

JONES, Peter M. *New approaches to understanding travel behaviour: the human activity approach*. Working paper 28. Oxford: University of Oxford/Transport Studies Unit, 1977.

JONES, Peter; DIX, M. C.; CLARKE, Margaret I.; HEGGIE, Ian G. *Understanding travel behaviour*. Aldershot: Gower Publishing, 1983.

MCNALLY, Michael G. *The activity-based approach*. Paper of Institute of Transportation Studies and Department of Civil & Environmental Engineering. Irvine, California: University of California, 2000. UCI-ITSAS-WP-00-4.

MITCHELL, Robert B.; RAPKIN, Chester. *Urban traffic: a function of land use*. New York: Columbia University Press, 1954.

PITOMBO, Cira S. *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PITOMBO, Cira S. *Estudos de relações entre variáveis socioeconômicas, de uso do solo, participação em atividades e padrões de viagens encadeadas urbanas*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PITOMBO, Cira S.; KAWAMOTO, Eiji. A posição do indivíduo na família e padrões de encadeamento de viagens urbanas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTES, 17., 2003, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Anpet, 2003. v.2, p.859-870.

PITOMBO, Cira S.; KAWAMOTO, Eiji. Estudo do comportamento individual relacionado ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados. In: PANAMERICAN CONFERENCE OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION ENGINEERING, 13., 2004, Albany. *Conference Papers [...]*. Troy: Rensselaer Polytechnic Institute, 2004. 1CD-ROM.

QUINLAN, John R. Learning efficient classification procedures and their application to chess end-games. In: MICHALSKI, Ryszard S.; CARBONELL, Jaime G.; MITCHELL, Tom M. (ed.). *Machine learning: an artificial intelligence approach*. Burlington: Morgan Kaufmann, 1983. p. 463-482.

SILVA, Mateus A. *Verificação da aplicabilidade da técnica de mineração de dados na previsão da demanda por transporte de passageiros urbanos usando dados da Região Metropolitana de São Paulo*. 2006. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SOUSA, Pablo B. de. *Análise comparativa do encadeamento de viagens de três áreas urbanas*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

VASCONCELLOS, Eduardo. *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 3. ed. São Paulo: AnnaBlume, 2000.



PADRÕES DE VIAGENS E VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, DE USO DO SOLO E PARTICIPAÇÃO EM ATIVIDADES

**CIRA SOUZA PITOMBO
EJI KAWAMOTO**

INTRODUÇÃO

Um dos tópicos mais importantes na análise de demanda por transportes é a possível relação entre as necessidades individuais de realização de atividades espacialmente dispersas, a estrutura urbana, as características individuais e domiciliares, o sistema de transporte e as diferenças no comportamento relacionado a viagens, tendo em vista que os indivíduos deslocam-se no meio urbano considerando suas necessidades de realizar atividades fora do domicílio, suas próprias características individuais, atributos domiciliares e características do seu meio.

Tornou-se, então, um dos objetivos da análise de viagens baseada em atividades investigar as variáveis que influenciam a programação da sequência de viagens individuais. Foi sugerido através de diversos trabalhos (BHAT; SINGH, 2000; KWAM, 2000; STRATHMAN; DUEKER, 1995) que indivíduos consideram alguns fatores principais ao realizar os seus respectivos itinerários de viagens: (1) participação em atividades; (2) características socioeconômicas individuais e domiciliares; (3) características das áreas urbanas; (4) atributos do sistema de transporte.

A influência das características socioeconômicas individuais e domiciliares e a participação das pessoas em diversas atividades na formação de padrões de viagens vem sendo estudada nos últimos anos (BHAT;

KOPPELMAN, 1991; LU; PAS, 1999). De fato, na literatura vigente predomina a afirmação de que características dos deslocamentos pessoais podem ser determinadas pelo sexo, posse de automóveis (STRAMBI; VESPUCCI; BILT, 2004), papel do indivíduo no domicílio e alocação de tarefas (SRINIVASAN; ATHURU, 2005) e participação em atividades (classificadas geralmente como subsistência, lazer, saúde, compras etc.).

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 influencia a escolha modal, é provável que a disponibilidade de determinados modos de viagem, numa dada zona, exerça influência na formação de padrões de viagem nessa zona. Ainda é possível que o padrão de uso do solo das zonas ajude a explicar as escolhas de destinos.

Aos poucos, novas dimensões vêm sendo incorporadas à análise, em busca da representação mais realística do comportamento referente ao encadeamento de viagens e da construção de estruturas mais adequadas para previsão da demanda por transportes. Isso pode ser exemplificado pela introdução de variáveis que caracterizam a configuração urbana e outras, relacionadas ao sistema de transportes. Dessa forma, surgiram novos trabalhos que consideram, além de características socioeconômicas e participação em atividades, o uso do solo e aspectos ligados ao sistema de transportes.

Kitamura (1985) examinou relações entre a tendência de os indivíduos encadear as viagens e as características de uma cidade hipotética linearmente disposta. A análise mostrou que a tendência de encadear viagens é função da utilidade de um conjunto de oportunidades e do tipo de atividade a ser realizada. Srinivasan (2000) investigou como as características da vizinhança (uso do solo, rede de transporte e medidas de acessibilidade, quantificadas com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas – SIG) afetam o comportamento de viagem em relação à escolha modal e à cadeia de viagens. Dentre os resultados obtidos,

observa-se, por exemplo, que indivíduos residentes em zonas de tráfego mistas (com altas densidades comerciais e residenciais), além de realizarem cadeias de viagens com atividades diferentes de trabalho, fazem esse tipo de viagem a pé.

Assim, com base na literatura, espera-se que a escolha desses padrões faça parte de um processo de tomada de decisão individual, no qual se consideram as atividades a serem realizadas, características individuais e do domicílio, a localização relativa da residência e um conjunto de oportunidades e atributos do sistema de transportes.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo é analisar o comportamento referente ao encadeamento de viagens urbanas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), em consideração a três dos quatro grupos de variáveis mencionados anteriormente: (1) participação em atividades; (2) características socioeconômicas individuais e domiciliares e (3) características do meio urbano (uso do solo). Propõe-se encontrar relações entre padrões de encadeamento de viagens (variável dependente) e variáveis socioeconômicas individuais e domiciliares, participação em atividades, além de uso do solo (variáveis independentes).

Há dois objetivos secundários, que, parte do método adotado, são fundamentais para atingir a finalidade principal: propor um conjunto de variáveis que representem características de uso do solo – vale ressaltar que nesta pesquisa variáveis de uso do solo representam a intensidade e a distribuição geográfica das atividades no meio urbano – e testar a significância do conjunto de variáveis ora proposto.

MÉTODO

A Figura 1 apresenta uma síntese do método adotado. Cada etapa ilustrada na figura seguinte corresponde às seções subsequentes do presente texto.

FIGURA 1 – SÍNTESE DO MÉTODO ADOTADO



ESCOLHA DAS TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS (AM)

O conjunto de técnicas estatísticas conhecidas como análise multivariada de dados (AM), permite ao pesquisador sintetizar a complexidade dos dados, detectando padrões, relações e outras particularidades e auxiliando o desenvolvimento de hipóteses e modelos adequados.

As técnicas de AM classificam-se em dois grandes grupos: (1) técnicas confirmatórias e (2) técnicas exploratórias. As primeiras podem ser consideradas extensões de técnicas estatísticas tradicionais (regressão linear simples – regressão linear múltipla; Anova – Manova). A rigor, esse conjunto inclui muitas outras técnicas, tais como análise fatorial, regressão logística multinomial etc. São técnicas predominantemente confirmatórias, sendo que a inferência estatística é a sua base.

O segundo grupo citado tem como principal objetivo extrair informação válida, previamente desconhecida, a partir de grandes bases de dados. Técnicas exploratórias permitem que pesquisadores explorem modelos analíticos não necessariamente fundamentados na inferência estatística.

Tais métodos, na maioria das vezes, permitem uma estimação empírica ao invés de suposição estatística. Citam-se, como exemplo de técnicas de AM exploratórias, Redes Neurais Artificiais, Árvores de Decisão e Algoritmos Genéticos.

A aplicação conjunta dos dois tipos de técnicas pode trazer benefícios e resultados mais interessantes: as técnicas exploratórias permitem encontrar relações e modelos inicialmente desconhecidos, ao passo que as confirmatórias podem mensurar o nível de ajuste dos modelos, ou a significância das variáveis envolvidas.

Neste capítulo, foram utilizadas duas técnicas de AM: (1) árvore de decisão (AD) – técnica exploratória: para encontrar relações entre as variáveis dependente e independentes – e (2) regressão linear múltipla (RLM) – técnica confirmatória: para trazer inferência estatística ao estudo.

ESTUDO DE CASO

O estudo é baseado nos dados da pesquisa origem-destino (O/D) da RMSP, realizada em 1997, por meio de entrevista domiciliar, pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP). Na época, a RMSP contava com uma população de aproximadamente 17 milhões de habitantes, distribuída em 39 municípios.

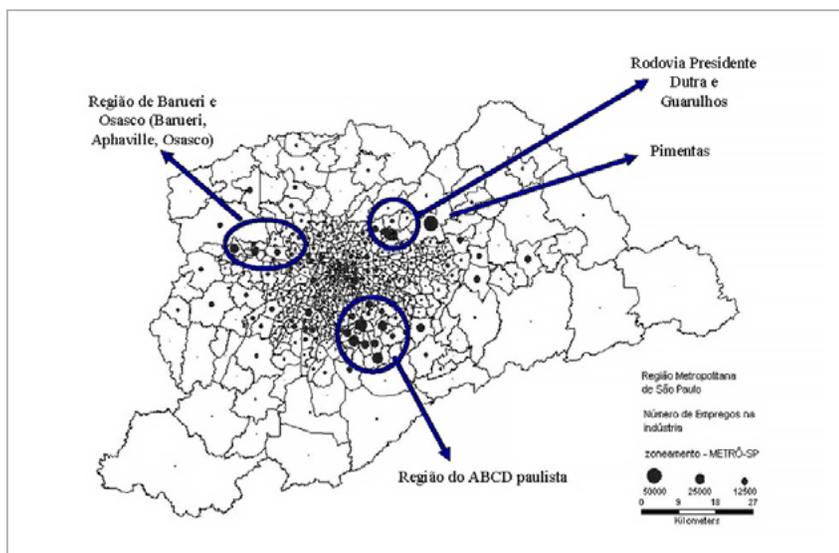
A região foi subdividida em 389 zonas de tráfego e a pesquisa domiciliar obteve dados socioeconômicos e características das viagens realizadas. O banco de dados da RMSP é composto originalmente por 98.780 indivíduos.

A fase de tratamento de dados incluiu as seguintes etapas: (1) eliminação de dados incompletos; (2) eliminação de indivíduos que tenham realizado uma ou mais de quatro viagens, com intuito de limitar a complexidade da análise; (3) eliminação dos indivíduos que não tenham tido como origem e destino final a residência e (4) eliminação dos indivíduos que não viajaram no dia anterior ao da pesquisa.

Partindo da hipótese de que a distribuição de atividades no meio urbano interfere nos deslocamentos individuais, realizou-se uma análise da distribuição espacial de empregos industriais e comerciais na área de estudo.

Observa-se que, no caso de empregos na indústria (Figura 2), há uma concentração maior em algumas regiões: (1) Pimentas, Rodovia Presidente Dutra e Guarulhos; (2) grande ABCD e (3) zonas pertencentes aos municípios de Barueri e Osasco. Apesar de se verificar uma leve concentração nas zonas centrais, pode-se afirmar que há basicamente três polos industriais.

FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS NA INDÚSTRIA



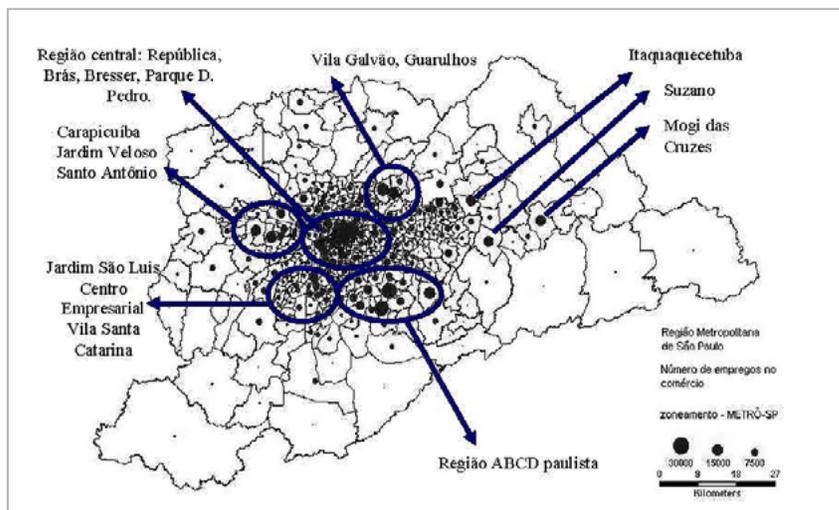
Fonte: CMSP (1988).

No caso de empregos no setor comercial (Figura 3), há forte concentração de tais atividades na região central. Também se observa um grande número de empregos, que se concentra basicamente em seis polos: (1) Itaquaquecetuba, Suzano e Mogi das Cruzes; (2) Guarulhos e Vila Galvão; (3) Região central, República, Brás; (4) Carapicuíba, Jardim Veloso e Santo Antônio e (5) região um pouco a sudoeste do centro, abrangendo principalmente Jardim São Luís, Centro Empresarial e Vila Santa Catarina; (6) ABC paulista. Nota-se que a atividade comercial é relativamente dispersa pela RMSP.

Observando a distribuição geográfica do número de empregos nos dois setores econômicos, verificou-se que empregos no setor industrial concentram-se em alguns polos principais da região de estudo, enquanto

há oferta de empregos no setor comercial distribuída por toda a região. Assim, optou-se por fazer uma análise separada por setor econômico para melhor investigação dos resultados.

FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS NO COMÉRCIO



Fonte: CMSP (1988).

Foram utilizadas duas subamostras, provenientes da amostra original, caracterizadas pelo setor de emprego dos indivíduos: (1) trabalhadores no setor industrial e (2) trabalhadores no setor comercial.

O intuito é evidenciar a possível influência do uso do solo comparando os dois casos específicos. Espera-se que o uso do solo exerça maior influência no caso dos industriários, pois se constata que há uma relativa concentração do número de empregos na indústria em determinadas zonas de tráfego.

REPRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Conforme o objetivo principal da pesquisa, as variáveis independentes (categóricas ou numéricas) utilizadas no trabalho pertencem a três grupos principais de variáveis: (1) características socioeconômicas; (2) participação em atividades e (3) características de uso do solo.

Nesta etapa, são selecionadas as variáveis que possuem relações com os padrões de viagem. As variáveis pertencentes aos dois primeiros grupos foram escolhidas com base na literatura, bem como na disponibilidade de dados:

(A) Socioeconômicas: renda familiar (R\$); número de automóveis no domicílio; posição do indivíduo no domicílio (1 – chefe; 2 – cônjuge; 3 – filho; 4 – parente; 5 – empregada e 6 – visitante); total de pessoas no domicílio; grau de instrução (1 – não alfabetizado; 2 – pré-escola; 3 – 1º grau incompleto; 4 – 1º grau completo; 5 – 2º grau incompleto; 6 – 2º grau completo; 7 – superior incompleto; 8 – superior completo); sexo; idade; uso de vale-transporte.

(B) Participação em atividades de subsistência: trabalha (1 – assalariados; 2 – autônomos; 3 – não trabalha); estuda (1 – não estuda; 2 – pré-escola; 3 – 1º / 2º / 3º graus; 4 – outros).

As variáveis do terceiro grupo, descritas detalhadamente na próxima seção, foram propostas baseadas nos princípios do modelo de oportunidades intervenientes (SCHNEIDER, 1959).

Variáveis de uso do solo

As variáveis de uso do solo fazem parte do conjunto de fatores que afetam decisões individuais de realização de viagens. A incorporação de tais variáveis ao estudo de viagens encadeadas envolve uma série de dificuldades, tais como representar ou mensurar tais atributos.

Para a elaboração das variáveis de uso do solo, partiu-se do princípio adotado no modelo de oportunidades intervenientes, que admite que, numa área urbana, todas as viagens são tão curtas quanto possível, sendo apenas longas o necessário para atingirem o destino aceitável mais próximo, de forma que o propósito do viajante seja satisfeito. Neste capítulo, as variáveis de uso do solo foram representadas em termos de grau de “oportunidade acumulada” por faixa de distância.

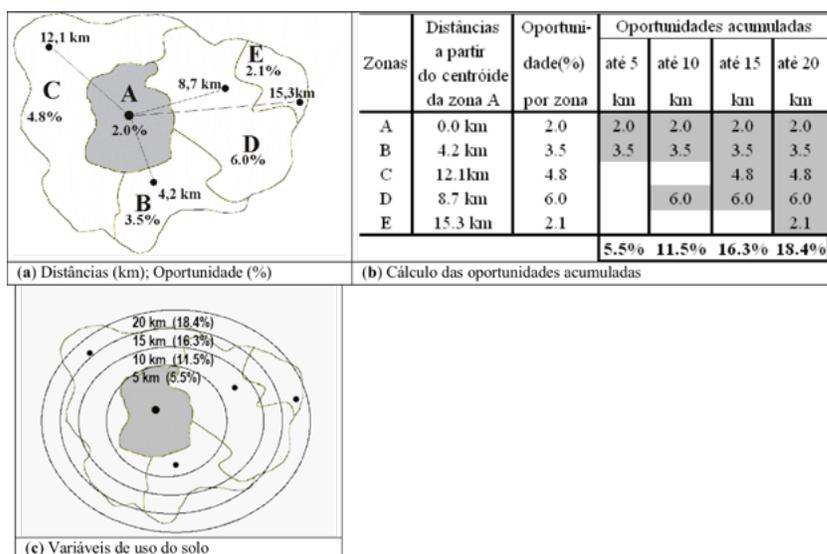
O termo “oportunidade” refere-se, neste estudo, à oferta de empregos por setor econômico. Considerando as duas subamostras adotadas, esse termo representa “parcela (em %) do total de empregos na indústria” (para o

caso de industriários) e “parcela (em %) do total de empregos no comércio” (para o caso de comerciários). Assim, acumularam-se tais parcelas de empregos em faixas de distância, consideradas entre o centroide da zona de residência até centroides das zonas localizadas a 5 km, 10 km, 15 km e 20 km, gerando, dessa forma, o termo “oportunidade acumulada”.

A Figura 4 (a, b e c) exemplifica a proposta das variáveis de uso do solo. A zona de origem é a central “A” (sombreada). Na etapa (a), estão representados os valores das “oportunidades” (em %) em cada zona, assim como distâncias em linha reta a partir do centroide de “A”. Na etapa (b), são mostrados os cálculos das “oportunidades acumuladas” para cada uma das quatro faixas de distância. Finalmente, na etapa (c), são ilustradas as variáveis de uso do solo propostas a partir da zona de tráfego A.

Esse conjunto de variáveis de uso do solo representam basicamente a distribuição e a intensidade de atividades no meio urbano (oportunidade acumulada na indústria até 5 km da zona da residência, oportunidade acumulada na indústria até 10 km da zona da residência e assim sucessivamente).

FIGURA 4 - PROPOSTA DO CONJUNTO DE VARIÁVEIS DE USO DO SOLO



REPRESENTAÇÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE

Este estudo tem como finalidade representar as sequências de atividades realizadas, segundo os motivos de viagem, modos de transporte e destinos escolhidos pelos indivíduos no período de um dia. Para que os padrões de viagens representem os atributos propostos, foram realizadas as seguintes etapas: (1) representação da sequência de atividades ou motivo de viagem, (2) representação da sequência de modos principais utilizados, (3) representação da sequência de destinos e (4) obtenção dos padrões finais – combinação das etapas anteriores. Os atributos de viagem foram agrupados e representados através de letras e números conforme a Quadro 1. Dessa forma, as categorias da variável dependente foram representadas por códigos alfanuméricos, correspondentes à sequência dos atributos de viagens mencionados.

QUADRO 1

AGRUPAMENTO DOS ATRIBUTOS DE VIAGEM PARA CODIFICAÇÃO DOS PADRÕES¹

Motivo de viagem	(H) Residência; (W) Trabalho; (S) Escola; (A) Outras Atividades
Modo de Transporte	(P) Particular; (T) Coletivo; (N) Não motorizado
Destinos	(1) até 5 km; (2) 5 a 10 km; (3) 10 a 15 km; (4) mais de 15 km

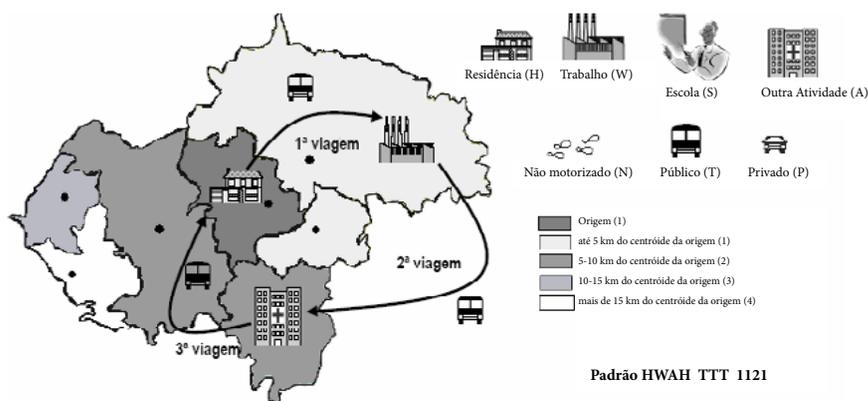
Assim, na primeira etapa, os padrões de viagens, representados por uma sequência de letras (H, W, S, A), indicam as atividades realizadas pelos indivíduos ao longo do dia e a ordem cronológica em que as atividades são desenvolvidas (HSH: casa – escola – casa). Analogamente, na etapa subsequente, as letras P, T e N indicam o modo de transporte principal utilizado nas viagens: NP – não motorizado (1ª viagem) – particular (2ª viagem). Na terceira etapa, os padrões de viagens referentes aos destinos foram representados por números (1, 2, 3 e 4), que expressam as distâncias do centroide da zona de domicílio até o centroide da zona de destino. O primeiro e o último número caracterizam a origem e o destino final (no caso, a residência), sempre representados pelo número 1. Conforme essa

¹ Distâncias dos destinos consideradas até o centroide da zona de tráfego da residência do indivíduo.

especificação, a sequência 1421 representa indivíduos que saíram inicialmente do domicílio (1) e realizaram três viagens: 1º destino – localiza-se a uma distância acima de 15 km do centroide da zona de residência (4); 2º destino – situa-se entre 5 e 10 km do centroide da zona de residência (2) e 3º destino – residência (1).

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 (TTT, por exemplo), e o terceiro, pertinente à sequência de destinos (1121, por exemplo). Assim, obtém-se o padrão final HWAHTTT1121, ilustrado na Figura 5.

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DO PADRÃO HWAH TTT 1211



Após a representação das categorias da variável dependente, foram excluídos da contagem aqueles indivíduos que realizavam padrões de viagem menos frequentes em cada uma das amostras devido à limitação de 128 categorias de variáveis dependentes do software utilizado. Por fim, foram obtidas duas subamostras: (A) industriários – 4.102 indivíduos e (B) comerciários – 6.043 indivíduos.

7. APLICAÇÃO DA AD E ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta etapa da análise, foram processadas duas árvores de decisão (AD) através do software S-Plus 6.1. Utilizou-se uma variante do algoritmo

da *classification and regression tree* (CART), que estabelece uma relação entre variáveis independentes e variável dependente. O algoritmo foi 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 uma estrutura de árvore binária, sendo que cada nó corresponde a uma divisão (BREIMAN *et al.*, 1984).

Assim, partiu-se das amostras de industriários e comerciários, de 128 categorias de variável dependente (padrões de viagens) e das variáveis independentes numéricas e categóricas que fazem parte dos três grupos de variáveis mencionados no estudo. As árvores, ilustradas na Figura 6, foram geradas com desvio mínimo de 0,15, apresentando como resultado final 10 folhas (industriários) e 8 folhas (comerciários).

Para o caso dos industriários, observaram-se as seguintes relações entre as variáveis envolvidas: (1) as características socioeconômicas (número de automóveis no domicílio – AUT; renda familiar – RF; uso de vale-transporte – usa VTRA) influenciam predominantemente a sequência de modos de transportes utilizados; (2) a participação em atividades (estuda) influencia a sequência de atividades; (3) o uso do solo (oportunidade acumulada na indústria até um raio de 5 km da residência – IND 5 km; oportunidade acumulada na indústria até um raio de 10 km da residência – IND 10 km; oportunidade acumulada na indústria até um raio de 15 km da residência – IND 15 km) exercem influência na sequência de destinos.

Para o caso de comerciários, observaram-se as mesmas relações entre características socioeconômicas e escolha da sequência de modos de transporte, no entanto verificou-se a seleção de mais uma variável referente à participação em atividades (trabalha). Essa variável exerce influência na escolha da sequência de motivos de viagem, tendo poder discriminante devido a características da amostra, por haver maior número de trabalhadores autônomos no setor comercial. Além disso, verifica-se a seleção de apenas uma das variáveis de uso do solo na amostra de comerciários (COM 5 km). No caso de trabalhadores no setor comercial, as variáveis de uso do solo não exercem interferência significativa na escolha da sequência de destinos. Esse resultado já era esperado, uma vez que

empregos no setor comercial estão bastante dispersos e não se observam polos de concentração tão demarcados como no caso do setor industrial.

Pode-se citar alguns exemplos de como cada variável se relaciona ao comportamento de viagens em ambas as amostras ou em alguns dos dois casos especificamente.

(1) Indivíduos que residem em domicílios com automóveis possuem maior tendência a utilizar automóveis (PP) para realizar suas viagens.

(2) Indivíduos que possuem vale-transporte (variável que também pode ser caracterizada indiretamente como de custo de transporte) utilizam com maior frequência transporte público (TT). Verificam-se casos específicos, em ambas as amostras, de indivíduos que optam pelo uso de transporte público para realização de viagens longas (141), mesmo quando possuem automóveis no domicílio. Nesses casos (destacados na Figura 6), considerando a distância a ser percorrida (mais que 15 km), o custo da viagem provavelmente será menor com a utilização de transporte público (tarifa de transporte público fixa – especificamente para a RMSp).

(3) Indivíduos com maiores rendas utilizam mais frequentemente automóveis para realização de viagens. Para o caso de industriários, por exemplo, indivíduos com renda familiar superior ou igual a R\$ 2.970 utilizam automóvel (PP) com maior predominância.

(4) Especialmente no caso de industriários, indivíduos que residem em zonas de tráfego com poucas oportunidades de empregos nas suas proximidades (IND 5 km < 3.22%, por exemplo) tendem a realizar viagens mais longas ao trabalho (HWH TT 141).

(5) Os comerciários realizam, com maior frequência, viagens curtas (111). Pode-se explicar tal resultado com base na maior dispersão geográfica de atividades comerciais na RMSp. Provavelmente, indivíduos que trabalham no setor do comércio residem próximos aos seus respectivos locais de trabalho.

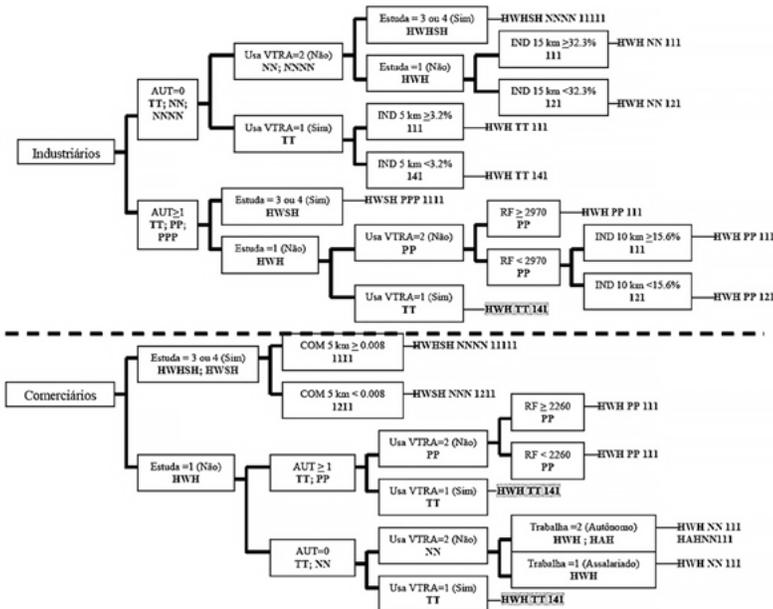
(6) Em ambas as amostras, a variável “estuda” influencia a sequência de atividades. Observa-se que aqueles indivíduos que estudam, além de trabalhar nos setores industrial ou comercial, realizam, predominantemente, sequências de atividades relacionadas ao trabalho e ao estudo.

Nesta etapa do trabalho, foram analisados os resultados obtidos com o processamento das árvores para as duas amostras. Verificou-se a influência

de algumas variáveis independentes nas sequências de viagens realizadas pelos indivíduos (seja na sequência de atividades, na sequência de modos de transporte ou na sequência de destinos). Quanto ao conjunto de variáveis de uso do solo ora proposto, constatou-se a maior influência de tais variáveis na amostra composta por industriários. Esse fato justifica-se pela concentração geográfica de oferta de empregos na indústria na RMSF.

Visando corroborar tais afirmações e buscando associar inferência estatística às variáveis independentes, a próxima etapa do método consiste na aplicação da regressão linear múltipla (RLM) para estimação de parâmetros que comprovem a contribuição das variáveis independentes na realização de determinados padrões de viagens (*teste de significância das variáveis independentes*). Observa-se na Figura 6 as árvores obtidas para cada amostra e apenas o padrão de viagem mais frequente em cada folha. Dentro dos retângulos estão representados os valores das variáveis selecionadas para partição dos dados, bem como a sequência de atributos de viagem influenciada pelas respectivas variáveis. Por exemplo, “AUTO = 0” implica o uso de transporte público ou modo não motorizado – TT ou NN ou NNNN).

FIGURA 6 - AD OBTIDAS PARA INDUSTRIÁRIOS E COMERCIÁRIOS



TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

A aplicação da regressão linear múltipla para mensurar a significância das variáveis independentes, deu-se em conjunto com a AD. Para obtenção dos resultados nesta fase confirmatória, foram realizadas as seguintes etapas: (1) discretização das variáveis independentes; (2) representação das variáveis dependentes; (3) análise de correlação entre variáveis e (4) obtenção de modelos lineares e análise dos resultados.

Na primeira etapa, foi realizada a discretização das variáveis independentes. As variáveis contínuas foram divididas em classes com o intuito de reduzir o efeito da eventual não-linearidade na relação entre variáveis independentes e variável dependente. Cada classe foi associada a uma variável dummy e os valores para escolha das classes das variáveis dummy foram obtidos com a aplicação da AD. Dessa forma, a variável IND 5 km, por exemplo, que antes era uma variável contínua, torna-se uma variável binária, assumindo os seguintes valores: (A) IND 5 km < 3.2% (0); (B) IND 5 km > 3.2% (1). Esse processo foi repetido considerando todas as variáveis independentes selecionadas pela AD, bem como os valores resultantes para partição dos dados.

Para representação das variáveis dependentes, considera-se o seguinte exemplo: (1) observa-se o indivíduo 1, pertencente à amostra de industriários; (2) no processamento da AD, o indivíduo 1 é classificado como pertencente ao nó terminal 8; (3) as pessoas que compõem a folha 8 possuem a probabilidade de 0.22 de realizar o padrão HWHTT121, por exemplo; (4) essa probabilidade de realizar o padrão HWHTT121 (0.22) seria o valor da variável dependente (y) correspondente ao indivíduo 1. No estudo, foi considerada a probabilidade de ocorrência (variando de 0 a 1), para cada indivíduo das amostras, de três padrões de viagem: HWH TT 141, HWH NN 111 e HWH PP 111. Assim, foram obtidos três modelos lineares por amostra (seis no total), nos quais as variáveis dependentes corresponderam às probabilidades de ocorrência por indivíduo de cada um dos três padrões de viagem adotados.

Representadas as variáveis independentes (*dummy*) e as variáveis dependentes (numérica – 0 a 1), fez-se uma análise de correlação entre todas as variáveis envolvidas. Variáveis independentes altamente correlacionadas foram descartadas dos modelos. Assim, se duas variáveis independentes tinham alta correlação, era descartada da análise, entre as duas altamente correlacionadas, aquela que possuía menor correlação com a variável dependente. A Tabela 1 traz cada um dos seis modelos lineares obtidos, valores de R e R², coeficientes associados a cada uma das variáveis, bem como a estatística.

TABELA 1

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA RLM

AMOSTRA INDÚSTRIA (4.102 INDIVÍDUOS)										
MODELOS/VARIÁVEIS	CONSTANTE	AUT	VTRA	RENDA	ESTUDA	IND 5KM	IND 10KM	IND 15KM	R ²	
HWHHT141	Coefficiente	0,261	-0,009	-0,109	-0,025	-0,048	-0,101	–	–	0,725
	stat t	145,850	-9,980	-56,560	-9,090	-16,920	-54,710	–	–	–
HWHNN111	Coefficiente	0,077	-0,133	0,175	-0,770	-0,360	–	0,026	–	0,784
	stat t	39,640	-61,780	81,370	-25,330	-11,260	–	12,690	–	–
HWHPP111	Coefficiente	-0,021	0,102	0,047	0,031	-0,045	–	–	0,020	0,716
	stat t	-22,680	101,940	47,300	22,000	-30,627	–	–	20,672	–
AMOSTRA COMÉRCIO (6.043 INDIVÍDUOS)										
MODELOS/VARIÁVEIS	CONSTANTE	AUT	VTRA	RENDA	ESTUDA	TRABALHA	COM 5KM	R ²		
HWHHT141	Coefficiente	0,199	-0,002	-0,132	-0,019	-0,107	-0,009	0,044	–	0,783
	stat t	100,240	-28,740	-103,830	-15,290	-74,070	-8,130	23,330	–	–
HWHNN111	Coefficiente	0,114	-0,087	0,149	-0,026	-0,043	-0,012	-0,026	–	0,713
	stat t	44,170	-59,560	89,380	-16,520	-22,910	-8,160	-10,740	–	–
HWHPP111	Coefficiente	-0,033	0,106	0,065	0,034	-0,063	-0,005	0,008	–	0,746
	stat t	-14,370	74,680	44,330	24,400	-38,080	-3,550	3,740	–	–

AUT = 0 - (O) e AUT ≥ 1 - (1); VTRA = 1 (usa) - (O) e VTRA = 2 (não usa) - (1); RENDA(IND) < 2970 - (O) e RENDA(IND) ≥ 2970 - (1); RENDA (COM) < 2260 - (O) e RENDA (COM) ≥ 2260 - (1); ESTUDA = 1 (Não) - (O); ESTUDA > 1 (Sim) - (1); TRABALHA = 1 (Assalariado) - (O); TRABALHA = 2 (Autônomo) - (1); IND 5km < 3,2; - (O); IND 5km > 3,2 - (1); IND 10km < 15,6; - (O); IND 10km ≥ 15,6 - (1)

Pode-se afirmar que todos os seis modelos obtidos foram considerados satisfatórios, com valores de R² variando de 0,713 (modelo HWHNN111 da amostra de comerciários) a 0,784 (modelo HWHNN111

da amostra de industriários). Por exemplo, 78,4% da variância da variável dependente (probabilidade de cada um dos indivíduos pertencente à amostra de industriários escolher o padrão de viagem HWHNN111) é explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo.

Analisando cada uma das variáveis independentes individualmente, verifica-se que elas foram consideradas significativas, com valores relativamente altos da estatística *t* associados a cada uma delas. Além disso, todos os valores dos coeficientes estimados para cada variável foram coerentes.

CONCLUSÕES

Conforme os resultados, foi atingido o objetivo principal deste capítulo, que consistia em analisar o comportamento individual subjacente ao encadeamento de viagens sob a perspectiva dos três grupos de variáveis principais. Com utilização conjunta de técnicas de AM, exploratórias e confirmatórias (árvore de decisão + regressão linear múltipla), foi possível encontrar relações entre variáveis envolvidas (AD) e, finalmente, ratificar tais relações e mensurar a significância estatística das variáveis independentes (RLM).

Através dos resultados obtidos, pôde-se analisar a influência dos três grupos de variáveis na sequência de viagens: (1) variáveis socioeconômicas (Renda familiar, Usa Vale Transporte, Número de automóveis) afetam principalmente a sequência de modos de transporte utilizados; (2) participação em atividades (Estuda, Trabalha) interfere na sequência de motivos de viagem, e, finalmente, (3) variáveis de uso do solo (Oportunidade acumulada por faixas de distância a partir do centroide da zona de residência) influenciam a sequência de destinos escolhidos. A influência de tais grupos de variáveis no comportamento relativo a viagens urbanas foi analisada nas últimas décadas na literatura, corroborando os resultados encontrados neste estudo. Relações aqui encontradas pela AD e RLM entre renda, posse de automóveis, uso do solo, atividades e padrões de viagens foram corroboradas pela literatura anterior (AXHAUSEN, 2000; BHAT; SRINIVASAN, 2005; FRANK; PIVO, 2004; PITOMBO *et al.*, 2011).

Uma das principais limitações desta pesquisa está no limite de categorias para variável dependente do pacote estatístico utilizado, Splus 6.1. O software tem um limite inferior a 128 categorias para processamento dos dados. Além disso, a representação conjunta de uma série de fatores de viagem (atividade, modo de transporte, destinos, período do dia) em cadeias de viagens pressupõe uma grande quantidade de combinações, acarretando abundância de categorias, o que torna complexa a análise.

Espera-se que o presente capítulo constitua uma contribuição ao meio acadêmico, tanto em termos de representação da intensidade e distribuição geográfica das atividades no meio urbano (variáveis de uso do solo), quanto em relação à investigação da influência de um conjunto de variáveis nos deslocamentos dos indivíduos.

Além disso, como na RMSP vem ocorrendo um aumento do emprego no setor terciário em detrimento dos empregos no setor industrial, os resultados indicam que devem ocorrer mudanças no padrão de deslocamentos dos indivíduos, haja vista as diferenças de comportamento relativo à escolha de destinos observadas entre trabalhadores dos dois setores devido à distribuição geográfica de tais atividades.

REFERÊNCIAS

AXHAUSEN, Kay W. Activity-based modeling: research directions and possibilities. In: SIMMONDS, David; BATES, John J. *New look at multi-modal modeling*: report for the Department of Environment, Londres, Cambridge e Oxford. Zürich: ETH Zurich, 2000. p. 1-14. Disponível em: <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/145480> Acesso em: 5 jan. 2007.

BHAT, Chandra R.; SINGH, Sujit K. A comprehensive daily activity-travel generation model system for workers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Amsterdam, v. 34, n. 1, p.1-22, 2000.

BHAT, Chandra R.; KOPPELMAN, Frank S. Activity-based travel demand analysis: history, results and future directions. In: ANNUAL MEETING OF TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 79., 2000, Washington. *Compendium of papers [...]*. Washington: Transportation Research Board, 2000. 1 CD-ROM.

BHAT, Chandra R.; SRINIVASAN, Sivaramakrishnan. A multidimensional mixed ordered-response model for analyzing weekend activity participation. *Transportation Research Part B: Methodological*, v. 39, n. 3, p.255-278, 2005.

BREIMAN, Leo *et al.* *Classification and regression trees*. Belmont, California: Wadsworth International Group, 1984.

FRANK, Lawrence D.; PIVO, Gary. Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupation vehicle, transit, and walking. *Transportation Research Record*, Thousand Oaks, v. 1466, p. 44-52, 1994.

KITAMURA, Ryuichi. Trip chaining in a linear city. *Transportation Research Part A: General*, Amsterdam, v.19, n. 2, p. 115-167, 1985.

KWAN, Mei-Po. Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three-dimensional geographical information systems: a methodological exploration with a large data set. *Transportation Research Part C: Emerging Technology*, Amsterdam, v. 8, n. 1-6, p.185-203, 2000.

LU, Xuedong; PAS, Eric I. Socio-demographics, activity participation and travel behavior. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 33, v. 1, p. 1-18, 1999.

CMSP (Companhia do Metropolitano de São Paulo). *Pesquisa origem-destino 1987: Região Metropolitana de São Paulo: síntese das informações*. São Paulo: CMSB, 1988.

SCHNEIDER, Morton. Gravity models and trip distribution theory. *Papers of Regional Science Association*, v.5, p.51-56, 1959.

SRINIVASAN, Karthik K.; ATHURU, Sudhakar R. Analysis of within-household effects and between-household differences in maintenance activity allocation. *Transportation*, New York City, v. 32, p. 495-521, 2005.

SRINIVASAN, Sumeeta. *Linking Land Use and Transportation: Measuring the Impact of Neighborhood-scale Spatial Patterns on Travel Behavior*. 2000. Thesis (PhD in Urban Studies and Planning) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2000.

STRAMBI, Orlando; VESPUCCI, Katia M.; BILT, Karin-Anne van de. Analysis of the evolution of classes of individual patterns and their relation to socio-demographic and economic variables. In: ANNUAL MEETING OF TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 83., 2004, Washington. *Compendium of Papers [...]*. Washington: Transportation Research Board, 2004. 1 CD-ROM.

STRATHMAN, James G.; DUEKER, Kenneth J. Understanding trip chaining. In: FEDERAL HIGH ADMINISTRATION (ed.). *Special reports on trip and vehicle attributes: 1990 NPTS*. Lanham: Federal High Administration, 1995. p. 1-28.

PITOMBO, Cira S.; KAWAMOTO, Eiji; SOUSA, António J. An exploratory analysis of relationships between socioeconomic, land use, activity participation variables and travel patterns. *Transport Policy*, Oxford, v. 18, n. 2, p. 347-357, 2011.



ANÁLISE COMPARATIVA DO ENCADEAMENTO DE VIAGENS DE TRÊS ÁREAS URBANAS: CIDADE DE BAURU/SP E REGIÕES METROPOLITANAS DE SÃO PAULO/SP E BELÉM/PA

PABLO BRILHANTE DE SOUSA
EJI KAWAMOTO

INTRODUÇÃO

A ideia básica da abordagem de viagens encadeadas é a de que a demanda por viagens é derivada dos desejos das pessoas de realizarem diferentes atividades. As relações entre tais atividades, bem como as características socioeconômicas dos indivíduos e das famílias, além da incorporação de limites espaciais e temporais, restrições institucionais e características da rede de transporte, fazem parte dos estudos com essa abordagem (SOUSA, 2004).

A comparação do encadeamento de viagens entre áreas urbanas distintas surge como desafio aos pesquisadores de transportes da área de análise de atividades. O entendimento de diferenças culturais, de políticas regionais e de características espaciais das respectivas áreas possivelmente permitirá uma melhor compreensão do comportamento dos viajantes urbanos. Particularmente, a comparação desse encadeamento em diferentes localidades possibilitará que os tomadores de decisão, ou seja, os planejadores de transportes, obtenham discernimento das relações existentes entre características socioeconômicas e aspectos intrínsecos relacionados à viagem de cada área urbana, a fim de que possam adotar programas de planejamento de transporte regionais eficazes.

Neste capítulo, foi utilizada a técnica de mineração de dados denominada “árvore de decisão e classificação” (ICHIKAWA, 2002; PITOMBO, 2003) em um conjunto de dados que engloba indivíduos da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), de Belém (RMB) e da cidade de Bauru, com os objetivos de identificar se e como as áreas urbanas interferem nos padrões de viagens encadeadas e analisar as similaridades e diferenças encontradas em relação aos encadeamentos de viagens entre os grupos de indivíduos nas três áreas urbanas, de modo que seja possível compreender melhor o comportamento de viajantes urbanos. A finalidade do estudo é, portanto, analisar o comportamento referente às viagens dos principais grupos socioeconômicos formados a partir da aplicação da técnica de mineração nas três áreas urbanas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A análise de demanda por transporte baseada em atividades fundamenta-se no fato de que os 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. Por isso, um princípio largamente aceito no planejamento de transporte é o de que a demanda de viagens é derivada da demanda por atividades e esse princípio vem fundamentando cada vez mais os estudos da demanda por transporte baseada em atividades.

Kumar e Levinson (1995) analisaram o encadeamento de viagens na cidade de Montgomery, Estados Unidos, e concluíram que os indivíduos residentes em locais mais próximos do centro realizam menos viagens, realizadas por motivos diversos e ancoradas em viagens principais, do que os indivíduos residentes em áreas periféricas. Verificaram também que atividades como compras, negócios pessoais e encontros sociais são mais comumente unidas às viagens com motivo de trabalho.

A caracterização espacial da cidade pode ser considerada como um fator importante de definição dos padrões de viagens realizados, visto que, segundo Kumar e Levinson (1995), cidades com zonas residenciais relativamente próximas ao centro tendem a gerar viagens encadeadas mais simples do que cidades com áreas habitacionais afastadas. A comparação de resultados obtidos de diferentes conjuntos de dados pode ajudar a compreender o quanto essa variável afeta as pessoas ao realizarem viagens encadeadas.

Bhat e Singh (2000) dividiram o dia em períodos e analisaram os aspectos espacial e temporal de mobilidade dos trabalhadores residentes em duas regiões metropolitanas dos Estados Unidos. Foram analisados os números de viagens por dia, números de paradas por viagem, motivos das viagens e paradas, a interação entre as paradas e modos de transportes escolhidos. Salienta-se que os resultados apresentados entre as duas regiões tiveram mais semelhanças do que diferenças, devido talvez ao fato de as características espaciais e culturais das áreas serem semelhantes.

Cirillo e Axhausen (2002), utilizando a mesma metodologia proposta por Bhat e Singh (2000), propuseram a ideia de transferibilidade dos modelos de viagens baseados em atividades entre países, comparando dados de pesquisas belgas e alemãs e acrescentando a distância entre paradas e a duração das atividades aos aspectos ligados à mobilidade. Segundo a análise dos autores, os resultados apresentaram-se coerentes entre belgas e alemãs, variando em alguns casos em função de diferenças culturais e das políticas de transportes adotadas nos países.

Jou e Mahmassani (1997) realizaram uma investigação das paradas feitas nos caminhos “casa-trabalho” e “trabalho-casa”, observados no início e no final do dia, respectivamente, em duas cidades dos Estados Unidos: Dallas e Austin. Os autores identificaram as seguintes variáveis: frequência, motivo, duração, características espaciais e variação dia a dia dessas paradas, além de formularem a hipótese de transferibilidade de modelos baseados em atividades. Os resultados indicaram que o encadeamento de viagens é mesmo uma característica intrínseca aos indivíduos.

Por meio do teste estatístico qui-quadrado, revelou-se que as variáveis possuem mais semelhanças do que diferenças nas duas cidades e que tais diferenças podem ser explicadas por uma maior oportunidade de negócios em Dallas do que em Austin ou por tamanhos e características espaciais distintos.

Kasturirangan e Pendyala (2001) efetuaram uma análise comparativa detalhada da programação e sequência de atividades feitas por trabalhadores residentes em duas áreas norte-americanas: Miami e San Francisco Bay. As comparações entre as áreas mostraram que, durante o período de trabalho, as atividades empreendidas são bastante parecidas, pois os indivíduos são limitados pela pouca flexibilidade de horários. Algumas diferenças são notadas antes e, principalmente, depois do período de trabalho. Verifica-se que os trabalhadores de Miami estão mais propensos a empreender atividades enquanto estão no caminho “trabalho-casa” do que após retornarem às suas residências, o que se deve, segundo os autores, às diferenças notadas em relação à renda, à estrutura domiciliar e aos modos de transporte entre as duas áreas. Por exemplo, a população de Miami faz grande uso do automóvel, que facilita o encadeamento de viagens para a realização de outras atividades logo após o trabalho.

Nota-se que o estudo comparativo de áreas diferentes faz com que os pesquisadores busquem outras variáveis que justifiquem o comportamento dos indivíduos em relação aos padrões de viagens escolhidos. O entendimento das diferenças culturais e das características espaciais das regiões, bem como de seus respectivos impactos na demanda, apresenta-se como desafio para os pesquisadores da área de análise de atividades.

A principal justificativa para a realização de estudos que compararam conjuntos de dados coletados em regiões diferentes, conforme Jou e Mahmassani (1997) e Cirillo e Axhausen (2002), foi propor um passo inicial à possibilidade de transferência espacial de modelos de demanda por transporte. Cabe aqui salientar que essa possibilidade não se concretizou em modelos de viagens baseados em atividades, o que estimula o delineamento

de mais estudos com a finalidade, mesmo que indiretamente, de conceber modelos de demanda de transporte transferíveis.

Atualmente, grande parte dos pesquisadores tenta compreender como os deslocamentos das pessoas são influenciados pelas características socioeconômicas, pela localização das atividades e pelos atributos do sistema de transporte. Nota-se também a existência de poucos modelos que capturem as relações entre tais características, a participação em atividades e o comportamento referente às viagens encadeadas.

DADOS

O presente capítulo baseia-se nos dados referentes: à pesquisa origem-destino (O/D) da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) realizada em 1997 pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP); à pesquisa domiciliar realizada em 2000 pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (Jica) e pelo governo do estado do Pará na Região Metropolitana de Belém; por fim, à pesquisa O/D realizada em 1997 pela Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru (Emdurb) na cidade de Bauru/SP. Todas as pesquisas foram feitas por meio de entrevista domiciliar e obtiveram informações detalhadas acerca das características socioeconômicas e dos deslocamentos da população no dia anterior ao da entrevista.

A Tabela 1 mostra as informações das três áreas, a saber: total aproximado da população, área em km², total de municípios (no caso das regiões metropolitanas) e as taxas de motorização por habitantes na época da realização das pesquisas O/D. De antemão, é possível notar que são áreas bem distintas, o que, muito provavelmente, influencia a escolha do padrão de viagens em cada uma delas. Cidades maiores, por exemplo, requerem modos de transporte de massa, como o metrô. Já em cidades como Bauru/SP, de porte menor e com taxa de motorização maior do que as demais regiões presentes no estudo, o carro provavelmente é considerado como alternativa viável para viagens utilitárias.

Em relação às pesquisas O/D, foi possível identificar diferenças metodológicas entre as coletas de dados. A principal diferença notada foi a catalogação dos deslocamentos. Na RMSP, foram considerados todos os deslocamentos por motivos diversos (trabalho, estudo etc.), independentemente da idade, exceto viagens a pé por distâncias inferiores a 500 metros. Na RMB, foram catalogados todos os deslocamentos de pessoas com idade igual ou superior a seis anos. Já em Bauru/SP, foram contabilizados os deslocamentos realizados com distância acima de 300 metros, independentemente da idade. Informações referentes à população, ao total de municípios e à taxa de motorização por habitante podem ser visualizadas na Tabela 1.

TABELA 1

INFORMAÇÕES SOBRE POPULAÇÃO, TOTAL DE MUNICÍPIOS, ÁREA E TAXA DE MOTORIZAÇÃO POR HABITANTE NAS ÁREAS URBANAS

ÁREAS	POPULAÇÃO APROXIMADA	TOTAL DE MUNICÍPIOS	ÁREA EM KM ²	TAXA DE MOTORIZAÇÃO/HABITANTE
RMSP	17.000.000	39	8.051	0,184
RMB	1.800.000	05	1.820	0,110
Bauru	300.000	01	674	0,243

Fonte: CMSP (1988), Emdurb ([1998]) e Jica ([2001]).

O procedimento seguinte foi a filtragem dos dados, que foi efetuada conforme as etapas descritas por Ichikawa (2002) a fim de constituir, com o agrupamento das três pesquisas, um banco de dados uniforme e apropriado para a realização das etapas subsequentes deste trabalho, quais sejam:

- *Eliminação dos dados incompletos (passo 1):* os dados dos entrevistados que não responderam a todas as perguntas foram descartados.
- *Eliminação dos dados de indivíduos que realizam uma ou mais de quatro viagens (passo 2):* os dados de indivíduos que realizam uma viagem ou mais de quatro viagens ao dia foram eliminados da análise devido à limitação do software utilizado para aplicação da árvore de decisão e classificação. Logo, a análise foi feita com indivíduos que não viajaram ou realizaram duas, três ou quatro viagens.

- *Uniformização do público-alvo das pesquisas (passo 3):* tanto na RMSP como em Bauru, todos os indivíduos, independentemente da idade, tiveram seus dados socioeconômicos e de deslocamentos coletados, enquanto na RMB a coleta aconteceu somente para indivíduos com idade maior ou igual a seis anos. Logo, fez-se necessário eliminar os dados de indivíduos menores de seis anos das amostras de RMSP e Bauru, promovendo, assim, a uniformização das amostras.
- *Eliminação dos dados de indivíduos que não tiveram como origem inicial e destino final a residência (passo 4):* foram eliminados os indivíduos em que a primeira e a última viagem do dia não tiveram como motivo a residência, devido à limitação do software utilizado;
- *Amostra final (passo 5):* por fim, foram eliminados os dados dos indivíduos cujos padrões de encadeamento de viagens estão além do 128º padrão de viagem (limitação do software).

A amostra parcial de cada banco de dados ficou caracterizada, em termos de número de viagens, de acordo com a Tabela 2.

TABELA 2
TOTAL DE INDIVÍDUOS ANALISADOS POR NÚMERO DE VIAGENS REALIZADAS NO DIA

NÚMERO DE VIAGENS	RMSP		RMB		BAURU	
	TOTAL DE INDIVÍDUOS	%	TOTAL DE INDIVÍDUOS	%	TOTAL DE INDIVÍDUOS	%
0	29265	35,89	6741	23,87	3558	29,82
2	40587	49,78	18229	64,54	6630	55,56
3	3766	4,62	600	2,12	150	1,26
4	7914	9,71	2675	9,47	1595	13,37
Total	81.532	100,00	28.245	100,00	11.933	100,00

Fonte: CMSP (1988), Emdurb ([1998]) e Jica ([2001]).

As variáveis socioeconômicas utilizadas, bem como suas descrições, encontram-se na Quadro 1. Vale ressaltar que algumas variáveis não puderam ser aproveitadas para a realização do trabalho em virtude de não estarem presentes nas três pesquisas. Foram criadas categorias para compatibilizar as informações coletadas da variável “grau de instrução”,

que se diferenciavam nas pesquisas. Também as variáveis “estuda” e “trabalha” tiveram que ser compatibilizadas em estudantes ou não, no caso da variável “estuda”, e trabalhadores ou não, no caso da variável “trabalha”.

O Quadro 1 mostra a caracterização utilizada para os padrões de viagens. Como em relação às variáveis socioeconômicas, foi necessário agrupar as informações coletadas em categorias que compatibilizassem as três pesquisas utilizadas.

QUADRO 1

PRINCIPAIS VARIÁVEIS UTILIZADAS NO TRABALHO

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO
RFSM	Renda familiar em salários mínimos da época	Salários mínimos em 1997 (casos da RMSP e Bauru/SP) e 2000 (RMB)
Auto	Número de automóveis no domicílio	Quantidade de 0 até o número máximo encontrado
TTPESEF	Total de pessoas na família	Quantidade de 0 até o número máximo encontrado
GI	Grau de instrução	Analfabeto/4ª série incompleta 1º grau incompleto/4ª série completa 1º grau completo 2º grau completo Superior completo
Idade	Idade do indivíduo	A partir de seis anos até a idade máxima encontrada
Sexo	Sexo do indivíduo	Homem Mulher
Área urbana	Identificador da base de dados	RMSP RMB Bauru
Estuda	Se o indivíduo estuda ou não	Sim Não
Trabalha	Se o indivíduo trabalha ou não	Sim Não

APLICAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO E CLASSIFICAÇÃO

A árvore de decisão e classificação, contida no software S-Plus 6.1., variante do algoritmo CART, estabelece uma relação entre variáveis

preditoras (independentes) e variáveis resposta (dependentes). O algoritmo procura encontrar as variáveis preditoras mais importantes e que, portanto, forneçam a máxima segregação dos dados em relação às variáveis resposta.

O S-Plus gera resultados de forma gráfica (árvore de decisão e classificação) e tabular (relatório). Na forma gráfica, é possível visualizar, com certa facilidade, as variáveis independentes importantes para a segregação dos dados em relação às variáveis resposta. Já o relatório 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 da análise (variáveis resposta). A aplicação da árvore foi realizada utilizando como variável dependente, ou resposta, o “padrão final” (padrões de viagens segundo o motivo de viagem, o modo de transporte e os aspectos socioeconômicos mostrados no Quadro 1).

Nota-se, no Quadro 1, que foi criada uma variável preditora denominada “área urbana”, com a função de identificar se e como as áreas urbanas interferem no comportamento de viajantes urbanos. Tal variável é de grande valia para a análise, pois, a partir dela, podem-se determinar os grupos socioeconômicos que apresentam diferenças ou similaridades entre as três bases de dados.

Para a caracterização do “padrão final”, foi utilizado o procedimento iniciado por Ichikawa (2002) e ampliado por Pitombo (2003). De início, foram agrupadas as informações das três pesquisas origem-destino em relação aos diversos motivos de viagem em quatro categorias, aos modos de transporte utilizados em três categorias e aos horários de chegada das viagens, nas quais as atividades seriam realizadas, em cinco períodos do dia.

O Quadro 2 ilustra o primeiro passo da codificação adotada para o “padrão final”, considerando o agrupamento das informações sobre motivos de viagens, modos de transporte e períodos do dia.

QUADRO 2

AGRUPAMENTO ADOTADO PELAS PESQUISAS O/D PARA MOTIVOS DE VIAGENS, MODOS E PERÍODOS DO DIA

Motivos de Viagem	Modos de Transporte	Períodos do dia
<i>Residência (H)</i>	<i>Modo individual motorizado (1)</i> (dirigindo / passageiro de automóvel, moto, caminhão etc.)	1 - Entre 00h00 e 08h00
<i>Trabalho (W)</i> (indústria, comércio e serviços)	<i>Modo coletivo, incluindo semi-público (2)</i> (ônibus, ônibus fretado, micro-ônibus, táxi etc.)	2 - Entre 8h00 e 11h30
<i>Escola (S)</i> (educação, escola e estudo)	<i>Modo individual não motorizado (3)</i> (bicicleta e a pé)	3 - Entre 11h30 e 14h30
<i>Outras atividades (A)</i> (compras, médico/dentista, saúde, recreação, assuntos pessoais etc.)		4 - Entre 14h30 e 17h30
		5 - Entre 17h30 e 00h00

Assim, o indivíduo que realiza o padrão H2W3H em períodos 15 faz 2 viagens, sendo a primeira da residência (H) até o trabalho (W) pelo modo coletivo (2) entre 00h00 e 08h00 (1) e a segunda viagem entre o trabalho (W) e a residência (H) pelo modo individual não motorizado (3) no final do dia, entre 17h30 e 00h00 (5).

A comparação entre as três regiões consistiu em agrupar os três bancos de dados em um só e determinar os padrões de viagens finais para a análise, que totalizaram 128. O passo final da codificação dos padrões finais foi determinado a partir da combinação de motivo e modo com o período do dia. Para tanto, os padrões foram representados por quatro algarismos: os dois primeiros referentes aos códigos atribuídos para os padrões segundo modo e motivo e os dois seguintes aos padrões de viagem segundo período do dia. Salienta-se que, quanto menores forem esses códigos, maior será a frequência encontrada no conjunto de dados.

O padrão “0302”, por exemplo, corresponde aos indivíduos que realizaram os padrões “H2W2H” (código 3) e “15” (código 2), ou seja, realizaram duas viagens de transporte coletivo, uma viagem de casa ao trabalho e outra do trabalho para casa, em períodos distintos do dia

(1ª viagem entre 00h00-08h00, período 1, e 2ª viagem entre 17h30 e 00h00, período 2). O código 3 significa também que o padrão de viagens é o terceiro mais frequente, segundo motivo e modo, e o código 2 significa que é o segundo mais frequente, considerando somente o período do dia.

A Tabela 3 mostra o resultado da seleção dos 16 padrões mais frequentes dos 128 padrões finais utilizados para processamento da árvore de decisão no conjunto de dados. A seleção desses 128 padrões constitui o passo 5 da filtragem dos dados. A eliminação de padrões pouco frequentes não seria a maneira ideal de proceder, pois, apesar de ocasionar a eliminação de padrões complementares que ajudariam a compreender o comportamento de viajantes urbanos, o número restrito de valores de variáveis resposta na árvore de decisão e classificação do S-Plus obrigou o uso dos 128 padrões.

TABELA 3

PARTE DOS PADRÕES FINAIS UTILIZADOS E RESPECTIVAS FREQUÊNCIAS (%)

PADRÕES FINAIS	MOTIVO	MODO	PERÍODO	FREQUÊNCIA (%)	PADRÕES FINAIS	MOTIVO	MODO	PERÍODO	FREQUÊNCIA (%)
0101	H	H	H	37,83	0210	HSH	33	55	1,86
0302	HWH	22	15	5,52	0704	HSH	22	13	1,80
0204	HSH	33	13	3,57	0411	HWH	11	25	1,60
0208	HSH	33	35	2,86	0502	HWH	33	15	1,35
0311	HWH	22	25	2,71	0612	HAH	22	23	1,26
0303	HWH	22	14	2,22	0708	HSH	22	35	1,25
0402	HWH	11	15	2,10	0914	HAH	33	22	1,15
0206	HSH	33	12	2,06	0403	HWH	11	14	1,12

Os critérios adotados para a geração da árvore no S-Plus foram: o mínimo de 20. Ressalta-se que, quanto menor for o desvio, maior será o número de classes e características distintas formadas e, conseqüentemente, a classificação se torna mais detalhada e complexa. As figuras 2 e 3 ilustram a árvore gerada.

A variável mais importante foi “trabalha”. A partir da raiz, a árvore se ramifica em dois grupos principais de indivíduos: “não trabalha” ou “trabalha”. Os grupos principais foram formados a partir das variáveis socioeconômicas citadas no Quadro 1.

FIGURA 1 - ÁRVORE GERADA A PARTIR DO GRUPO DE PESSOAS QUE TRABALHAM

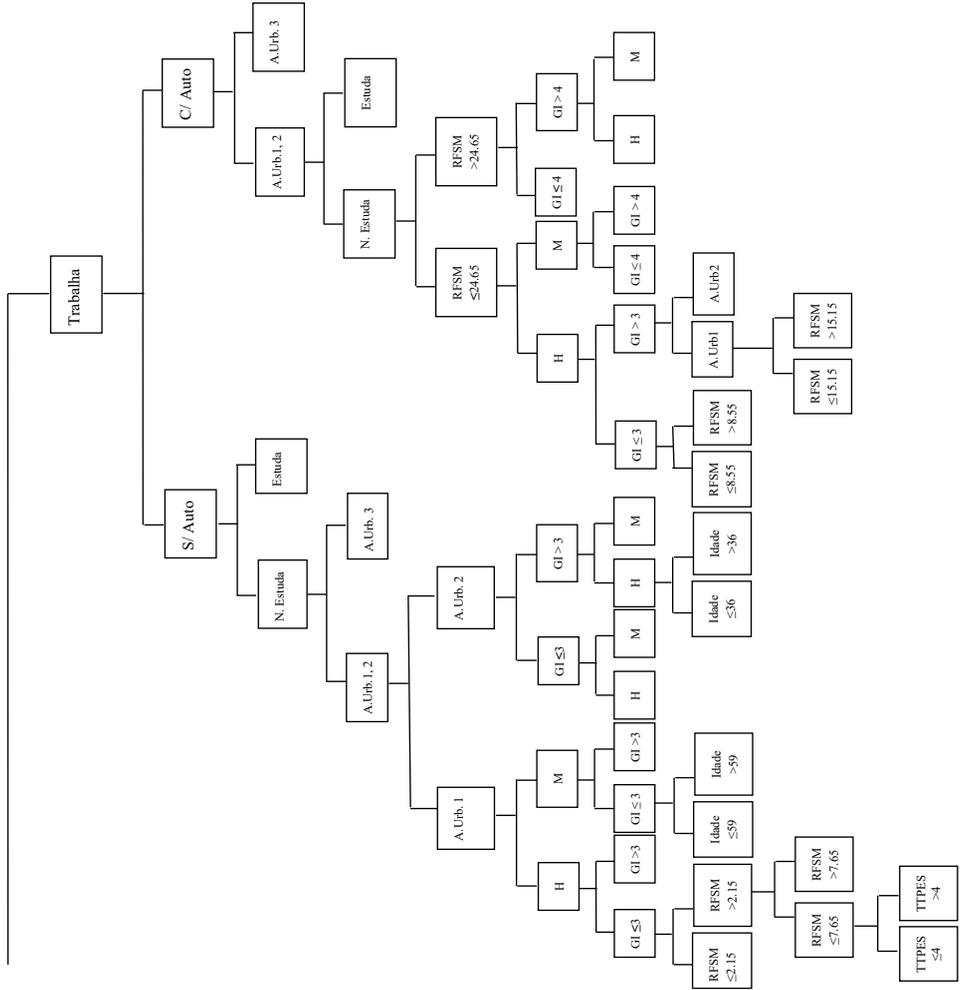
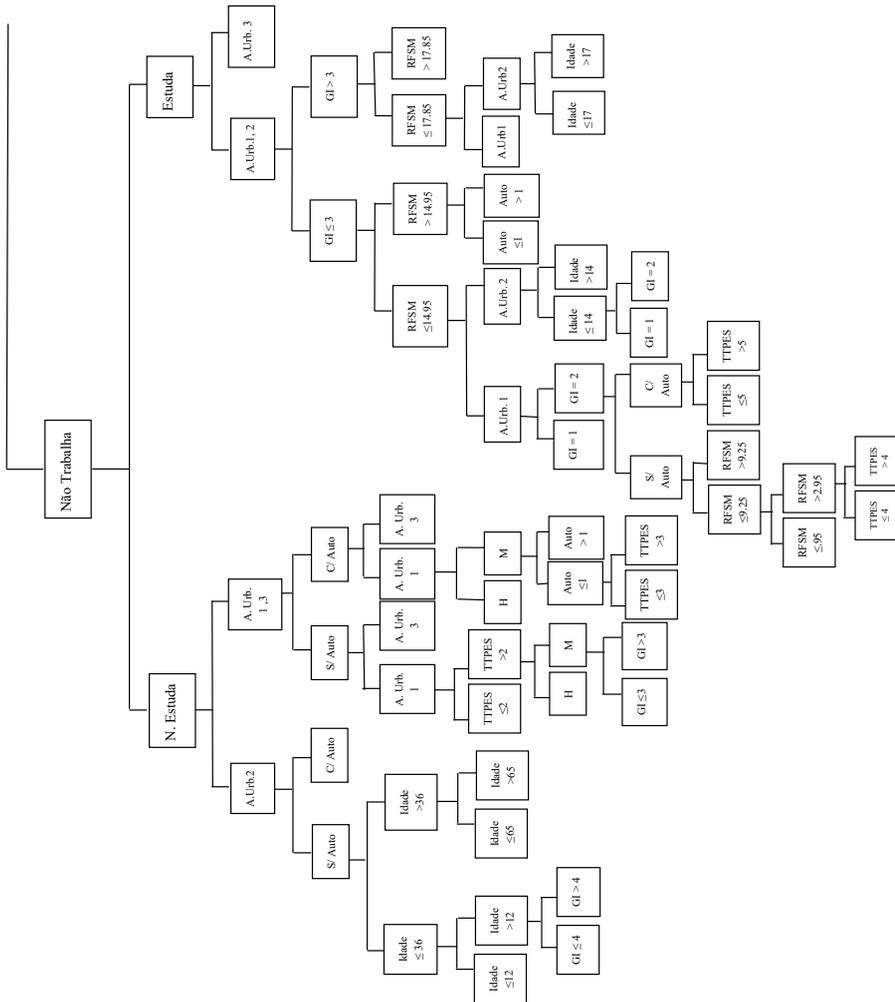


FIGURA 2 – ÁRVORE GERADA A PARTIR DO GRUPO DE PESSOAS QUE NÃO TRABALHAM



ANÁLISE DE RESULTADOS

Na árvore gerada pelo software S-Plus foram identificados 60 grupos de indivíduos caracterizados de forma “homogênea” em relação à distribuição dos padrões de encadeamento de viagens escolhidos. Foi possível notar que, na maioria dos casos, a árvore separou as três áreas urbanas em análise formando grupos socioeconômicos intrínsecos de cada região. Entretanto, em alguns casos, também houve a formação de grupos similares entre as amostras das regiões que se comportam homogeneamente em relação aos padrões de viagens.

Dadas as condições para o processamento da árvore de decisão e classificação, verifica-se que as variáveis mais importantes para a segregação dos dados foram “Trabalha”, “Estuda” e “Auto”, ou seja, se o indivíduo trabalha ou não, estuda ou não e possui ou não automóvel. Nota-se que, em geral, as populações das três áreas urbanas classificadas segundo essas variáveis não se comportam de maneira homogênea. Dessa forma, optou-se por analisar os seguintes grupos de indivíduos e suas relações com as áreas urbanas: os que trabalham e possuem auto; os que trabalham e não possuem auto; os que não trabalham e estudam e, por fim, os que não trabalham e não estudam.

Grupo de indivíduos que trabalham e possuem auto

Em relação ao grupo de pessoas que trabalham e possuem auto, mostrado na Figura 2, é possível perceber a similaridade encontrada para indivíduos pertencentes à RMB e à RMSP (áreas urbanas 1 e 2) e a diferença para aqueles da cidade de Bauru/SP.

Analisando os indivíduos que realizam esse padrão de viagem, observou-se que se trata de profissionais autônomos nas duas regiões metropolitanas. Tais profissionais podem optar por viajar ou não diariamente ao trabalho. Outros fatores que podem ter contribuído para a diferença é o maior índice de motorização da população em Bauru/SP do que na RMSP e na RMB e a facilidade de deslocamento dos indivíduos em Bauru/SP em virtude de as distâncias médias de viagem serem menores do que nas regiões metropolitanas.

É possível perceber também que os indivíduos que trabalham, possuem auto e estudam configuram um grupo homogêneo nas duas regiões metropolitanas. Cabe aqui salientar que essa parte, a qual corresponde aos indivíduos que realizam padrões de viagens mais complexos por necessitarem desempenhar atividades de estudo e trabalho, foi bastante prejudicada devido à eliminação dos dados referentes àqueles com registro de mais de quatro viagens (*passo 2*).

Grupo de indivíduos que trabalham e não possuem auto

Como a árvore não mostrou distinção entre as regiões metropolitanas e a cidade de Bauru/SP, supõe-se que indivíduos que trabalham, não possuem auto e estudam se comportam de maneira parecida. Dessa maneira, pode-se afirmar que esse grupo de pessoas nas três áreas urbanas não apresenta diferença significativa em relação aos padrões de viagens encadeadas.

O grupo de pessoas que trabalham, possuem auto e não estudam constituiu um grupo homogêneo na cidade de Bauru/SP, porém, nas regiões metropolitanas, seu comportamento mostrou-se dependente do sexo, do grau de instrução, da idade, do total de pessoas na família e da renda familiar em salários mínimos da época.

Verifica-se que na RMSP os indivíduos eram, na sua maioria, prestadores de serviços autônomos e empregados do comércio assalariados com ou sem carteira assinada. Essa classificação também se aplicava aos indivíduos da RMB. Em Bauru/SP, a predominância foi de indivíduos empregados da indústria e do comércio assalariados com carteira.

Percebe-se que, na época em que a pesquisa O/D foi realizada, grande parte da população trabalhadora nas regiões metropolitanas brasileiras estava no mercado informal que, muitas vezes, pode não requerer regularidade diária e pontualidade. Segundo Ramos (2002), a evolução da informalidade nas relações trabalhistas das regiões metropolitanas do Brasil cresceu continuamente ao longo da década de 1990, inclusive superando as relações formais.

Grupo de indivíduos que não trabalham e estudam

Observa-se na Figura 3 que, inicialmente, foram formados dois grandes grupos: um subgrupo constituído pelas bases de dados da RMSP e da RMB e outro constituído pela cidade de Bauru. Nota-se que, na cidade de Bauru/SP, as pessoas que não trabalham e estudam tendem a se comportar de maneira “homogênea”, diferentemente do outro subgrupo das regiões metropolitanas, nas quais os indivíduos tendem a viajar menos de automóvel. Novamente, a provável razão está na taxa de motorização, significativamente maior em Bauru/SP.

Para confirmar essa hipótese, quando se analisam os padrões de viagens de indivíduos classificados pela árvore apenas através das variáveis “trabalho” e “estudo”, verifica-se que 29,58% dos indivíduos de Bauru/SP realizaram padrões do tipo HSH de modo automóvel, ao passo que nas regiões metropolitanas esse percentual foi de 5,62%.

Nas regiões metropolitanas, o grau de instrução afetou o comportamento dos viajantes urbanos nas regiões metropolitanas: indivíduos com grau de instrução até a 4ª série tendiam a ir à escola a pé, diferentemente dos estudantes de 2º grau ou de ensino superior, que realizaram um percentual maior de viagens de transporte coletivo devido ao fato de as instituições de ensino onde estudavam não estarem situadas nas proximidades das residências. De fato, a política das secretarias de educação estaduais recomenda que estudantes de escola pública de ensino fundamental sejam matriculados em escolas próximas às suas residências, razão pela qual grande parte do grupo faz viagens a pé. Na cidade de Bauru/SP, por ser uma cidade de porte médio, não foi detectada a influência dessa variável, possivelmente devido ao fato de as distâncias até as escolas, de qualquer nível de escolaridade, não serem tão grandes.

A partir do grau de instrução, foram notadas diferenças entre a RMSP e a RMB, principalmente nos segmentos da árvore que compreendem indivíduos que possuem renda familiar inferior a 14,95 salários mínimos e 17,85 salários mínimos. Analisando o grupo de renda familiar inferior a 14,95 salários mínimos, por exemplo, na RMSP, 24,56% ficaram em casa,

enquanto na RMB esse percentual foi de aproximadamente 50%. Essa maior assiduidade na RMB pode ser explicada pelo fato de que a população carente, na época da realização da pesquisa domiciliar, participava de um programa assistencial denominado “bolsa-escola”, que consistia no pagamento de um salário mínimo a cada família carente que mantivesse todas as suas crianças com idade entre 7 e 14 anos matriculadas na rede escolar pública. Supondo que os indivíduos com renda familiar inferior a três salários mínimos participassem desse programa, verifica-se que ele beneficiou a maioria dos integrantes desse grupo na RMB (aproximadamente 55%).

Grupo de indivíduos que não trabalham e não estudam

De início, dois grandes subgrupos foram formados: o primeiro constituído pela base de dados da RMB e o outro pelas bases da RMSB e de Bauru/SP. A partir disso, a variável mais importante para os dois grupos foi a presença ou não de automóvel no domicílio.

Verificou-se que na RMB, em ambos os casos (possuir ou não automóvel), as pessoas saíam mais para realizar outras atividades (negócios, compras, saúde etc.) do que na RMSB ou em Bauru. Tal diferença podia estar relacionada à forma da coleta dos dados referentes aos deslocamentos dos indivíduos no dia anterior à pesquisa. Sabe-se que na RMB todos os deslocamentos foram coletados independentemente da distância percorrida até o destino da atividade. Na RMSB, os deslocamentos por motivo de “outras atividades” foram catalogados a partir de 500 metros quando realizados a pé, e não estavam encadeados aos motivos “estudo” e “trabalho”. Já a cidade de Bauru catalogou todos os deslocamentos somente quando percorriam distâncias acima de 300 metros.

CONCLUSÕES

Foi possível notar que as políticas regionais do setor de educação, como a matrícula de estudantes de nível fundamental nas proximidades das suas residências e o programa assistencial “bolsa-escola” na RMB, influenciaram a escolha do padrão de viagem. Quando foram analisados os

padrões de viagens de trabalhadores das três áreas urbanas, a conjuntura das relações trabalhistas presente nas regiões metropolitanas, onde a informalidade supera as relações formais, causou a diferença nos padrões em relação à cidade de Bauru/SP.

Características socioeconômicas, como a variável socioeconômica “auto”, que corresponde ao número de automóveis no domicílio, mostraram-se relevantes devido ao maior índice de motorização dos habitantes da cidade de Bauru/SP em relação às regiões metropolitanas. Além disso, as distâncias percorridas nessa cidade de porte médio tendem a serem menores, o que facilita o deslocamento dos habitantes.

Vale ressaltar que diferenças metodológicas na coleta de dados nas três áreas urbanas também podem ter interferido nos resultados do estudo, principalmente nos dados referentes às viagens de curta distância, visto que na RMB todos os deslocamentos foram considerados, na RMSP apenas aqueles com distâncias superiores a 500 metros percorridos e em Bauru somente deslocamentos acima de 300 metros.

Dessa forma, com base nas informações relacionadas às políticas regionais, às características socioeconômicas e espaciais das respectivas áreas, bem como nos estudos citados, foi possível analisar, em geral, as causas das similaridades e das divergências encontradas nas pesquisas.

REFERÊNCIAS

BHAT, Chandra R.; SINGH, Sujit K. A comprehensive daily activity-travel generation model system for workers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Amsterdam, v. 34, n. 1, p.1-22, 2000.

CIRILLO, Cinzia; AUXHAUSEN, Kay W. Comparing urban activity travel behavior. In: ANNUAL MEETING OF THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 81., 2002, Washington. *Papers [...]*. Washington: TRB, 2002. p. 1-27.

EMDURB (Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru). [Pesquisa origem-destino na cidade de Bauru 1997]. Bauru: Emdurb, [1998].

ICHIKAWA, Sandra M. Aplicação de minerador de dados na obtenção de relações entre padrões de encaqueamento de viagens codificados e características socioeconômicas. 2002.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

JICA (Agência de Cooperação Internacional do Japão). [Pesquisa origem-destino na Região Metropolitana de Belém 2000]. Belém: Governo do Estado do Pará, [2001].

JOU, Rong-Chang; MAHMASSANI, Hani S. Comparative analysis of day-to-day trip-chaining behavior of urban commuters in two cities. *Transportation Research Record*, Washington, n. 1607, p. 163-170, 1997.

KASTURIRANGAN, Krishnan; Pendyala, Ram M. A comparison of commuter activity scheduling and sequencing behavior across geographical contexts. In: ANNUAL MEETING OF THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 80., 2001, Washington. *Papers* [...]. Washington: TRB, 2001. p. 1-47.

KUMAR, Ajay; LEVINSON, David M. Chained trips in Montgomery County, Maryland. *Institute of Transportation Engineers Journal*, Washington, p. 27-32, 1995.

PITOMBO, Cira S. *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

RAMOS, Lauro. A evolução da informalidade no Brasil metropolitanos: 1991-2001. *Texto para Discussão (IPEA)*, Brasília, n. 914, 2002. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/pub/td/2002/td_0914.pdf. Acesso em: 17 set. 2003.

SOUSA, Pablo B. de. *Análise comparativa do encadeamento de viagens de três áreas urbanas*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.



REDUÇÃO NO TAMANHO DA AMOSTRA DE PESQUISAS DE ENTREVISTAS DOMICILIARES PARA PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES: UMA VERIFICAÇÃO PRELIMINAR

MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
EJI KAWAMOTO

INTRODUÇÃO

Um dos maiores empecilhos à realização de pesquisas e planos de transporte reside no alto custo de execução das pesquisas de entrevistas domiciliares que lhes servem de base de dados. Segundo Akishino (2002), o custo unitário da pesquisa domiciliar realizada pelo Metrô na Região Metropolitana de São Paulo em 1997 foi de us\$ 50,00. Na Pesquisa de Entrevistas Domiciliares da Região Metropolitana de Campinas, realizada em 2003, foram gastos R\$ 1.214.000,00 para um total de 8.503 domicílios entrevistados, o que corresponde a R\$ 142,77 por domicílio (ARAÚJO, 2003).

Esforços no sentido de reduzir o custo dessas coletas de dados, sem prejuízo à qualidade e à representatividade dos dados, podem fazer com que os planos de transporte se tornem mais baratos e, consequentemente, mais frequentes, ensejando melhorias no sistema de transporte das áreas urbanas. Um caminho que pode se mostrar promissor para a efetiva diminuição do custo de pesquisas de entrevistas domiciliares é o da redução do tamanho da amostra, desde que se garanta que essa redução não seja prejudicial à representatividade e que a amostra reduzida consiga ilustrar a variedade de características comportamentais de indivíduos e grupos.

Mesmo nos países desenvolvidos, cortes nos orçamentos dos órgãos responsáveis por pesquisas têm levado à perda de regularidade das pesquisas e à redução no tamanho das amostras (WILSON, 2004). Na pesquisa de Sydney, Austrália, em 1991, foi utilizada uma amostra final de 12.000 domicílios. Nos anos seguintes, foram utilizadas amostras de 3.000 domicílios, correspondendo a 25% da amostra inicial. Os autores da pesquisa consideraram que a subamostra de 3.000 domicílios foi suficiente para dar indicações de tendências gerais e para estimar os novos componentes dos modelos de escolha modal (RICHARDSON; BATTELINO, 2000).

Estudo desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1988) avaliou os efeitos da redução de amostragem no censo demográfico de 25% para 10%. A análise da perda de eficiência indica sempre um percentual máximo de aproximadamente 25%. Tal perda não pode ser considerada como muito expressiva, significando que, na pior situação possível, um quarto das variáveis que eram bem estimadas com a fração de 25% deixaram de sê-lo com a fração de 10%. O estudo detectou, ainda, que quanto maior a população de uma cidade, menor será a fração de amostragem necessária para uma mesma perda de eficiência. Por fim, concluiu ser viável reduzir a fração de amostragem no censo demográfico.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo principal efetuar uma verificação preliminar da possibilidade de reduzir o tamanho da amostra de pesquisas domiciliares e, ainda assim, obter modelos que representem bem o comportamento dos indivíduos em relação aos padrões de viagens encadeadas.

Os modelos serão obtidos a partir de um minerador de dados (árvore de decisão e classificação do *software S-Plus 6.1*) e se valerão dos princípios da análise de demanda por transporte baseada em atividades, para se avaliar como a demanda de viagens é afetada por um conjunto de fatores individuais e domiciliares.

Os modelos baseados em atividades, que englobam o estudo das viagens encadeadas, têm sido apontados por vários pesquisadores como um dos métodos mais adequados para se avaliar, de forma desagregada

e com foco no indivíduo, como a demanda de viagens é afetada por um conjunto de fatores individuais e domiciliares. Jones (1995) enuncia que modelos baseados em atividades oferecem uma perspectiva mais ampla e um maior conjunto de conceitos sobre os quais se estuda o comportamento do viajante em relação à visão tradicional das viagens, como sendo movimento de pessoas e mercadorias ao longo da rede de transporte.

A análise de demanda por transporte baseada em atividades muda alguns paradigmas da abordagem tradicional: passa-se a conferir maior importância às atividades e às pessoas, em detrimento das viagens e dos veículos, respectivamente. Enfim, deseja-se conhecer “o que as pessoas fazem” ao invés de “para onde os veículos vão” (KURANI; LEE-GOSSELIN, 1997).

Golob (2000) define viagens encadeadas como maneiras que as pessoas encontram para realizar várias atividades no período de um dia de forma a organizar suas viagens. Neste trabalho, definem-se essas viagens como todos os deslocamentos realizados por um indivíduo com o intuito de se engajar em uma atividade ao longo de um dia.

Os padrões de viagens encadeadas variam de acordo com características socioeconômicas, como idade, sexo, renda domiciliar, propriedade de automóveis, ocupação principal (se o indivíduo trabalha, estuda ou ambos) e tamanho da família. Analisando os resultados obtidos por Ichikawa (2002), Pitombo (2003) e Sousa (2004), verifica-se que as variáveis mais importantes para a definição de grupos homogêneos em relação ao padrão de viagem foram: “trabalha” e “estuda”, ou seja, a ocupação principal do indivíduo.

No entanto, apenas as características socioeconômicas não conseguem explicar toda a complexidade inerente ao comportamento humano no que tange às viagens urbanas. As características espaciais e medidas de acessibilidade podem oferecer valiosas informações complementares ao entendimento do encadeamento de viagens (KALENOJA, 1999).

A partir dos estudos de Kalenoja (1999), Kitamura *et al.* (2001) e Srinivasan (1998), pode-se concluir que:

- a. Os padrões de viagens de indivíduos residentes em áreas com baixos níveis de atividade e distantes das áreas centrais diferem dos padrões de indivíduos com as mesmas características socioeconômicas que vivem em zonas com altos níveis de atividade. As cadeias de viagens são normalmente maiores e as viagens diárias são programadas com antecedência devido à baixa acessibilidade aos serviços;
- b. Várias cadeias de viagens ancoradas no domicílio são mais comuns nas áreas centrais e em zonas com alto índice de vagas de trabalho, escolas, comércio e serviços. Cadeias de viagens longas, nas quais há vários destinos antes do retorno ao domicílio, tendem a ser mais comuns em áreas distantes da zona central;
- c. O comprimento médio da cadeia de viagem é maior para zonas onde há baixos níveis de atividade quando comparadas às zonas centrais.

Conhecer as influências das características espaciais e do uso de solo da área urbana nos padrões de viagens encadeadas num contexto no qual se trabalha com amostras reduzidas, em que a cobertura espacial da área urbana pode estar prejudicada, torna-se ainda mais importante. Assim, este trabalho tem por objetivo intermediário verificar e analisar como as características espaciais e de uso de solo influem nos padrões de viagens encadeadas dos indivíduos, por meio do estudo de caso com os dados da Pesquisa de Entrevistas Domiciliares realizada em 2000 na Região Metropolitana de Belém/PA (PDTU, 2001).

MÉTODO

Para o alcance do objetivo intermediário, o método utilizado consistiu em adicionar uma variável preditora associada às características espaciais e de uso de solo da área urbana às demais variáveis preditoras, vinculadas às características socioeconômicas dos indivíduos. Com a utilização da árvore de decisão e classificação (minerador de dados), analisou-se se e como essa variável interfere na definição dos padrões de viagens encadeadas (variável resposta). Neste trabalho, a macrozona onde se localiza o domicílio do indivíduo foi considerada a variável

responsável por representar as características espaciais e de uso de solo da área urbana.

Caso tivesse influência nos padrões de viagem encadeadas, a variável “macrozona” seria incluída como variável preditora nas árvores de decisão e classificação, geradas na verificação da possibilidade de redução da amostra. Caso contrário, a “macrozona” não seria incluída e as variáveis preditoras ficariam restritas às características socioeconômicas, que, neste estudo, são: 1 – trabalha; 2 – estuda; 3 – sexo; 4 – idade; 5 – GI (grau de instrução); 6 – NPF (número de pessoas na família); 7 – auto (número de automóveis no domicílio) e 8 – RFSM (renda familiar expressa em salários-mínimos conforme o valor da época da pesquisa).

Em conformidade com o objetivo principal, escolheram-se, aleatoriamente, três subamostras com 25% dos indivíduos da amostra final e, a partir delas, produziram-se, através do processamento das árvores de decisão e classificação, modelos que relacionassem as variáveis preditoras às frequências de ocorrência dos padrões de viagens encadeadas (variável resposta). A estrutura desses modelos foi aplicada aos dados da amostra final e, assim, foram obtidas outras frequências de ocorrência para os padrões de viagens encadeadas. Por fim, as distribuições de frequência de ocorrência acumuladas da variável resposta de cada subamostra e da amostra final foram comparadas por meio do teste estatístico Kolmogorov-Smirnov. Considerou-se que, se essas distribuições fossem estatisticamente semelhantes, seria possível afirmar que os modelos obtidos a partir das subamostras representam satisfatoriamente o comportamento do total de indivíduos da amostra em relação à frequência de ocorrência dos padrões de viagens.

A árvore de decisão e classificação contida no S-Plus 6.1 foi escolhida em razão de sua aplicabilidade, demonstrada em trabalhos anteriores (ICHIKAWA, 2002; PITOMBO, 2003; SOUSA, 2004), e de sua capacidade de representar a natureza probabilística do objeto analisado. Esse modelo reconhece que “indivíduos homogêneos” podem tomar diferentes decisões e associa probabilidade às diferentes respostas possíveis. Os critérios

adotados para a geração das árvores no S-Plus 6.1 foram: (1) o mínimo de 30 observações nas folhas e (2) desvio mínimo de 0,05 em relação ao nó principal. O software possui a restrição de analisar somente 128 saídas da variável resposta, ou seja, somente analisa as frequências de ocorrência de no máximo 128 padrões de viagens encadeadas.

Escolheu-se trabalhar com o teste estatístico Kolmogorov-Smirnov pelo fato de sua utilização ser conveniente nos casos nos quais existe um grande número de categorias. Além disso, a prova desse teste aparenta, em todos os casos, ser mais poderosa que a prova qui-quadrado e a prova da mediana (SIEGEL, 1975). Neste trabalho, as categorias foram representadas pelos padrões de viagens encadeadas.

Para que fosse possível utilizar a árvore de decisão e classificação, foram necessárias estas etapas: (1) tratamento e filtragem dos dados e (2) codificação dos padrões de viagens encadeadas. Na primeira etapa, os dados da Pesquisa de Entrevistas Domiciliares da Região Metropolitana de Belém/PA foram processados e filtrados de modo a eliminar incongruências como respostas incompletas, bem como retirar da amostra os indivíduos que efetuavam uma ou mais de quatro viagens diárias. Tal medida foi necessária devido à restrição da quantidade de padrões analisados pelo minerador de dados. Após essa etapa, obteve-se um total de 22.739 indivíduos – conjunto de dados que foi denominado de amostra final.

A codificação dos padrões de viagens encadeadas constitui a variável resposta do *software S-Plus 6.1* e inclui estes atributos: motivos, modos, número de viagens, sequência de realização, período do dia e duração da viagem. Os motivos foram caracterizados como: H – residência; W – trabalho; S – estudo; A – outras atividades. Os modos foram classificados como: P – privado motorizado; T – transporte coletivo; N – não motorizado. O período do dia foi dividido em: 1 – 00h01 a 08h00h; 2 – 08h01 a 11h30; 3 – 11h31 a 14h30; 4 – 14h31 a 17h30 e 5 – 17h31 a 24h00. A duração da viagem foi enquadrada em: a – 0 a 20 minutos; b – 21 a 40 minutos e c – acima de 40 minutos. Dessa forma, o padrão “HSH-NN-34-aa”, por exemplo, representava os indivíduos que realizaram duas viagens no dia:

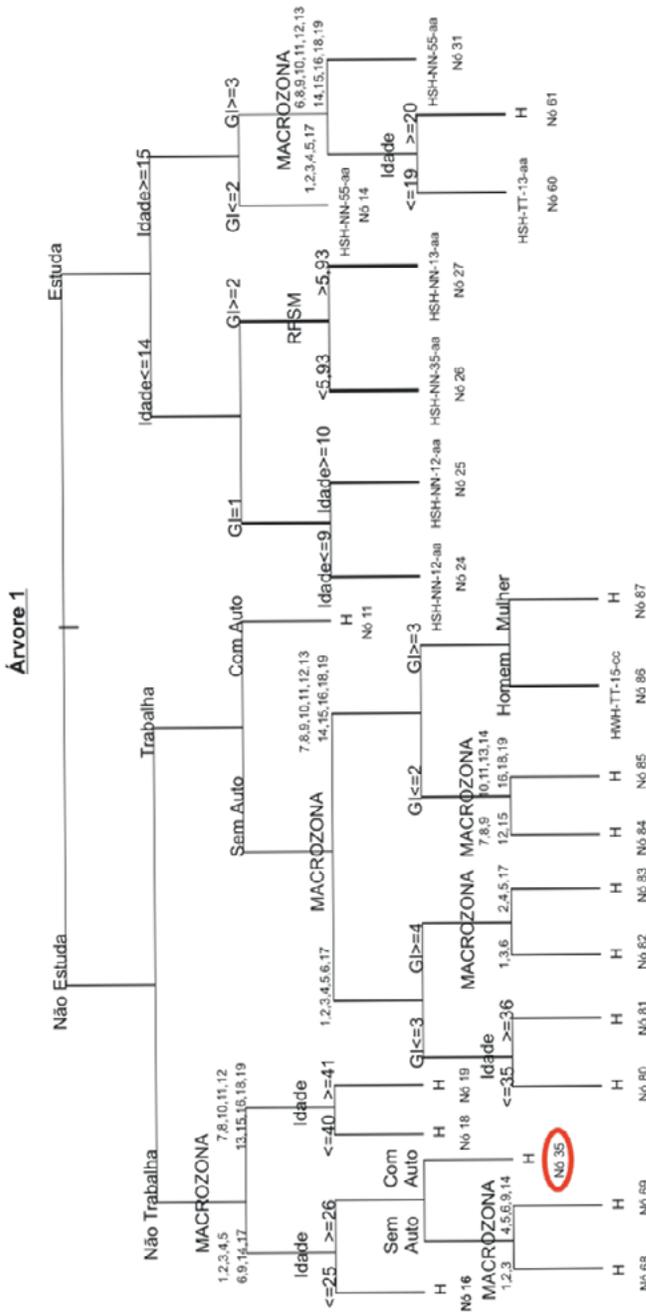
a primeira de casa para escola, por modo não motorizado, no período 3 (11h31 a 14h30) e com duração igual ou inferior a 20 minutos, e a segunda viagem da escola para casa, por modo não motorizado, no 4º período (14h31 a 17h30), novamente com duração igual ou inferior a 20 minutos.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o resultado da árvore de decisão e classificação com os dados referentes à amostra final, cuja finalidade foi verificar o objetivo intermediário do trabalho, ou seja, se a variável “macrozona”, que reflete as características espaciais e de uso de solo, influi no padrão de viagens encadeadas. A árvore traz, de maneira clara, as informações sobre as características dos indivíduos agrupados em cada nó, além de explicitar o padrão de viagem mais frequente. Por exemplo, no nó 11 – composto por pessoas que não estudam, trabalham, em cujo domicílio há ao menos um automóvel –, o padrão de viagem mais frequente é H, que corresponde a indivíduos que não efetuam viagens. Observando essa figura, percebe-se a grande relevância da macrozona na segmentação dos grupos homogêneos de indivíduos em relação aos padrões de viagens encadeadas, visto que a variável aparece seis vezes na estrutura da árvore. A macrozona segregou duas vezes o ramo da árvore relativo aos indivíduos que não estudam e não trabalham, três vezes o ramo referente às pessoas que não estudam e trabalham e uma vez o ramo da árvore pertinente aos indivíduos que estudam. Esse resultado indicou que as características espaciais e de uso de solo exercem forte influência nos padrões de viagens encadeadas, independentemente da ocupação principal dos indivíduos e das demais características socioeconômicas.

Uma vez detectada essa influência da macrozona, decidiu-se por incluí-la como variável preditora nas árvores a ser geradas a partir dos dados das subamostras com o objetivo de avaliar a possibilidade de redução da quantidade de indivíduos na amostra de Pesquisa de Entrevistas Domiciliares, sem prejudicar a sua qualidade e representatividade.

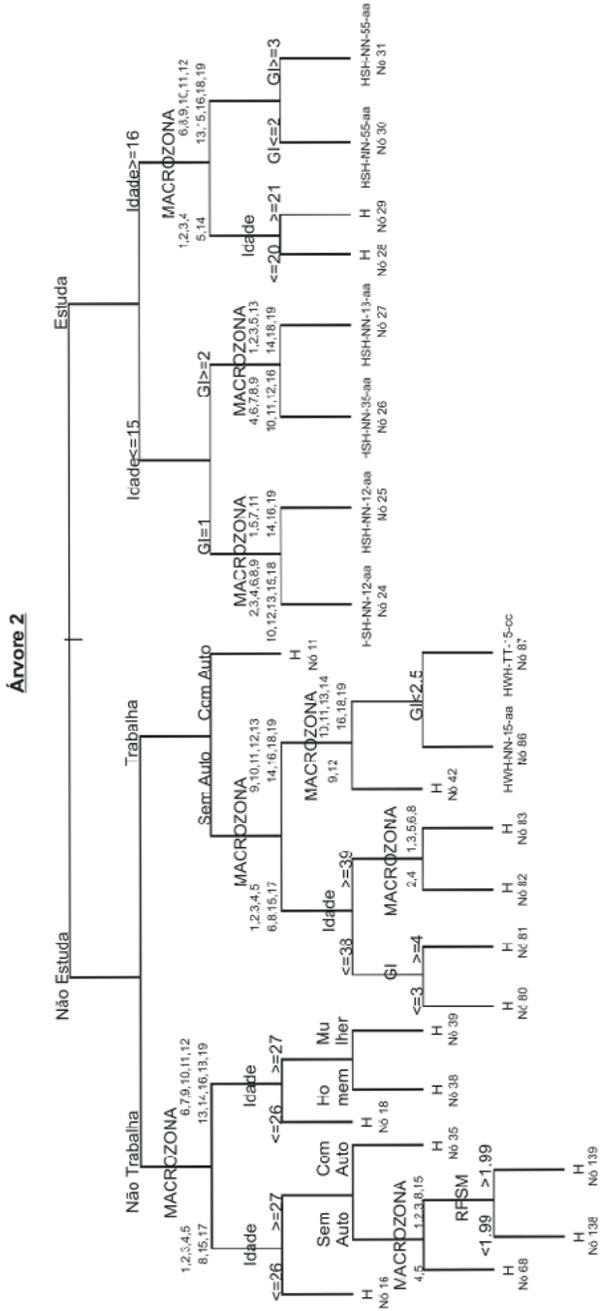
FIGURA 1 – ÁRVORE COM OS PADRÕES DE VIAGENS DOS 22.739 INDIVÍDUOS DA AMOSTRA FINAL



Foram escolhidos aleatoriamente três conjuntos distintos contendo 5.685 indivíduos, o que correspondia a 25% da amostra final. Ressalta-se que foram feitas três seleções de 25% de indivíduos de modo a garantir que os resultados obtidos fossem mais representativos, reduzindo a probabilidade de que acontecessem por acaso. Objetivou-se analisar a tendência dos resultados, uma vez que, se as três verificações passassem no teste estatístico, haveria um forte indício de que é possível reduzir o tamanho da amostra ou, pelo menos, não se rejeitaria a possibilidade de que essa redução acontecesse.

As figuras 2, 3 e 4 trazem, respectivamente, as árvores de decisão e classificação 2, 3 e 4, as quais representam o modelo obtido com cada uma das três subamostras. Analisando as três árvores, percebe-se que a variável categórica “macrozona” tem forte relevância na segmentação dos grupos de pessoas homogêneas em relação ao padrão de viagens, o que ratifica a viabilidade de sua inclusão como variável preditora. Nota-se também que, ao menos em termos de aspecto, essas árvores aparentam ser bastante diferentes umas das outras e em relação à Árvore 1 (Figura 1). Esses resultados já eram esperados, uma vez que as árvores foram geradas a partir de diferentes conjuntos de indivíduos escolhidos aleatoriamente. Entretanto, a simples análise da estrutura da árvore não permite determinar se as subamostras conseguem representar satisfatoriamente a variedade de comportamentos e características individuais da amostra. Para tanto, é preciso verificar o relatório emitido pelo S-Plus para, então, viabilizar a utilização do teste estatístico Kolmogorov-Smirnov. Tal relatório permite visualizar as frequências de ocorrência de cada um dos padrões de viagens encadeadas em cada nó da árvore.

FIGURA 2 - ÁRVORE 2: ÁRVORE GERADA A PARTIR DA 1ª SUBAMOSTRA DE 25% DE INDIVÍDUOS ESCOLHIDOS ALEATORIAMENTE.



A Tabela 1 apresenta parte do relatório da Árvore 1, com os resultados detalhados do nó 35, em destaque na Figura 1. Nele há 768 pessoas com as seguintes características: não estudam, não trabalham, residem nas macrozonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 14 e 17, tem idade maior ou igual 26 anos e possuem automóvel no domicílio. Para esse grupo, o padrão de viagens predominante foi H, ou seja, indivíduos que não fazem viagens, com frequência de 63,80%, seguido do padrão HAH-NN-15-aa, isto é, duas viagens cujo motivo são outras atividades (A), por modo não motorizado (N), de duração inferior a 20 minutos (a), sendo a primeira viagem residência-atividade no primeiro período (1) e a viagem de retorno atividade-residência no quinto período (5) com 2,87% de frequência, e, assim, sucessivamente. Embora extensos, os relatórios são fundamentais para as discussões dos resultados do trabalho.

TABELA 1

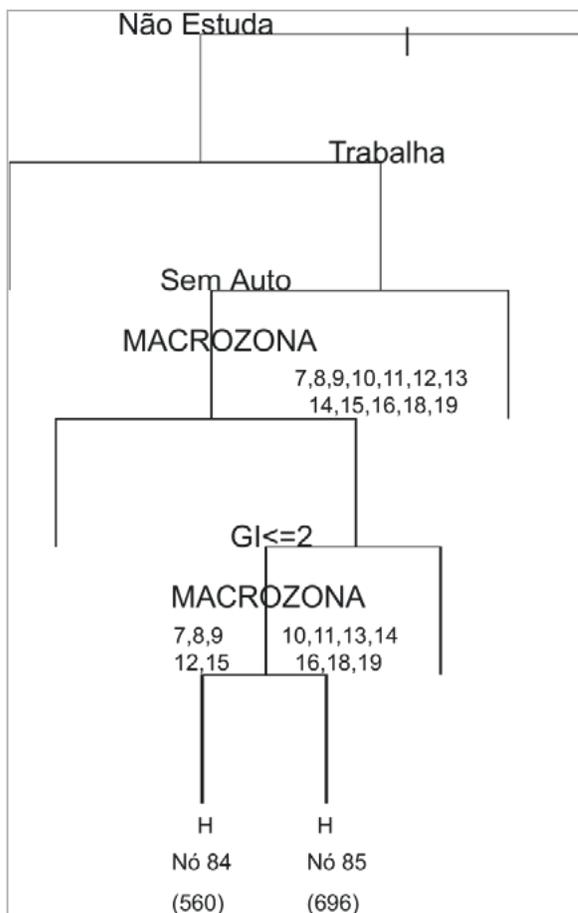
PARTE DO RELATÓRIO DO S-PLUS REFERENTE AO NÓ 35 DA ÁRVORE 1 COM OS DADOS DE TODOS OS INDIVÍDUOS DA AMOSTRA FINAL

ESTRUTURA DOS NÓS TERMINAIS	PADRÕES PREDOMINANTES								
	Motivo	H	HAH						
Nó 35 (TP: 768) Não Estuda, Não Trabalha, Macrozona 1,2,3,4,5,6,9,14,17, Idade>=26, Com Auto	Modo	–	NN	NN	NN	NN	PP	PP	PP
	Período	–	15	45	11	55	22	12	23
	Duração	–	aa						
	%	63,80	2,87	2,21	2,08	1,95	1,69	1,56	1,43

DISCUSSÃO

A Figura 5 detalha uma parte da Árvore 1, mostrando as características socioeconômicas e as características espaciais e de uso de solo (variável Macrozona), bem como o número de pessoas contidas nos nós 30 e 31. No nó 30 ficaram as macrozonas 1, 2, 3, 4, 5 e 17, que, próximas do centro, apresentam alto nível de atividade e elevado percentual de vagas escolares, enquanto no nó 31 ficaram as macrozonas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18 e 19, nas quais, mais distantes do centro, há menor nível de atividade e menos vagas escolares. Esses nós correspondem a estudantes de 2º grau ou de nível superior maiores de 15 anos.

FIGURA 5 – CARACTERÍSTICAS DOS INDIVÍDUOS DOS NÓS 30 E 31 DA ÁRVORE 1



A Tabela 2 apresenta parte do relatório emitido pelo minerador de dados acerca dos nós 30 e 31 com indicação dos padrões de viagens encadeadas predominantes, com suas respectivas frequências de ocorrência.

Entre os cinco padrões de viagens mais frequentes, verifica-se que no nó 31 ocorrem padrões cuja duração é “bb” e “cc”, enquanto no nó 30 há somente viagens cuja duração é inferior a 20 minutos (“aa”). No relatório completo, verifica-se que no nó 30 somente 4,14% das viagens com motivo “estudo (S)” tem duração superior a 40 minutos. Já para o nó 31 esse percentual é de 21,06%. Esses resultados são coerentes com a divisão

das macrozonas, já que no nó 30 as macrozonas apresentam elevados percentuais de vagas escolares, o que aumenta a possibilidade de que o indivíduo resida perto da escola e realize a viagem casa–escola em um curto período de tempo.

As maiores influências da variável Macrozona são detectadas no atributo “duração da viagem”. De um modo geral, quanto maior o nível de atividade de uma macrozona (número de empregos e de vagas escolares, disponibilidade de centros de serviço etc.), menor o tempo de duração das viagens. Portanto, caracteriza-se como positiva a experiência de incluir variáveis que digam respeito às características espaciais e de uso de solo de uma área urbana como variáveis preditoras para a obtenção de um modelo no qual a variável dependente seja o padrão de viagens encaeadas dos indivíduos.

TABELA 2

PADRÕES DE VIAGENS ENCADEADAS MAIS FREQUENTES DOS NÓS 30 E 31 DA ÁRVORE 1

ESTRUTURA DOS NÓS	CÓDIGOS	PADRÕES PREDOMINANTES								
		Motivo	H	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH
Nó 30 (TP: 1.317) Estuda; Idade >=15; GI>=3; Macrozona 1,2,3,4,5,17	Modo		NN	TT	TT	TT	TT	NN	NN	
	Período		55	13	55	35	13	13	35	
	Duração		aa	aa	aa	aa	bb	aa	Aa	
	(%)		13,67	10,40	10,10	7,06	6,76	6,30	5,70	5,32
	Motivo		HSH	H	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH
Nó 31 (TP: 1.138) Estuda; Idade >=15; GI>=3; Macrozona 6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,18,19	Modo		NN	TT	TT	TT	NN	TT	TT	
	Período		55	55	35	13	35	35	55	
	Duração		aa	bb	cc	cc	aa	bb	aa	
	(%)		17,31	8,70	7,21	6,68	6,50	6,33	5,45	5,36
	Motivo		HSH	H	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH	HSH

Para discutir os resultados acerca da possibilidade de redução da amostra de entrevistas domiciliares, tomou-se como exemplo o nó 16 da Árvore 2, em que foi formado um “grupo homogêneo” de indivíduos que não estudam, não trabalham, residem nas macrozonas 1, 2, 3, 4, 5, 8, 15 ou 17 e têm idade igual ou inferior a 26 anos. O relatório emitido pelo

minerador de dados indicou a presença de 251 pessoas nesse grupo, o que corresponde a 4,42% da subamostra e denota a probabilidade de ocorrência de cada um dos padrões de viagens encadeadas.

Com a aplicação da mesma estrutura do nó 16 da Árvore 2 (pessoas que não estudam, não trabalham, residem nas macrozonas 1, 2, 3, 4, 5, 8, 15 ou 17 e têm idade igual ou inferior a 26 anos) aos dados dos 22.739 indivíduos da amostra final, contabilizam-se 962 pessoas (4,23% da amostra final) nesse grupo e registra-se a probabilidade de ocorrência de cada um dos padrões de viagens. Repetindo os procedimentos descritos para todos os 24 nós terminais da Árvore 2, obtém-se a frequência de ocorrência de cada um dos padrões de viagens dentro de cada nó terminal e o número de indivíduos em cada folha tanto para a subamostra quanto para a amostra final.

A Tabela 3 mostra o número de pessoas em cada nó terminal, a porcentagem em relação ao total de indivíduos tanto para a subamostra quanto para a amostra final, bem como a estrutura dos nós terminais.

TABELA 3

**QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE INDIVÍDUOS EM CADA FOLHA DA
ÁRVORE 2 PARA A SUBAMOSTRA E A AMOSTRA FINAL**

NÓ	ESTRUTURA DOS NÓS	SUBAMOSTRA	SUBAMOSTRA (%)	AMOSTRA FINAL	AMOSTRA FINAL (%)
16	NE; NT; MACRO 1,2,3,4,5,8,15,17; ID<=26	251	4,42	962	4,23
68	NE; NT; MACRO 1,2,3,4,5,8,15,17; ID>=27; S.AUTO; MACRO 4,5	214	3,76	817	3,59
138	NE; NT; MACRO 1,2,3,4,5,8,15,17; ID>=27; S.AUTO; MACRO 1,2,3,8,15; RF < 1,99	149	2,62	527	2,32
...
31	EST; ID>=16; MACRO 6,8,9,10,11,12,13,15, 16,181,19; GI>=3	239	4,20	945	4,16
TOTAL		5.685	100,00	22.739	100,00

O teste estatístico foi efetuado de acordo com a distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência dos padrões de viagem, considerando

o conjunto de nós terminais e não folha por folha individualmente. Assim, na folha 16, por exemplo, o percentual de padrão “H” obtido do relatório é de 58,96%, entretanto, como o nó 16 corresponde a 4,42% da subamostra (Tabela 3), o padrão H desse nó representa 2,60% dessa subamostra. Em um raciocínio análogo, verificou-se, por meio do relatório gerado pelo *software* S-Plus 6.1, que, aplicando a estrutura do nó 16 da Árvore 2 aos dados da amostra final, 56,86% das 962 pessoas dessa folha realizam padrão H. Como 962 pessoas correspondem a 4,23% da amostra final, o padrão H do nó 16 representa 2,41% dessa amostra.

As frequências de ocorrência dos padrões de viagens acumularam-se conforme a ordem do relatório emitido pelo S-Plus, ou seja, esse acúmulo ocorreu, primeiramente, com o nó 16. Depois, as frequências acumuladas desse nó foram somadas às frequências do nó 68; em seguida, as acumuladas do nó 138 foram acrescentadas às somatórias das frequências acumuladas dos nós 16 e 68 e, assim, sucessivamente até atingir o último padrão do nó terminal 31, em que se obteve 100% de frequência acumulada dos padrões de viagens encadeadas.

A Tabela 4 ilustra, de forma resumida, como os padrões de viagem encadeadas foram acumulados, além de apresentar os parâmetros necessários para a realização do teste estatístico Kolmogorov-Smirnov. Nessa tabela, são observadas: (1) a frequência de ocorrência de cada padrão de viagem em cada nó terminal da subamostra; (2) suas frequências acumuladas; (3) a frequência de cada padrão de viagem em cada nó terminal da amostra final (tomando por base a estrutura da árvore obtida com os dados da subamostra); (4) suas frequências acumuladas e (5) o valor da diferença (D) entre as distribuições de frequências acumuladas. Também se constata em qual nó ocorre a maior diferença entre duas distribuições acumuladas (D), parâmetro que foi comparado com o valor $D_{\text{crítico}}$ para determinar se as distribuições das frequências acumuladas de realização dos padrões de viagens encadeadas das duas amostras poderiam ou não ser consideradas semelhantes. Esse caso ocorreu no sétimo padrão do nó 139 “HAH-NN-15-aa”, com $D = 0,0118$.

TABELA 4

FREQUÊNCIAS ACUMULADAS DE OCORRÊNCIA DOS PADRÕES DE VIAGENS ENCADEADAS EM TODA A ESTRUTURA DA ÁRVORE 2

NÓ	PADRÕES	SUBAMOSTRA (%)	SUBAMOSTRA ACUMULADA (%)	AMOSTRA FINAL (%)	AMOSTRA FINAL ACUMULADA (%)	DIFERENÇA (D)
16	1 H	0,0260	0,0260	0,0241	0,0241	0,0020
16	2 HAHAH-NNNN-1122-aaaa	0,0002	0,0262	0,0001	0,0241	0,0021
16	3 HAH-NN-11-aa	0,0012	0,0274	0,0002	0,0243	0,0031
16	4 HAH-NN-12-aa	0,0002	0,0276	0,0011	0,0254	0,0022
16	5 HAH-NN-12-bb	0,0000	0,0276	0,0000	0,0254	0,0022
...
139	7 HAH-NN-15-aa	0,0033	0,1546	0,0004	0,1428	0,0118
...
31	126 HWHWH-TTTT-1335-bbbb	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000

Finalmente, foram comparadas as distribuições de frequências acumuladas pelo teste estatístico Kolmogorov-Smirnov: na Árvore 2, D foi de 0,0118 (ocorrendo na folha 139, conforme Tabela 4) e $D_{\text{crítico}}$ calculado pela equação (1) foi igual a 0,0202.

$$D_{\text{crítico}} = 1,36 \times \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 \times N_2}} \tag{1}$$

em que $N_1 = 5.685$ indivíduos e $N_2 = 22.739$ indivíduos.

Portanto, como D foi menor que $D_{\text{crítico}}$, não houve evidência de que os padrões de viagens encadeadas não fossem semelhantes. Assim, entende-se que a subamostra conseguiu representar satisfatoriamente a variedade de padrões de viagens encadeadas existentes na amostra final. Com a aplicação desses procedimentos às árvores 3 e 4, que representam as duas outras subamostras (cada uma com 5.685 indivíduos), o valor de $D_{\text{crítico}}$ foi o mesmo (0,0202) e os valores de D foram, respectivamente, 0,0090 e 0,0113, ambos menores que o valor crítico. Logo, as três subamostras passaram no teste estatístico.

CONCLUSÕES

Caracteriza-se como positiva a inclusão da variável preditora “macrozona” para verificar como as características espaciais e de uso de solo influem no padrão de viagens encadeadas dos indivíduos. A maior influência foi detectada nos atributos “modo” e “duração” das viagens. De forma geral, quanto maior o nível de atividade de uma macrozona (número de empregos e de vagas escolares, disponibilidade de centros de serviço etc.), menor é o tempo médio de duração das viagens e maiores são os percentuais de viagens efetuadas pelo modo “não motorizado (N)”, o que corrobora as referências da revisão bibliográfica.

Em face dos resultados obtidos com as subamostras pelo teste estatístico, não se rejeita a hipótese de que é possível reduzir o tamanho da amostra de pesquisa de entrevistas domiciliares, resultado coerente com os estudos de Richardson e Battelino (2000) e IBGE (1988). Entretanto, ainda são necessárias muitas outras verificações (com diferentes subamostras, outras bases de dados e diferentes mineradores de dados) para afirmar que essa redução é viável tecnicamente. Uma limitação deste estudo diz respeito à quantidade de padrões de viagens encadeadas analisados pelo *software S-Plus 6.1*, a qual restringiu a amostra final, pois foi necessário excluir indivíduos que realizavam padrões de viagens encadeadas pouco frequentes.

A manutenção desses resultados em outras verificações pode levar a conclusões encorajadoras no sentido de reduzir o custo de pesquisas domiciliares, uma vez que a coleta de dados poderá ser realizada em um menor número de domicílios. Com isso, haverá uma conseqüente diminuição no custo de planejamento de transporte, o que pode fazer com que os planos sejam elaborados mais frequentemente, contribuindo, assim, para melhorar o sistema de transporte e a qualidade de vida da população da área de abrangência de tais planos.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. *Um processo sintetizado para planejamento de transportes urbanos*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ARAÚJO, Sammya. Estado começa a mapear transporte na Região Metropolitana de Campinas. *Correio Popular*, Campinas, 11 abr. 2003.

GOLOB, Thomas F. A simultaneous model of household activity participation and trip chain generation. *Transportation Research Part B: Methodological*, Amsterdam, v. 34, n. 5, p. 355-376, 2000.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Relatórios técnicos n. 4/1988: avaliação dos efeitos de redução da fração de amostragem no censo demográfico*. Rio de Janeiro: ENCE, 1988. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv83877.pdf>
Acesso em: 20 nov. 2020.

ICHIKAWA, Sandra M. *Aplicação de minerador de dados na obtenção de relações entre padrões de encadeamento de viagens codificados e características socioeconômicas*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

JONES, Peter M. Contribution of activity-based approaches to transport policy analysis. In: CONFERENCE ON ACTIVITY-BASED APPROACHES, 1995, Eindhoven. *Papers presented [...]*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 1995.

KALENOJA, Hanna. Spatial differences in the trip generation and travel behaviour: empirical observations in the Tampere region. In: KFB RESEARCH CONFERENCE, 2., 1999, Lund, Sueden. *Proceedings [...]*. Lund: Institutionen Foer Teknik Och Samhælle, 1999. p. 445-55.

KITAMURA, Ryuichi; AKIYAMA, Takamasa; YAMAMOTO, Toshiyuki; GOLOB, Thomas F. Accessibility in a metropolis: toward a better understanding of land use and travel. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Thousand Oaks, v. 1780, n. 1, p. 64-75, 2001.

KURANI, Kenneth S.; LEE-GOSSELIN, Martin E.H. Synthesis of past activity analysis applications. In: ACTIVITY-BASED TRAVEL FORECASTING CONFERENCE, 1996, New Orleans. *Summary, recommendations and compendium of papers [...]*. College Station: Texas Transportation Institute, 1997. p. 51-79.

PDTU (Plano diretor de transporte urbano da Região Metropolitana de Belém). *Relatório final*. Belém, 2001.

PITOMBO, Cira S. *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

RICHARDSON, Anthony J.; BATTELINO, Helen. Similar, yet different: some emerging trends in travel surveys in Australia. *TRB Transportation Research Circular*, Washington: Transportation Research Board, n. E-C008, p. 1-21, 2000.

SIEGEL, Sidney. *Estatística não paramétrica para as Ciências do Comportamento*. São Paulo: McGraw Hill, 1975.

SOUSA, Pablo B. de. *Análise comparativa do encadeamento de viagens de três áreas urbanas*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SRINIVASAN, S. *Linking land use, transportation and travel behaviour: understanding trip chaining in terms of land use accessibility patterns*. 1998. Dissertation Proposal (PhD in Urban Studies and Planning) –Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1998.

WILSON, Jill. Measuring personal travel and goods movement: a review of the bureau of transportation statistics' surveys. *TR News*, Washington: Transportation Research Board, n. 234, p. 28-31, 2004.



MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE PARA ANÁLISE DA DEMANDA EM TRANSPORTES: UMA NOVA PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO¹

MATEUS ARAÚJO E SILVA
EJI KAWAMOTO

INTRODUÇÃO

O conceito de acessibilidade tem sido frequentemente utilizado por planejadores e tomadores de decisão como um instrumento político para resolver alguns dos problemas urbanos. No entanto, esse conceito é muitas vezes incompreendido e definido de maneira inadequada e sua inserção em ações de planejamento urbano revela um potencial pouco aproveitado, o que é indicado pela lacuna no desenvolvimento teórico e na construção de medidas de acessibilidade (GEURS; VAN WEE, 2004; STRAATEMEIER, 2008).

Nas últimas décadas, pesquisadores como Kwan *et al.* (2003) e Geurs e Van Wee (2004) têm buscado desenvolver medidas de acessibilidade que contribuam para a resolução de problemas urbanos, relatando os avanços na pesquisa acerca desse tema e suas implicações para futuros estudos.

Este capítulo visa a apresentar uma nova abordagem das diferentes medidas da acessibilidade por meio da representação e da interpretação das relações entre os componentes desse conceito. Para tanto, foi estabelecido um conjunto de critérios relevantes que devem ser considerados no desenvolvimento de tais medidas, incluindo (1) base teórica nor-

¹ Este capítulo, originalmente redigido em língua inglesa, foi traduzido e adaptado por Ingrid Luiza Neto.

teadora, (2) dados exigidos e (3) interpretabilidade. A definição desses critérios baseou-se em uma extensa revisão da literatura e, em parte, na metodologia apresentada por Geurs e Van Wee (2004).

Essa abordagem diferiu significativamente das existentes na literatura atual. Isso porque os critérios relevantes da base teórica foram considerados de maneira ampla, resultando em uma análise mais abrangente. Além disso, o estudo da relação entre acessibilidade e seus componentes, e entre os próprios componentes, foi utilizada como norteadora para a nova representação e para a interpretação de aspectos teóricos e de validade das medidas pertinentes ao tema. Espera-se que a abordagem empregada sirva de parâmetro para o desenvolvimento dessas medidas, visto que apresenta as condições necessárias para a validação delas.

BASE TEÓRICA NORTEADORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE

A base teórica indica um caminho a ser seguido pelos estudos sobre acessibilidade, com o intuito de desenvolver uma teoria que possibilite a dedução adequada de formas matemáticas para o desenvolvimento das medidas. Para construir essa base teórica, deve-se (1) formular um conjunto de pré-requisitos que expressem propriedades desejáveis para as medidas de acessibilidade e (2) elaborar uma estrutura de representação dos componentes de acessibilidade (uso do solo, sistemas de transporte, componentes temporal e individual). Considerando que essas medidas são relevantes para muitos campos da investigação interessados nos aspectos espaciais do comportamento humano, optou-se por manter a base teórica o mais ampla possível.

Conceito de acessibilidade

Neste capítulo, a acessibilidade é definida como uma medida que indica a facilidade com que qualquer atividade de uso do solo pode ser realizada, a partir de um local, utilizando um sistema de transportes em particular. Esse conceito, introduzido por Burns e Golob (1976),

sugere que o serviço prestado pelo sistema de transportes é de fato uma medida de acessibilidade. Embora seja negligenciada por alguns estudos da área (classificados como medidas baseadas em localização), essa definição destaca o importante papel desempenhado pelos sistemas de transportes no contexto dos indivíduos e das suas decisões sobre o deslocamento para um determinado destino. Haja vista que o importante para os usuários é que esses sistemas permitam o acesso a oportunidades espacial e temporalmente dispersas (STRAATEMEIER, 2008), tal conceito de acessibilidade é capaz de refletir essa perspectiva.

Uma das vantagens de utilizar um conceito relativamente simples é permitir que os planejadores e formuladores de políticas públicas possam compreender e interpretar aspectos como a distância e o tempo de viagem. A compreensão de tais aspectos pode subsidiar uma avaliação mais complexa de separação espacial e de restrições no espaço relativo. Outra vantagem está na oportunidade de acesso às mudanças efetivas nas condições de acessibilidade em um contexto urbano (análise de impactos sociais e econômicos). Assim, a acessibilidade pode ser utilizada como uma ferramenta de delineamento de políticas públicas, na medida em que é revelado seu potencial para contribuir com a resolução de alguns dos problemas de planejamento de transportes urbanos, auxiliando no alcance da funcionalidade esperada.

Pré-requisitos das medidas de acessibilidade

A formulação de um conjunto de pré-requisitos é útil para avaliar a contribuição dada pelos estudos da área, embasar a construção de novas teorias e indicar potenciais necessidades de planejamento urbano. Ressalta-se que o conjunto aqui proposto não deve ser considerado exaustivo, uma vez que novos aspectos podem ser inseridos na investigação. Considera-se, ainda, que, nesse processo, quanto mais inclusivas forem as propriedades da medida de acessibilidade, mais viável será a medida. Assim, os pré-requisitos desejáveis são:

- a. O método que dá origem à medida de acessibilidade deve apresentar um quadro de representação para as relações entre os componentes de

acessibilidade: uso do solo, sistema de transporte, componentes temporal e individual.

- b. A medida de acessibilidade é sempre positiva, sendo nula apenas se o indivíduo (ou grupo de indivíduos) tiver habilidades ou capacidades insuficientes para usar qualquer modo do sistema de transporte ou para participar da atividade.
- c. O aumento do nível de serviço de determinado modo de transporte (isto é, a melhoria do tempo de viagem ou a redução de custos e esforço) acarretará aumento da acessibilidade às atividades desempenhadas nessa área ou em pontos específicos dela (GEURS; VAN WEE, 2004).
- d. Melhorias realizadas em um modo de transporte não devem alterar a acessibilidade a qualquer indivíduo (ou grupo de indivíduos) com habilidades ou capacidades insuficientes para usar esse modo ou para participar da atividade (GEURS; VAN WEE, 2004).
- e. É relevante considerar a escala espacial da acessibilidade: a acessibilidade pessoal (escala espacial baseada em pontos) oferece uma análise em nível individual, em contraste com a acessibilidade local (escala espacial baseada em zona), que fornece uma análise global (média da população).
- f. A acessibilidade deve refletir o papel do aspecto de oferta e demanda (efeito de concorrência).
- g. A acessibilidade deve identificar as limitações que cercam os usuários (ou seja, os limites espaço-temporais das atividades).

A aplicação de critérios em estudos de acessibilidade envolve um nível de detalhamento que pode se tornar complexo, visto que que diversos campos científicos, com diferentes propósitos e estruturas, interessam-se pelo estudo dessa temática (GEURS; VAN WEE, 2004). Ademais, tais critérios podem ter importância para clarificar e validar diferentes tipos de acessibilidade. Implicações da violação de um ou mais desses critérios teóricos devem ser reconhecidas e descritas.

Representação dos componentes da acessibilidade

Além de definir um número desejável de propriedades a serem alcançadas pelas medidas de acessibilidade, torna-se necessário também ramificar o quadro de representação das relações entre seus componentes:

uso do solo, sistema de transportes, variáveis temporais e individuais. Traçar a dinâmica e uma imagem clara da interação entre esses elementos é fundamental para auxiliar pesquisadores e gestores a enfrentar alguns dos problemas de planejamento de transportes urbanos.

Para lidar com essa complexidade, há estudos longitudinais que visam a conceituar a organização e o funcionamento de cada variável da acessibilidade em um contexto sistêmico, posto que hipóteses apropriadas consideram que as teorias têm como objetivo compreender sistemas² (VON BERTALANFFY, 1968). Nessa abordagem, dois componentes básicos são considerados: elementos (ou variáveis) e relações (interações que explicam os fenômenos entre as variáveis). Assim, compreender a natureza das transações entre acessibilidade, uso do solo, sistema de transportes, variáveis temporais e individuais é fundamental para entender a acessibilidade no contexto sistêmico.

Há de se considerar também outra ferramenta metodológica necessária para a construção de teoria baseada em sistemas: o conceito de resolução de problemas. Uma possível forma de esclarecer uma parte crucial da discussão é por meio da utilização desse conceito, mesmo que a abordagem sistêmica e os estudos sobre acessibilidade afirmem que a dinâmica das interações entre os elementos é um mecanismo de transformação (por exemplo, uma variável “x” mais uma variável “y” produz “z”).

Fenômenos urbanos são complexos e exigem uma série de hipóteses simplificadoras. O nível de resolução de problemas parte de (1) problemas simples, descritos por um número limitado de variáveis, para (2) problemas de complexidade organizada, que envolvem lidar simultaneamente com um número considerável de fatores interligados num todo orgânico, e/ou para (3) problemas de complexidade desorganizada, que envolvem um número muito grande de variáveis, as quais podem, ainda, apresentar um comportamento individualmente errático ou serem totalmente desconhecidas.³

² Sistema é definido por Von Bertalanffy (1968) como o conjunto de elementos, na sua totalidade, e as relações entre eles.

³ Mais detalhes sobre problemas simples, organizados e desorganizados no contexto sistêmico são apresentados por Weaver (1961).

A utilização desse mecanismo de transformação, aplicado à dinâmica de interação entre os elementos da acessibilidade, mantém o sistema menos inclusivo e impõe algumas limitações à organização e ao funcionamento de cada elemento. Existem, contudo, alguns problemas substanciais para traduzir tal mecanismo conforme a medição numérica de acessibilidade. Weibull (1980) sugere a existência de uma lacuna entre as definições do conceito e os indicadores numéricos frequentemente utilizados. Portanto, parece apropriado explorar uma abordagem alternativa para compreender os fluxos de interação entre as variáveis nos estudos de acessibilidade.

Quando hipóteses (ou teorias) são construídas, muitas vezes torna-se necessária a inclusão de termos de difícil interpretação. Assim, é preciso definir e especificar o sistema de interesse. Um sistema a partir desse quadro de referência é composto por dois tipos de relações: mecanismo de transformação e interação associativa. O mecanismo de transformação enfatiza o efeito produzido pela combinação das variáveis e a tradução dessa combinação para a medição numérica de acessibilidade. De acordo com essa abordagem, todas as variáveis (uso do solo, sistema de transportes, componentes temporais e individuais) devem ser incluídas na formulação matemática da medida de acessibilidade e, como mencionado anteriormente, existem alguns problemas substanciais para traduzir esse mecanismo nas estratégias de medição. A interação associativa também se refere ao efeito produzido pela combinação das variáveis da acessibilidade. Esse efeito, contudo, não está diretamente relacionado à medição numérica de acessibilidade, não sendo, por isso, formalizado em termos matemáticos.

Embora alguns estudos representem o fluxo de interação entre variáveis (e entre acessibilidade e as próprias variáveis) por meio de efeitos diretos e indiretos, são desconhecidos estudos que considerem essa interação no contexto de sistemas. Por essa razão, pode ser oportuno utilizar o conceito de sistema (caracterizado pelas abordagens de transformação e de associação) para explicar o fluxo de interação. Ressalta-se que,

apesar de o mecanismo de transformação empregar a medição da acessibilidade, pouco se sabe sobre como viabilizar a realização da análise matemática, uma vez que existem muitos aspectos a serem ponderados. Além disso, no que tange às hipóteses simplificadoras, a abordagem do processo associativo impõe algumas limitações à interpretação dos resultados.

Com o intuito de minimizar os problemas dos estudos sobre acessibilidade, este capítulo propõe-se a apresentar subsídios teóricos para a medição numérica de componentes da acessibilidade (variáveis individuais e recursos do sistema de transportes), bem como para a análise do efeito de outras variáveis na mensuração (uso do solo e variável temporal). Para alcançar esse propósito, o planejador/pesquisador pode, por exemplo, utilizar uma perspectiva individual de tempo médio de viagem por meio dos modos disponíveis para chegar a potenciais destinos (processo de transformação), considerando o aspecto de oferta e demanda e os limites espaço-temporais das atividades, como a própria medida de acessibilidade (processo associativo). Esse exemplo evidencia a possibilidade de utilizar a abordagem aqui proposta, considerando as relações de transformação (e associativas) entre os elementos do sistema de acessibilidade.

Cabe enfatizar que os aspectos matemáticos da medida não são apresentados neste estudo, cujo enfoque são os aspectos conceituais. No entanto, a medida numérica da acessibilidade deve orientar o desenvolvimento de medidas internamente consistentes, levando em consideração a situação comportamental analisada. Estruturas axiomáticas para a formulação de medidas de acessibilidade são apresentadas por Weibull (1976, 1980) e devem ser consideradas na construção adequada dessas medidas.

Dados exigidos para se desenvolver medidas de acessibilidade

Quanto mais complexa é a medida de acessibilidade, maior detalhamento é solicitado, em termos de apresentação das informações numéricas. Para a construção de teorias e medidas de acessibilidade, é necessário

encontrar o equilíbrio entre a base teórica e os dados disponíveis. De acordo com a base teórica anteriormente mencionada, as medidas são estimadas utilizando informações a partir de quatro conjuntos de dados (os componentes de acessibilidade): uso do solo, sistema de transportes, componentes temporais e individuais. O tipo e o detalhe de informação de cada grupo baseiam-se no âmbito de análise dos estudos de acessibilidade.

Interpretabilidade

Uma medida de acessibilidade deve apresentar informações de maneira compreensível e útil, de modo que pesquisadores, planejadores e formuladores de políticas públicas sejam capazes de compreendê-la e interpretá-la. Caso não atenda a essa premissa, a medida provavelmente não alcançará a funcionalidade esperada: ser uma ferramenta para auxiliar os atores envolvidos no planejamento e na implantação de estratégias para lidar com alguns dos problemas de planejamento urbano.

UM PANORAMA DAS MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE

As medidas de acessibilidade podem ser classificadas em cinco grupos distintos: (1) infraestrutura, (2) localização, (3) gravidade, (4) espaço-tempo e (5) utilidade. A cada um desses grupos podem ser aplicados os critérios referentes à base teórica norteadora, aos requisitos de dados e à interpretabilidade para a avaliação das diferentes medidas propostas. Neste estudo, são enfatizados aspectos conceituais, em detrimento de atributos numéricos ou aplicados.

Medidas de acessibilidade baseadas em infraestrutura

Este grupo diz respeito às medidas que expressam a acessibilidade como o desempenho ou serviço prestado pela infraestrutura de transporte. Vários indicadores são usados para descrever o funcionamento do sistema de transportes, tais como tempo de viagem, congestionamento e velocidade de operação da rede rodoviária, número de assentos disponíveis em sistemas de trânsito e número de linhas de trânsito por área.

Medidas de acessibilidade baseadas na localização

As medidas de acessibilidade deste grupo descrevem a separação espacial entre os locais de abastecimento e os locais de demanda. A depender da forma como a separação espacial e as atividades são consideradas, essas medidas são diferenciadas em três tipos: (1) medida de separação espacial, (2) medida de linhas de contorno e (3) medida potencial.

MEDIDA DE SEPARAÇÃO ESPACIAL

Medidas espaciais simples de distância, como distâncias de linha reta ou tempo de viagem em rede, são apenas aproximações principais para uma avaliação mais complexa de separação espacial sob restrições no espaço relativo. Com base na visão de acessibilidade como a superação de uma separação espacial (tempo e/ou distância), Ingram (1971) introduziu duas formas subsidiárias para essa separação: a acessibilidade relativa (o grau em que dois lugares ou pontos na superfície estão conectados), representada pela equação (1), e a acessibilidade integral (o grau de interseção de todos os outros pontos dentro dos limites espaciais), representada pela equação (2):

$$A_{ij}^{Relativa} = d_{ij} \quad (1)$$

$$A_i^{Integral} = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \quad (2)$$

Em que:

$A_{ij}^{Relativa} = d_{ij}$ é a acessibilidade relativa;

$A_i^{Integral} = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n}$ é a acessibilidade integral;

$f(c_{ij}) =$ a distância ou o tempo de viagem da origem i para o destino j .

MEDIDA DE LINHAS DE CONTORNO

Esta medida expressa a acessibilidade em termos do número de atividades que podem ser realizadas em determinada distância, tempo de viagem ou custo generalizado, conforme indicado na equação (3):

$$A_i = \sum_j W_j \cdot f(c_{ij}) \quad (3)$$

Em que:

W_j = número de atividades (número de ofertas de emprego, número de lojas etc.) na zona j ;

$f(c_{ij})$ = medida de impedância entre i e j .

Para $f(c_{ij}) = 1$ se $c_{ij} \leq C$ (completamente acessível), e $f(c_{ij}) = 0$ se $c_{ij} > C$ (não é acessível), em que C é o limite da medida de contorno.

MEDIDA POTENCIAL

Introduzida por Hansen (1959), esta medida representa as oportunidades potenciais de interação (entre a atividade e o esforço para realizá-la). É expressa pela equação (4):

$$A_i = \sum_j W_j \cdot d_{ij}^\alpha \quad (4)$$

Em que:

W_j = número de atividades (número de empregos, comércio etc.) na zona j ;

d_{ij} = distância entre i e j ;

α = expoente que descreve o efeito da distância entre as zonas.

Uma abordagem geral para a formulação de Hansen é apresentada na equação (5), que se assemelha à equação 3, porém considera a função $f(c_{ij})$ como o custo generalizado entre as zonas:

$$A_i = \sum_j W_j \cdot f(c_{ij}) \quad (5)$$

Em que:

$f(c_{ij})$ = custo generalizado.

Diversas funções de impedância $f(c_{ij})$ são utilizadas nos estudos de acessibilidade: função de energia negativa, função exponencial negativa, versão modificada da função normal (ou de Gaus) e função (log) logística modificada.

PROGRESSO DAS MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE BASEADAS NA LOCALIZAÇÃO

As medidas de localização (medidas potenciais) destinam-se a lidar com situações em que o equilíbrio da oferta e da demanda foi ultrapassado pela realidade (por exemplo, os trabalhadores têm de competir por empregos ou as empresas têm de competir por funcionários). A abordagem desenvolvida por Weibull (1976) e Van Wee, Hagoort e Annema (2001) representa esse esforço.

Weibull (1976) propôs uma medida de acessibilidade – disposta na equação (6) –, considerando a competição no mercado de trabalho como uma relação entre oferta e demanda (o que pode ser alcançado em determinada distância ou tempo de viagem), visualizada na equação (7):

$$A_i = \sum_{j=1}^n f(d_{ij}) \cdot \frac{W_j}{e_j} \tag{6}$$

$$e_i = \sum_{k=1}^n f'(d_{kj}) \cdot h_k \tag{7}$$

Em que:

A_i = acessibilidade da zona i;

f(d_{ij}) = distância (ou o tempo de viagem) entre i e j;

W_j = número de atividades na zona j;

e_j = potencial de demanda por atividade em j;

f'(d_{kj}) = distância ou o tempo de viagem entre k e j;

h_k = número de trabalhadores na zona k (zonas que podem ser acessadas dentro de uma determinada distância, tempo de viagem ou custos generalizados).

Em outra abordagem, desenvolvida por Van Wee, Hagoort e Annema (2001), a medida é descrita como um produto entre um componente de volume (uma medida de contorno) e um fator de competição:

$$A_{i(t \leq t_{\max})} = A_{i(t \leq t_{\max})}^0 \cdot e_{i(t \leq t_{\max})} \tag{8}$$

$$A_{i(t \leq t_{\max})}^0 = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{W_j}{t_{ij}^\alpha} \tag{9}$$

$$e_{i(t \leq t_{max})} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{W_k \times L_{fk}}{t_{jk}^\alpha} \right)}{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{L_{fk}}{t_{jk}^\alpha} \right)} \quad (10)$$

$$A_{Jobs_i(T \leq T_{max})} = \sum_{j=1}^{j=n} \left(\frac{W_j}{t_{ij}^\alpha} \right) \times \frac{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{W_k \times L_{fk}}{t_{jk}^\alpha} \right)}{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{L_{fk}}{t_{jk}^\alpha} \right)} \quad (11)$$

Em que:

= acessibilidade a empregos em um determinado período de tempo (t), em um limite máximo de tempo de viagem (t_{max}), incluindo competição;

= acessibilidade em um determinado período de tempo (t), em um limite máximo de tempo de viagem (t_{max}), sem competição;

= fator de competição em um determinado período de tempo (t), em um limite máximo de tempo de viagem (t_{max});

i = zona de origem;

j = zonas de destino que podem ser acessadas a partir de i, de acordo com o tempo de viagem determinado (t), em um limite máximo de tempo de viagem (t_{max});

k = zonas de demanda que podem ser alcançadas a partir de j, em um limite máximo de tempo de viagem;

W_j e W_k = número de atividades nas zonas j e k;

L_{fk} = tamanho do mercado de trabalho na zona k;

α = fatores restritivos do tempo de viagem entre as zonas.

Medidas de acessibilidade baseadas na entropia

As medidas relacionadas neste grupo baseiam-se no fator de equilíbrio do modelo gravitacional de restrição (única ou dupla). Wilson (1967), em um modelo gravitacional duplamente restrito representado pela equação (12), chamou o denominador do fator de equilíbrio para o total das origens de viagem na zona i como uma medida de acessibilidade, indicada na equação (15):

$$T_{ij} = A'_i \cdot O_i \cdot B_j \cdot D_j \cdot e^{-\beta \cdot c_{ij}} \quad (12)$$

$$A'_i = \left(\sum_j B_j \cdot D_j \cdot e^{-\beta \cdot c_{ij}} \right)^{-1} \quad (13)$$

$$B_j = \left(\sum_i A_i \cdot O_i \cdot e^{-\beta \cdot c_{ij}} \right)^{-1} \quad (14)$$

$$A = \frac{1}{A'_i} = \sum_j B_j \cdot D_j \cdot e^{-\beta \cdot c_{ij}} \quad (15)$$

Em que:

T_{ij} = número de viagens entre as zonas i e j ;

O_i = total de origens de viagem na zona i ;

D_j = total de destinos de viagem na zona j ;

c_{ij} = impedância entre as zonas i e j ;

A'_i = fator de equilíbrio das origens de viagem na zona i ;

B_j = fator de equilíbrio dos destinos de viagem na zona j ;

β = fator restritivo da impedância entre as zonas i e j ;

A = acessibilidade de todos às oportunidades na zona j .

Thomas (1977) considera que a acessibilidade à zona j pode ser representada por B_j , apresentado na equação (14). Fortheringham (1983) aborda a situação dos destinos concorrentes em uma estrutura espacial (competição entre destinos). Nessa abordagem, a acessibilidade é descrita pela medida potencial do destino j para todos os outros destinos disponíveis à origem i , de acordo com a percepção dos residentes da origem i .

O pressuposto subjacente é um processo de decisão de dois passos: inicialmente, o tomador de decisão escolhe uma região mais ampla e, em seguida, escolhe uma alternativa dentro dessa região. Portanto, a utilidade de cada alternativa é impactada pelo número de alternativas na mesma região. Com um número crescente de alternativas, a probabilidade de reconhecimento e, por conseguinte, de escolha de cada uma delas diminui. Este é o modelo de restrição única de Fortheringham:

$$T_{ij} = Z_i O_i W_j A_{ij}^{\delta_i} d_{ij}^{\beta_i} \quad (16)$$

$$Z_i = \left(\sum_{j=1}^n W_j A_{ij}^{\delta_i} d_{ij}^{\beta_i} \right)^{-1} \quad (17)$$

$$A_{ij} = \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq i, k \neq j)}}^n W_k d_{jk}^{\sigma_i} \quad (18)$$

E este é o modelo de restrição dupla de Fortheringham:

$$T_{ij} = Z_i O_i B_j D_j A_{ij}^{\delta_i} d_{ij}^{\beta_i} \quad (19)$$

$$Z_i = \left(\sum_{j=1}^w B_j D_j A_{ij}^{\delta_i} d_{ij}^{\beta_i} \right)^{-1} \quad (20)$$

$$B_j = \left(\sum_{i=1}^m Z_i O_i A_{ij}^{\delta_i} d_{ij}^{\beta_i} \right)^{-1} \quad (21)$$

$$A_{ij} = \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq i, k \neq j)}}^l W_k d_{jk}^{\sigma_i} \quad (22)$$

Em que:

T_{ij} = número de viagens entre as zonas i e j ;

O_i = total de origens de viagem tem i ;

D_j = total de destinos de viagem em j ;

A_{ij} = acessibilidade do destino j para todos os outros destinos disponíveis para a origem i , de acordo com a percepção dos residentes da origem i ;

d_{ij} e d_{jk} = impedância da viagem entre i e j e entre k e j ;

Z_i = fator de equilíbrio para as origens de viagem em i ;

B_j = fator de equilíbrio para os destinos em j ;

W_j e W_k = número de atividades nas zonas j e k ;

σ_i = importância da distância na acessibilidade;

β_i = fator restritivo da impedância entre i e j ;

δ_i = importância da acessibilidade nas interações espaciais.

Fortheringham (1983) considera que, se cada centro no sistema espacial sob investigação é tanto uma origem quanto um destino e o conjunto de tal centro é uma boa aproximação do conjunto total, então uma aproximação para a definição de A_{ij} , dada pela equação (23), é:

$$A_{ij} \approx \sum_{\substack{k=1 \\ (k=1, k \neq j)}}^m W_k d_{kj}^{\sigma_i} \quad (23)$$

Outra aproximação pode ser realizada se σ_i for considerada equivalente a todas as origens i :

$$A_{ij} \approx A_j = \sum_{\substack{k=1 \\ (k=1, k \neq j)}}^m W_k d_{kj}^{\sigma} \quad (24)$$

Medidas de acessibilidade baseadas no espaço-tempo

A acessibilidade baseada em espaço-tempo refere-se às restrições físicas e temporais no comportamento do indivíduo e está fundamentada na teoria do tempo geográfico de Hägerstrand (1970). O pressuposto subjacente a essa abordagem é o prisma espaço-tempo, ou seja, o conjunto de locais no espaço-tempo que são acessíveis a um indivíduo, considerando as localizações e as durações das atividades fixas (obrigatórias), um orçamento de tempo para a participação em atividades flexíveis (discricionárias) e a velocidade de deslocamento permitido pelo sistema de transporte (HÄGERSTRAND, 1970). Esses aspectos identificam o espaço de atividade viável para um indivíduo com um determinado conjunto de restrições de espaço-tempo e podem ser considerados medidas de acessibilidade em si.

Miller (1999) propôs três abordagens complementares, derivando-as de medidas de acessibilidade espaço-temporal e como benefício. A primeira forma (A_1), representada pela equação (25), é interpretada como uma avaliação do benefício do prisma espaço-tempo, baseada no *trade-off* entre custo e benefício. A ideia básica é a de que a medida de acessibilidade seja um indicador que expresse os benefícios tanto do sistema de transporte quanto do uso do solo. A segunda forma (A_2), demonstrada nas equações (26) e (27), interpreta a acessibilidade como um benefício relativo de um local e os demais na mesma cobertura espacial. A terceira e última forma (A_3), apresentada na equação (28), também considera a acessibilidade como um benefício, porém objetiva a maximização desse benefício em um mesmo prisma espaço-tempo.

$$A_1 = \frac{1}{\mu} \cdot \ln \sum_{j=1}^m e^{W_j^\alpha \cdot T_j^\beta \cdot s^{-\mu \cdot t_j}} \quad (25)$$

$$A_2 = \sum_{j=1}^m b_k \quad (26)$$

$$b_k = \begin{cases} 0 & \text{se } a_k=0 \text{ ou } T_k \leq 0 \\ e^{\left[\mu \cdot \left(\frac{\alpha}{\mu} \cdot \ln a_k + \frac{\beta}{\mu} \cdot \ln T_k - t_k \right) \right]} & \end{cases} \quad (27)$$

$$A_3 = \max_k [b_k] \quad (28)$$

Onde:

μ = restrições do tempo de viagem entre i e j ;

W_j = nível de atividade em j ;

α = parâmetro de calibração para o nível de atividade em j ;

T_j = tempo disponível para a participação na atividade (provisão de tempo);

β = parâmetro de calibração para o tempo disponível para a participação na atividade;

t_j = tempo de viagem entre i e j ;

m = locais de abastecimento no prisma espaço-tempo.

Medidas de acessibilidade baseadas na maximização da utilidade

Essas medidas baseiam-se na teoria da utilidade aleatória, que considera a medida como o resultado de uma operação em um conjunto de alternativas de viagens (destino ou modo de destino), em que o indivíduo maximiza sua escolha (BEN-AKIVA; LERMAN, 1979). Nesse aspecto, a acessibilidade está diretamente relacionada aos processos de tomada de decisão do indivíduo sobre a viagem e representa o valor esperado de um conjunto de alternativas de viagens (DONG *et al.*, 2006).

Segundo essa abordagem, o estudo do comportamento de escolha é descrito pelos objetos e conjuntos de alternativas disponíveis para os tomadores de decisão, os atributos observados dos decisores e o modelo de escolha individual e distribuição dos padrões de comportamento da população (MCFADDEN, 1973). O processo de escolha é considerado um resultado da troca do indivíduo entre um vetor de atributos avaliados por ele e as vantagens percebidas em cada decisão alternativa.

À luz do referencial teórico mencionado, Ben-Akiva e Lerman (1979) desenvolveram a medida de acessibilidade baseada na utilidade. Para modelos Multinomial Logit (escolha do destino), a utilidade máxima esperada por um indivíduo, alcançada a partir de um conjunto de alternativas, pode ser expressa como na equação (29):

$$A_n = E_{i \in C_n} (max U_{in}) = \frac{1}{\mu} \cdot \ln \sum_{i \in C_n} e^{\mu \cdot V_{in}} \quad (29)$$

Em que:

V_{in} = componente sistemático da função utilidade U_{in} para o indivíduo n , escolhendo a alternativa i a partir do conjunto de escolhas C_n ;

μ = coeficiente escalar.

Para o modelo mais geral (logit hierárquico), a utilidade máxima esperada é também o logsum, mas é calculado o nível mais elevado do modelo, que inclui em si os logsum dos níveis mais baixos (DONG *et al.*, 2006). Essa medida também pode ser relacionada à teoria microeconômica do excedente do consumidor. Porém, antes das comparações entre os indivíduos, a medida deve ser normalizada, garantindo que ambas as escalas e condições de nivelamento sejam satisfeitas.

Recentes avanços em estudos sobre acessibilidade baseada em utilidade apontam para a inclusão das teorias do espaço-tempo e da viagem baseada em atividades. Na primeira teoria, descrita na seção anterior, as medidas de espaço-tempo explicam fenômenos de acessibilidade na estrutura analítica das funções de utilidade. Na segunda teoria, descrita por Dong *et al.* (2006), a acessibilidade é medida em todas as atividades em que um indivíduo se engaja, incorporando restrições, como programação, e características da viagem, como o encadeamento.

A AVALIAÇÃO DOS GRUPOS DE MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE

Conforme exposto anteriormente, a abordagem de análise das medidas de acessibilidade aqui proposta considera, de maneira conceitual, se um conjunto de critérios relevantes é atendido ou não em cada medida avaliada. Esses critérios incluem base teórica norteadora, requisitos de dados e interpretabilidade.

Uma visão geral dos componentes para cada grupo de medidas de acessibilidade está apresentada no Quadro 1.

QUADRO 1

RELAÇÃO ENTRE GRUPOS DE MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE E COMPONENTES DA ACESSIBILIDADE

GRUPOS DE MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE	COMPONENTES DA ACESSIBILIDADE			
	USO DO SOLO	SISTEMA DE TRANSPORTE	COMPONENTE TEMPORAL	COMPONENTE INDIVIDUAL
Infraestrutura	–	Velocidade da viagem Horas perdidas no congestionamento	Período de pico Período de 24 horas	–
Localização	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico	–
Gravidade	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico	–
Espaço-tempo	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Restrições temporais das atividades e tempo disponível para as atividades	Nível individual de análise
Utilidade	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico (tempos de viagem individuais)	Nível individual de análise

A análise dos grupos de medidas de acessibilidade, de acordo com a base teórica norteadora, por ser visualizada na Tabela 1.

TABELA 1

ANÁLISE DAS MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE DE ACORDO COM A BASE TEÓRICA

MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE	PROPRIEDADES DESEJADAS ⁴						ESTRUTURA DOS COMPONENTES DA ACESSIBILIDADE ⁵			
	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	USO DO SOLO	SISTEMA DE TRANSPORTES	TEMPORAL	INDIVIDUAL
Infraestrutura	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1
Localização	Separação espacial	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1
	Contorno	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	-1
	Potencial	1	1	-1	-1	0	-1	0	0	-1
Gravidade	1	1	1	-1	-1	0	-1	0	0	0
Espaço-tempo		1	1	1	1	-1	1	1	1	1
Utilidade		1	1	1	1	-1	-1	1	1	1

Legenda: Considerar: 1 = critério satisfeito; 0 = critério moderadamente satisfeito; -1 = critério não satisfeito.

⁴ As seis propriedades desejadas estão dispostas na seção 2.2, itens de (b) a (g).

⁵ Representação das relações entre os elementos da acessibilidade.

Por fim, a análise dos grupos de medidas de acessibilidade, conforme os pré-requisitos de dados e a facilidade de interpretação, pode ser observada na Tabela 2.

TABELA 2
ANÁLISE DAS MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE COM BASE NOS PRÉ-REQUISITOS DOS DADOS E NA INTERPRETABILIDADE

MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE	PRÉ-REQUISITOS DE DADOS ⁶				INTERPRETABILIDADE ⁷	
	USO DO SOLO	SISTEMA DE TRANSPORTES	TEMPORAL	INDIVIDUAL		
Infraestrutura	-1	1	-1	-1	1	
Localização	Separação espacial	1	1	1	-1	1
	Contorno	1	1	1	-1	1
	Potencial	1	1	1	-1	1
Gravidade	1	1	1	-1	-1	
Espaço-tempo	-1	0	-1	0	-1	
Utilidade	1	0	0	0	-1	

DISCUSSÃO

A acessibilidade deve ser estruturada de acordo com uma ampla gama de exigências feitas por uma base teórica norteadora (incluindo o quadro de representação para os componentes de acessibilidade), dados, aplicação e interpretabilidade para pesquisadores e formuladores de políticas. Neste capítulo, propõe-se um método de enquadramento para apresentar as condições necessárias e suficientes para a validade da medição da acessibilidade. Aspectos da representação teórica de distintas abordagens utilizadas nos estudos de acessibilidade foram investigados, definindo critérios aplicados para analisar esse tema na literatura.

A abordagem apresentada pode servir de base para a medição precisa e a modelagem da acessibilidade de modo a viabilizar a funcionalidade

⁶ 1 = disponibilidade fácil; 0 = disponibilidade moderada; -1 = disponibilidade escassa ou critério não se aplica.

⁷ 1 = interpretação fácil; 0 = interpretação moderada; -1 = interpretação difícil.

esperada (isto é, ser uma ferramenta para ajudar os pesquisadores e formuladores de políticas a lidar com alguns dos problemas de planejamento urbano). Identifica-se a possibilidade de utilização de outras abordagens, diferentes da desenvolvida neste trabalho, para representar e interpretar as relações entre os elementos e a acessibilidade, bem como as relações entre os próprios elementos.

Medidas de infraestrutura e localização indicam deficiências na base teórica (propriedades desejáveis: inclusão de duas entre seis propriedades e estrutura de representação dos componentes de acessibilidade). Essas deficiências podem ser vistas como limitações para a resolução de alguns problemas de planejamento urbano.

Medidas de gravidade refletem mais o aspecto de calibração de modelos de interação para distribuições das viagens, em vez da interação entre os componentes de acessibilidade. O conceito de acessibilidade de Fortheringham (1983) refere-se à proximidade espacial com o destino ao parecer mais apropriado atingir a situação quando o equilíbrio da oferta e da demanda por atividades é ultrapassado pela realidade.

Avanços recentes nos estudos de acessibilidade apontam para a inclusão de componentes mais individuais nas medidas de acessibilidade espaço-tempo – usando o conceito de prisma espaço-tempo, de acordo com Hägerstrand (1970) –, mas os requisitos de dados e a interpretabilidade dessa medida permanecem como um problema.

Medidas baseadas na utilidade abordam a perspectiva individual e têm a vantagem de calcular o benefício econômico dos atributos de destino. No entanto, essas medidas não são facilmente interpretáveis sem um parâmetro de referência (por exemplo, termos monetários) e são relativamente exigentes em termos de dados necessários. Além disso, elas supõem que a decisão de se envolver em uma atividade só pertence ao indivíduo. De fato, em ambientes altamente competitivos, como o mercado de trabalho, quando a oferta de emprego é insuficiente para a demanda, o indivíduo é obrigado a se inserir onde a atividade está disponível. Em alguns casos, contudo, a decisão do emprego pertence mais ao empregador

do que ao trabalhador. Ressalta-se que a maioria dos estudos sobre medidas baseadas na utilidade falha ao não considerar a concorrência por oportunidades de emprego, o que parece ser um problema para o desenvolvimento de medidas de acessibilidade mais realistas.

Medidas de localização são moderadamente menos exigentes em dados e mais fáceis de serem interpretadas por pesquisadores e formuladores de políticas. No entanto, as medidas espaciais simples, como distâncias ou tempo de viagem (aproximações principais para uma avaliação mais complexa da separação espacial sob restrições no espaço relativo), representam uma ligação entre acessibilidade e estudos de demanda de viagens urbanas em modelos de interação espacial, revelando, portanto, uma compreensão das respostas comportamentais à separação espacial entre os locais de abastecimento e os locais de demanda.

Os problemas nas medidas espaciais – falta de percepção individual, de um quadro de representação de componentes e de concorrência para oportunidades – podem ser superados, associando a perspectiva individual aos recursos oferecidos por sistemas de informação geográfica, a uma diversa estrutura de relacionamento entre os componentes e à delimitação do espaço potencial de ação em que as oportunidades podem ser acessadas (conceitos de prisma espaço-tempo e competição por oportunidades). Tendo em vista a existência de muitos problemas de pesquisa vinculados ao uso da acessibilidade no contexto de modelos de localização, espera-se que a abordagem apresentada neste capítulo possa estimular a realização de mais investigações sobre o tema.

REFERÊNCIAS

BEN-AKIVA, M.; LERMAN, Steven R. Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: HENSHER, David A.; SOPHER, Peter R. (ed.). *Behavioural travel modelling*. Andover, Hants: Croom Helm, 1979. p. 654-679.

BURNS, Lawrence D.; GOLOB, Thomas F. The role of accessibility in basic transportation choice behavior. *Transportation*, New York, v. 5, p. 175-198, 1976.

- DONG, Xiaojing *et al.* Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 40, n. 2, p.163-180, 2006.
- FORTHERINGHAM, Alexander S. A new set of spatial interaction models: the theory of competing destinations. *Environment and Planning A*, Thousand Oaks, v. 15, n. 1, p.15-36, 1983.
- GEURS, Karst T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 12, n. 2, p.127-140, 2004.
- HÄGERSTRAND, Torsten. What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, New York, v. 24, p.7-21, 1970.
- HANSEN, Walter G. How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners*, London, v. 25, n. 1, p.73-76, 1959.
- INGRAM, David R. The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies*, London, v. 5, n. 2, p. 101-107, 1971.
- KWAN, Mei-Po *et al.* Recent advances in accessibility research: representation, methodology and applications. *Journal of Geographical Systems*, New York, v. 5, p. 129-138, 2003.
- MCFADDEN, Daniel. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: ZAREMKA, Paul (ed.). *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press, 1973. p. 105-142.
- MILLER, Harvey J. Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: basic theory and computational procedures. *Geographical Analysis*, Hoboken, v. 31, n. 2, p. 187-212, 1999.
- STRAATEMEIER, Thomas. How to plan for regional accessibility? *Transport Policy*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p.127-137, 2008.
- THOMAS, Richard S. An interpretation of the journey to work on Merseyside using entropy-maximizing methods. *Environment and Planning A*, Thousand Oaks, v. 9, n. 7, p. 817-834, 1977.
- VAN WEE, Bert; HAGOORT, Michel; ANNEMA, Jan Anne. Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 199-208, 2001.
- VON BERTALANFFY, Ludwig. *General systems theory: foundation, development and applications*. New York: George Braziller, 1968.
- WEAVER, Warren. A quarter century in the natural sciences. *Public Health Report*, Rockville, v. 76, n. 1, p. 57-66, 1961.

WEIBULL, Jörgen W. An axiomatic approach to the measurement of accessibility. *Regional Science and Urban Economics*, Amsterdam, v. 6, n. 4, p.357-379, 1976.

WEIBULL, Jörgen W. On the numerical measurement of accessibility. *Environment and Planning A*, Thousand Oaks, v. 12, n. 1, p.53-67, 1980.

WILSON, Alan G. A statistical theory of spatial distribution models. *Transportation Research*, Amsterdam, v. 1, n. 3, p. 253-269, 1967.



HÁBITO E COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES¹

FÁBIO DE CRISTO

INTRODUÇÃO

As intervenções no trânsito e no transporte têm a finalidade de modificar atitudes e comportamentos indesejados ou perigosos dos seus usuários (motoristas, pedestres e ciclistas) ou de estimular e manter comportamentos que são seguros ou preservam o meio ambiente. Por exemplo, a cobrança de taxas para circular com o automóvel (em dias, horários ou em locais específicos) objetiva desincentivar o tráfego de veículos, contribuindo para diminuir a poluição e o barulho; a sinalização viária, por sua vez, tenta informar o motorista e favorecer a direção segura; a fiscalização busca verificar se os usuários da via estão se comportando conforme as normas de trânsito, tornando-o mais organizado. Com o objetivo de colaborar com as intervenções na área de trânsito e transporte, abordarei neste capítulo um conceito psicológico (ou construto, como também chamamos na psicologia) que tem demonstrado grande utilidade prática para mudar, promover ou manter comportamentos: o hábito.

Na primeira seção, apresentarei o que é hábito e suas características, assim como indicarei alguns instrumentos e formas de medi-lo psicologicamente. Como exemplo das pesquisas realizadas no Brasil,

¹ Agradecimentos ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida ao autor à época da elaboração deste trabalho e aos editores pelas sugestões oferecidas na versão preliminar do capítulo.

relatarei um estudo em que tentei obter evidências de validade de um instrumento para mensurar o hábito de usar automóvel. A validade é um critério usado na construção de instrumentos psicológicos que busca obter informações empíricas de que o instrumento mede, de fato, o que se propõe a medir (PASQUALI, 2009). Ao final do capítulo, discutirei algumas implicações para a intervenção, especificamente no comportamento de viagem, sob a perspectiva do hábito.

Conceito de hábito e suas características

Contarei a seguir três pequenas histórias na expectativa de ilustrar a ocorrência de comportamentos repetidos no cotidiano do trânsito e do transporte que podem tornar-se habituais. Começo com a história de Francisco, um senhor responsável e que trabalha há anos no mesmo emprego. *Diariamente*, ele dirige até o seu serviço *pela mesma via* cujo limite máximo, até pouco tempo, era 80 km/h. Certo dia, foi multado por excesso de velocidade, embora dirigisse na velocidade costumeira. Ele não percebeu as modificações da sinalização que informavam o novo limite máximo: 60 km/h.

A segunda história é de Kelly, uma motorista cautelosa. Apesar dessa característica, costuma dirigir com o pé esquerdo em cima do pedal de embreagem, o que pode ser perigoso. Quando é preciso frear, ela pisa, simultaneamente, na embreagem (o que dá mais velocidade ao veículo) e no freio (sobrecarregando as pastilhas), dificultando o controle. Esse comportamento é desaconselhado pelo seu marido, que a orienta frequentemente. Segundo Kelly, ela faz isso *sem querer*.

Finalmente, a terceira história é a de Abílio, um jovem universitário. O carro lhe pareceu sempre a alternativa mais *fácil* e útil para ir aos compromissos. Um dia, o carro enguiçou na garagem quando estava de saída para a universidade. Tentou consertá-lo durante uma hora até desistir completamente. Nisso, perdeu a reunião. Ele *não lembrou* que havia uma parada de ônibus perto dali (aproximadamente 10 minutos a pé) e que também poderia ir caminhando até seu compromisso (aproximadamente 45 minutos).

O que une as histórias dessas pessoas? Uma resposta é que as tarefas desses três motoristas se tornaram, em alguma medida, um hábito,

dificultando perceber situações novas ou outras possibilidades de se comportar e, conseqüentemente, impedindo-os de mudar. As histórias ilustram que, por mais que as pessoas queiram se comportar de determinada forma (intenção), não raro parece haver *algo* capaz de nos manter presos a determinados padrões de conduta que repetimos ao longo do tempo, padrões esses que se tornaram mais ou menos fixos e dificultam qualquer mudança, apesar das nossas melhores intenções de mudar e das recomendações que nos são feitas (NEAL; WOOD; QUINN, 2006). Mas que *algo* é esse? O hábito pode ser uma resposta.

Hábito é um comportamento aprendido que, após ser *repetido várias vezes*, torna-se *automático*, isto é, com pouca ou nenhuma deliberação do indivíduo (VERPLANKEN; AARTS, 1999). Em alguns casos, a presença de alguns estímulos é suficiente para que o automatismo apareça (sentar no banco do veículo e logo colocar o cinto de segurança; entrar sem perceber – erradamente – na rua que você anda todo dia para o trabalho quando, de fato, você estava indo para outro destino). Esses automatismos são importantes, pois são úteis para obtermos algum resultado ou objetivo sem ter de tomarmos novas decisões o tempo todo e por aliviar nosso esforço cognitivo de ponderar sempre os prós e contras nas mais diversas situações (VERPLANKEN; AARTS, 1999).

As três histórias apresentadas anteriormente ilustram, dessa maneira, as características do hábito, conforme a definição indicada acima. A história de Francisco revela a repetição do comportamento, realizado no mesmo contexto, sendo um pilar fundamental para caracterizar o hábito. Kelly, por sua vez, exemplifica sua natureza automática, isto é, a ação que ocorre sem que o indivíduo se dê conta ou sem que ele perceba completamente. Abílio, finalmente, representa o terceiro pilar que compõe o hábito, a funcionalidade, cujo significado, nesse caso, é não pensar muito a respeito dos prós e contras de usar o carro *versus* o transporte público.

O hábito não é um conceito recente (HULL, 1943; JAMES, 1913), mas tem sido bastante pesquisado nos últimos vinte anos, sendo aplicado em vários contextos e comportamentos, como comer comidas saudáveis,

fazer atividade física, poupar dinheiro, usar o cinto de segurança, escolher um transporte (HONKANEN; OLSEN; VERPLANKEN, 2005; LOIBL; KRAYBILL; DEMAY, 2011; VERPLANKEN; MELKEVIK, 2008). Um dos primeiros modelos teóricos na psicologia social que incorporou explicitamente o hábito foi o modelo da relação atitude-comportamento de Triandis (1980). De acordo com esse autor, quando o comportamento é novo, ou seja, quando foi recentemente incorporado no repertório comportamental ou não é realizado constantemente em determinada situação, a intenção explica mais o comportamento. Contudo, quando este é bem aprendido ou tem ocorrido com frequência suficiente, o hábito terá maior poder explicativo.

Existem na literatura várias evidências desse processo. Por exemplo, Verplanken, Aarts e Van Knippenberg (1997) realizaram estudo experimental com base no modelo de Triandis, e sua conclusão é que o hábito afeta a maneira como buscamos informação para fazer nossas escolhas. Os resultados indicaram que os participantes com hábito forte de usar a bicicleta selecionaram consistentemente menos informação para sua viagem do que as pessoas com hábito fraco de usar aquele transporte. Existem, ainda, evidências da influência do hábito no comportamento, provenientes de estudos de meta-análise. Segundo Ouellette e Wood (1998), que analisaram conjuntamente os dados de 64 publicações, quando os comportamentos são realizados frequentemente e se tornam habituais, eles são menos guiados pela intenção, e vice-versa. O hábito e a intenção, portanto, parecem interagir na predição de decisões posteriores.

O hábito impacta o comportamento no trânsito e no transporte de várias maneiras. Por exemplo, quando o hábito estiver presente, haverá maior dificuldade para mudarmos o comportamento de viagem, especialmente por meio de propagandas. Isto porque diminui a busca por informação (VERPLANKEN; AARTS; VAN KNIPPENBERG, 1997). Nessa perspectiva, alguns hábitos tornam-se barreiras para adotar comportamentos em prol do meio ambiente (pró-ambientais, como usar transporte público), dificultando o sucesso na implantação de medidas que estimulam alternativas de transportes sustentáveis (AMERICAN PSYCHOLOGICAL

ASSOCIATION, 2009; STEG; VLEK, 2009). Por esse mesmo mecanismo, no contexto da segurança no trânsito, as medidas educativas não terão tanta eficácia contra o comportamento inseguro quando este for habitual (por exemplo, hábito de *não* usar o cinto de segurança). Em função dessas consequências, argumento que as intervenções com base na informação ou na educação podem ter pouca ou nenhuma influência no comportamento quando houver essa habitualidade.

Em síntese, o hábito é um tipo de automaticidade, sendo considerado um fator estável relacionado à pessoa que afeta o processo de tomada de decisão de maneira recorrente. Com isso, as decisões sobre o curso da ação e sua subsequente execução podem ocorrer sem muita deliberação e são, portanto, relativamente independentes de considerações completamente racionais (BARGH, 1994). Uma vez que os hábitos em direção a um comportamento específico são formados, os indivíduos se engajarão minimamente no processamento da informação nas situações estáveis (AARTS; VERPLANKEN; VAN KNIPPENBERG, 1997).

A fim de intervir nos comportamentos habituais, inicialmente, é necessário avaliá-lo. Como saber, afinal, se um comportamento é ou não um hábito? É o que apresentarei na próxima seção.

Formas de medir psicologicamente o hábito

Existem pelo menos três medidas psicológicas que podem ser usadas e são relativamente simples em suas aplicações e análises. Elas podem ser integradas nos questionários de pesquisa e, pela maneira como são mensuradas, permitem análises com estatísticas descritivas (frequência, porcentagem e média) e inferenciais (correlações e testes de hipótese). A escolha por um dos instrumentos ou formas de mensuração descritas a seguir deverá ser feita com base nos objetivos da pesquisa.

(1) *Frequência autorrelatada de comportamento passado*: é a operacionalização mais usada do hábito e também a mais simples. O hábito é considerado apenas um comportamento repetitivo (por exemplo, “quantas vezes você usou ônibus durante a semana passada?”). Apenas um item é usado, por exemplo, para avaliar o hábito de usar um modo de transporte

(KLÖCKNER; MATTHIES; HUNECKE, 2003; VERPLANKEN; MYRBAKK; RUDI, 2005). Essa mensuração, todavia, apresenta problemas. Ela necessita que o participante resgate da memória exemplos de comportamentos passados, sendo que tais lembranças podem não ser confiáveis. Além disso, paradoxalmente, como dito anteriormente, os comportamentos habituais se caracterizam por serem realizados sem muita deliberação. As lembranças, portanto, são propensas a vieses.

(2) *Medida de resposta-frequência do hábito (RF)*: desenvolvida na década de 1990, a partir de um programa de pesquisa sobre a escolha habitual pelo modo de transporte (VERPLANKEN; AARTS; VAN KNIPPENBERG; VAN KNIPPENBERG, 1994). Atualmente, ela tem sido adaptada e usada tanto no contexto do transporte quanto em outros contextos e configura-se em uma alternativa à medida apresentada anteriormente (FUJII; KITAMURA, 2003).

A RF, que mede a força de hábitos gerais, é baseada na noção de que estes são respostas automáticas para estímulos relacionados ao objetivo da viagem. Nesse caso, apresentam-se aos participantes viagens imaginárias com objetivos específicos (“ir à praia com alguns amigos”, “fazer um esporte como uma atividade de lazer”, “fazer compras depois do trabalho”). Durante a aplicação, é solicitado aos participantes, na instrução, que mencionem, *o mais rápido possível*, a opção de transporte que vier à mente (a pé, ônibus, automóvel, trem, bicicleta etc.). A frequência das menções por um modo de transporte, definido como alvo do estudo previamente, serve como medida do hábito geral de escolhê-lo (VERPLANKEN; AARTS; VAN KNIPPENBERG, 1997). O objetivo da instrução (rapidez) é reduzir a oportunidade de as pessoas deliberarem sobre qual transporte usam e, simultaneamente, promover respostas mais automáticas. Todavia, isto nem sempre pode ser garantido e, assim, as respostas podem expressar a intenção, em vez do hábito.

(3) *Índice de Autorrelato da Força do Hábito (IAH)*: escala desenvolvida e testada por Verplanken e Orbell (2003).² Essa medida baseia-se nas

² Ver também Fujii e Gärling (2007).

características que compõem o hábito: a história de repetição do comportamento, a dificuldade de controlá-lo, a falta de consciência, eficiência e identidade. O instrumento é bastante conciso e possui o seguinte enunciado “O comportamento X é algo que...”, em que X representa o comportamento que se quer estudar (usar automóvel). Existem doze itens relacionados ao comportamento habitual, entre eles, “eu faço frequentemente”, “eu faço automaticamente”, “eu faço sem ter que lembrar conscientemente”. A escala de respostas varia de 1 (discordo) a 7 (concordo), de modo que valores mais altos indicam a maior força do hábito.

Apesar dos aspectos positivos já apontados, o IAH também merece todos os cuidados por ser uma medida de autorrelato: deseabilidade social (quando as respostas do indivíduo tendem a ser conforme ao que se espera dele, e não ao que ele pensa de fato) e a avaliação da validade e da precisão das respostas (parâmetros usados na psicologia para identificar as qualidades do instrumento de medida). Além disso, mesmo fragmentando o hábito em componentes para facilitar a reflexão do respondente, a medida pode não representar fielmente o comportamento.

Outro aspecto a ser ressaltado por Verplanken e Orbell (2003) foi a inserção, no instrumento, de uma característica do hábito que parece ser pouco discutida na literatura revisada: a identidade (algumas vezes chamada de estilo pessoal ou autoidentificação). Apesar de ser potencialmente interessante, conforme argumentam os autores do instrumento, não é descrita como uma característica do hábito em outras revisões da literatura (VERPLANKEN; AARTS, 1999; VERPLANKEN; MYRBAKK; RUDI, 2005). Além disso, a variedade na sua denominação pode indicar falta de clareza conceitual a ser superada em outros instrumentos psicológicos.

No Brasil, os primeiros estudos com a RF e o IAH aplicados ao comportamento de viagem estão sendo realizados (SILVA; GÜNTHER, 2012). Na próxima seção, apresentarei resultados preliminares de uma pesquisa (CRISTO, 2013) para ilustrar o processo de validação de uma medida psicológica de hábito.

EVIDÊNCIAS DE VALIDADE DE UMA MEDIDA PARA AVALIAR O USO HABITUAL DO AUTOMÓVEL

Coube, neste estudo, traduzir, adaptar e identificar, no contexto brasileiro, evidências de validade de construto e de validade convergente, assim como a precisão de uma medida psicológica de hábito usada internacionalmente, o IAH. A validade de construto é uma medida que sugere que o instrumento está medindo, de fato, o hábito, e não outro aspecto psicológico. A validade convergente busca identificar o grau de associação da IAH com outras medidas psicológicas de hábito, sendo estas usadas como parâmetros para analisar a convergência entre os resultados. Espera-se, portanto, que as medidas possuam uma relação que seja no mínimo moderada. A precisão diz respeito à estabilidade dos resultados obtidos ao longo do tempo. O hábito estudado foi o de “usar carro”.

Método

PARTICIPANTES

Participaram 238 respondentes (alunos de graduação e pós-graduação de psicologia), com média de idade de 27 anos (Mediana = 23, DP = 10), sendo a maioria mulheres (192; 81%), solteiro(a) (151; 63%), sem filhos (166; 70%) e com automóvel em casa (200; 84%). Os participantes são de cinco estados brasileiros (incluindo Ceará, Goiás e Paraíba), sendo a maioria do Distrito Federal (203; 85%) e de Pernambuco (21; 9%). Trata-se de uma amostra de conveniência (não probabilística), isto é, de pessoas que se dispuseram a participar da pesquisa no dia e no local que o pesquisador visitou. Não constitui, portanto, uma amostra representativa desses estados.

INSTRUMENTOS

Foram usadas três medidas psicológicas:

- a. *Índice de Autorrelato da Força do Hábito (IAH)*: o Quadro 1 demonstra os itens do instrumento traduzidos para o português. Os itens são acompanhados por escalas de resposta ancoradas por discordo/concordo e preferencialmente devem conter cinco ou mais categorias de respostas.

No presente estudo, utilizei escala de respostas de 7 pontos para cara item (entre 1 – discordo fortemente e 7 – concordo fortemente). A forma de escrita de alguns itens pode ter que ser adaptada a fim de se adequar ao comportamento em estudo (nesse caso, usei “usar carro”).

QUADRO 1

ITENS DO ÍNDICE DE AUTORRELATO DA FORÇA DO HÁBITO (IAH)

USAR CARRO É ALGO QUE:
Eu faço frequentemente
Eu faço automaticamente
Eu faço sem ter que me lembrar conscientemente
Se eu não fizer, me sinto estranho
Eu escolho sem ter que pensar
Eu teria que me esforçar para não usá-lo
Faz parte da minha rotina
Eu começo a fazer antes de me dar conta disso
Eu acharia difícil não usar
Eu não preciso pensar para fazê-lo
É a “minha cara”
Eu tenho feito há muito tempo

- b. *Medida de resposta-frequência do hábito (RF)*: nessa medida, dez lugares ou atividades foram definidos com base em um levantamento prévio realizado com universitários, de modo que representasse ao máximo suas viagens. O participante deve responder rapidamente escrevendo nos espaços em branco ao lado de cada lugar/atividade o primeiro modo de transporte que vier à mente. Ele deve citar apenas um meio de transporte (por exemplo, a pé, carro, moto, bicicleta, ônibus, táxi). Como o modo de transporte alvo no estudo é o automóvel, essa opção pode ser indicada em todos os itens (frequência = 10) ou em nenhum item (frequência = 0). A frequência das menções feitas ao automóvel serve como medida do hábito geral de escolhê-lo. O Quadro 2 demonstra os itens da RF usados nesse estudo.

Essa medida configura-se mais em um procedimento de como avaliar do que um instrumento com itens padronizados. Para cada estudo, os itens deverão ser elaborados e pré-testados para adequar-se ao seu propósito.

Na versão original, por exemplo, há itens que relacionam situações que não cabem no contexto de algumas cidades como Brasília (como “ir à praia com alguns amigos” e “ir esquiar”). Por isso, os dez lugares/atividades foram definidos com base em um estudo prévio, cujas informações foram coletadas por *e-mails* enviados aos alunos de graduação e pós-graduação de uma universidade em Brasília e também com entrevista face a face nos corredores da universidade. Solicitava-se respostas à quatro perguntas: “Considerando a sua cidade (cite o nome dela) e as cidades mais próximas, responda: (1) quais os lugares que você costuma ir com frequência ao sair de casa (pelo menos cinco lugares)? (2) o que você costuma fazer nesses lugares? (3) qual modo de transporte você usa frequentemente para chegar a esses lugares? (4) qual ou quais outros modos de transporte seria viável você usar para chegar a esses lugares?”. Participaram desse estudo prévio 49 respondentes que indicaram ao todo 264 lugares ou atividades. Essas informações foram sistematizadas em categorias temáticas. Dessa maneira, os dez mais frequentes foram escolhidos para compor a medida.

QUADRO 2

ITENS DA MEDIDA DE RESPOSTA-FRQUÊNCIA DO HÁBITO (RF)

Ir à faculdade/universidade
Ir ao shopping
Visitar familiares
Visitar amigos
Ir à academia
Ir ao supermercado
Ir ao local de trabalho
Ir a um bar
Ir a um espaço religioso (igreja, centro espírita etc.)
Ir comer fora em um restaurante

- c. *Frequência autorrelatada de comportamento passado*: medida psicológica tradicionalmente usada, que mensura o núcleo central do hábito, ou seja, a repetição. O item usado foi: “Com que frequência você usou carro no último mês”, acompanhado por uma escala tipo Likert variando entre 1 – Nunca e 7 – Diariamente.

A finalidade foi verificar as intercorrelações entre essas medidas psicológicas, tentando verificar a convergência com o IAH. Desse modo, esperava-se que houvesse correlação significativa e positiva entre as medidas, evidenciando que elas medem de fato o mesmo construto, não só teoricamente como empiricamente.

Procedimentos

Os participantes foram recrutados para participar por meio de visitas às instituições de ensino superior e divulgação da pesquisa junto aos professores. A aplicação ocorreu coletivamente em salas de aula. Os dados foram submetidos a análises descritivas (média e desvio padrão da pontuação dos participantes nos itens) e inferenciais para verificar evidências de validade de construto (análise de componentes principais) e de precisão (alfa de Cronbach). Conforme exposto na literatura, esperava-se obter uma medida unidimensional válida (um componente geral) e precisa para avaliação do hábito no contexto brasileiro. A validade convergente entre o IAH, a RF e a frequência autorrelatada de comportamento passado foi investigada a partir do teste de correlação de Pearson, que deveria indicar correlação positiva e estatisticamente significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais indicou a presença de um componente, conforme sugere a versão original do instrumento em inglês, que explicou 63,06% da variância total dos dados. O IAH apresentou índices satisfatórios de *validade de construto*, com cargas fatoriais dos itens entre 0,74 e 0,86 (significa que o item está correlacionado com o componente; quanto mais próximo de um, maior é a correlação). Também apresentou excelentes índices de *precisão*, alpha de Cronbach igual a 0,95 (quanto mais próximo de um maior a precisão).

A média dos escores da amostra no IAH foi 3,93 ($DP = 1,88$). Os escores da RF relacionados ao uso do carro variaram entre 0 e 9 ($M = 5,90$, $DP = 3,30$). A média dos escores do comportamento passado foi 5,25 ($M = 2,03$).

Conforme esperado, o IAH correlacionou-se muito fortemente com a RF e com o comportamento passado ($r = 0,74$, $p = 0,001$ e $r = 0,72$, $p = 0,001$, respectivamente), apresentando evidências de *validade convergente*.

Esses resultados sugerem a qualidade e a utilidade dessa medida para o uso no contexto brasileiro, especificamente para o comportamento de viagem. Ela pode ser utilizada para realizar um levantamento diagnóstico da presença do hábito em vários comportamentos no contexto do trânsito e transporte, a fim de planejar ou avaliar (possíveis) intervenções pontuais ou em políticas públicas. Na próxima seção, apresentarei algumas implicações para as intervenções com base no hábito.

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Neste capítulo, apresentei o conceito de hábito e algumas evidências de sua influência no comportamento. Conforme argumentei, alguns comportamentos de viagem, por exemplo, de ir e vir para o trabalho e para a escola, são caracterizados pela repetição e pelo uso contínuo de um modo de transporte (como o automóvel), inclusive, em muitas ocasiões, pelas mesmas vias e horários. Usar carro pode tornar-se habitual. As pessoas, quando habituadas, não pensam muito a respeito dos prós e contras, por exemplo, de usar carro versus transporte público (VERPLANKEN, 2005). Como consequência, as características do hábito (repetição, automaticidade e funcionalidade) fazem dele uma estrutura forte e durável, tornando-o alvo de intervenções que devem estar atentas a essas qualidades. Requerem, portanto, atenção específica quando se quer desincentivá-los e estimular o uso do transporte público. A compreensão do que é hábito e suas consequências é fundamental para uma intervenção qualificada em alguns comportamentos de viagem.

Apresentei algumas medidas psicológicas válidas e úteis para nortear, acompanhar ou avaliar tais intervenções. Mostrei os resultados de um estudo que identificou evidências de validade da IAH para o contexto brasileiro. Os resultados sugerem sua utilidade para uso em pesquisas e

diagnósticos de comportamentos habituais. Mas, como a psicologia pode colaborar nos processos de intervenção nos comportamentos que ocorrem no contexto do trânsito e do transporte a partir do hábito?

As intervenções podem ser planejadas desde comportamentos mais simples (como parar antes da faixa de pedestres, usar o cinto de segurança e o capacete) aos mais complexos (como decidir o trajeto para um lugar aonde nunca foi, construir rotas alternativas para ir aos lugares); desde a execução da manobra no veículo até a escolha do transporte (interessantes para intervir no comportamento de viagem, como estimular as pessoas a andarem a pé e de bicicleta). Assim, é possível pensar em intervenções psicologicamente guiadas que, associadas às medidas de engenharia de tráfego, podem contribuir com as autoridades de trânsito na implantação de políticas tanto de segurança viária quanto de gerenciamento de demanda de tráfego.

Um dos focos da intervenção poderá ser reduzir a ocorrência de *hábitos antigos* problemáticos ou indesejados (a exemplo de usar o automóvel como principal meio de locomoção). Nesse caso, as campanhas informativas deverão ocorrer simultaneamente com mudanças contextuais no estilo de vida do indivíduo, tornando-o mais vulnerável às novas informações (quando a pessoa muda de país, de residência, de local de emprego). As mudanças ambientais, tanto físicas quanto sociais, dificultam a emissão de comportamentos habituais e ajudam a tornar as campanhas eficazes, pois, com as mudanças, o indivíduo estará “aberto” às novas informações. Baseiam-se em educação, orientação, campanhas informativas e/ou programas de autoajuda a fim de aumentar a autoeficácia, mudar crenças/intenções e motivar o autocontrole das pessoas.

Outro tipo de intervenção pode envolver mudanças de larga escala e mudanças políticas na cidade, especialmente adequadas para abordar as estruturas sociais e ambientais que promovem e sustentam hábitos. Envolveria incentivos econômicos para encorajar comportamentos desejados, regulação política (legislação) e mudanças diretamente na estrutura do ambiente (por exemplo, planejamento urbano e desenho ambiental) que

facilite a realização de novos comportamentos. Por exemplo, a construção de infraestrutura adequada de ciclovias interligando diversos pontos da cidade.

Ressalto que usar uma única estratégia de intervenção não é suficiente a fim de produzir a mudança para a população, em função da complexidade de muitos comportamentos, devendo ser usadas em conjunto (VERPLANKEN; WOOD, 2006). Assim, uma possível estratégia pode começar a partir das intervenções informativas de curto prazo e serem ampliadas para as intervenções na infraestrutura de transporte de longo prazo.

O hábito, enquanto um comportamento estável e resistente à mudança ao longo do tempo, não é bom ou ruim por natureza. Ele pode ser alvo das intervenções que visam inibi-lo, quando é considerado ruim, ou pode ser estimulado, no caso da formação de novos hábitos, sejam eles hábitos saudáveis ou que respeitam o meio ambiente. Nesse cenário, o hábito ganha relevância e pode ser mais uma ferramenta para enfrentar os desafios da mobilidade urbana no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AARTS, Henk; VERPLANKEN, Bas; VAN KNIPPENBERG, Ad. Habit and information use in travel mode choices. *Acta Psychologica*, Amsterdam, v. 96, n. 2, p. 1-14, 1997.
- APA (American Psychological Association). *Psychology and global climate change: addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges*. Washington: APA, 2009.
- BARGH, John Andrew. The four horsemen of automaticity: awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. In: WYER, Robert S.; SRULL, Thomas Kevin (org.). *Handbook of social cognition*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1994. v. 1, p. 1-40.
- CRISTO, Fábio de. *O hábito de usar automóvel tem relação com o transporte coletivo ruim?* 2013. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- FUJII, Satoshi; GÄRLING, Tommy. Role and acquisition of car-use habit. In: GÄRLING, Tommy; STEG, Linda (org.). *Threats from the car traffic to the quality of the urban life: problems, causes, and consequences*. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 235-250.
- FUJII, Satoshi; KITAMURA, Ryuichi. What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experimental analysis of habit and attitude change. *Transportation*, Zurich, v. 30, p. 81-95, 2003.

HONKANEN, Pirjo; OLSEN, Svein Ottar; VERPLANKEN, Bas. Intention to consume seafood – the importance of habit. *Appetite*, Amsterdam, v. 45, p. 161-168, 2005.

HULL, Clark Leonard. *Principles of behaviour: an introduction to behavior theory*. Oxford: Appleton-Century-Crofts, 1943.

JAMES, William. *The principles of psychology*. New York: Henry Holt and Co., 1913. American Science Series – Advanced Course, v. II.

KLÖCKNER, Christian Andreas; MATTHIES, Ellen; HUNECKE, Marcel. Problems of operationalizing habits and integrating habits in normative decision-making models. *Journal of Applied Social Psychology*, West Lafayette, v. 33, n. 2, p. 396-417, 2003.

LOIBL, Căzilia; KRAYBILL, David Simon; DEMAY, Sara Wackler. Accounting for the role of habit in regular saving. *Journal of Economic Psychology*, Amsterdam, v. 32, p. 581-592, 2011.

NEAL, David T.; WOOD, Wendy; QUINN, Jeffrey M. Habits – a repeat performance. *Current Directions in Psychological Science*, Washington, v. 15, n. 4, p. 198-202, 2006.

OUELLETE, Judith A.; WOOD, Wendy. Habit and intention in everyday life: the multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, Washington, v. 124, p. 54-74, 1998.

PASQUALI, Luiz. Psicometria. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo, v. 43, p. 992-999, 2009.

SILVA, Fábio Henrique Vieira Cristo; GÜNTHER, Hartmut. Traffic Psychology in Brazil: from the road safety to sustainable mobility. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRAFFIC AND TRANSPORT PSYCHOLOGY, 5., 2012, Groningen. *Proceedings* [...]. Groningen, The Netherlands: University of Groningen, 2012. p. 77. Disponível em: http://www.icttp2012.com/images/stories/icttp_2012_abstract_book.pdf. Acesso em: 1º dez. 2012.

STEG, Linda; VLEK, Charles. Encouraging pro-environmental behaviour: an integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, Amsterdam, v. 29, p. 309-317, 2009.

TRIANDIS, Harry Charalambos. Values, attitudes, and interpersonal behavior. In: HOWE, Harrison Estell; PAGE, Monte M. (org.). *Nebraska symposium on motivation 1979*. Lincoln: University of Nebraska Press, 1980. v. 27, p. 195-259.

VERPLANKEN, Bas. Habits and implementation intentions. In: KERR, John; WEITKUNAT, Rolf; MORETTI, Manuel (org.). *The ABC of behavioural change*. Oxford: Elsevier Science, 2005. p. 99-109.

VERPLANKEN, Bas; WOOD, Wendy. Interventions to break and create consumer habits. *Journal of Public Policy & Marketing*, Chicago, v. 25, n. 1, p. 90-103, 2006.

VERPLANKEN, Bas; AARTS, Henk. Habit, attitude, and planned behaviour: is habit an empty construct or an interesting case of goal-directed automaticity? *European Review of Social Psychology*, Oxfordshire, v. 10, n. 1, p. 101-134, 1999.

VERPLANKEN, Bas; AARTS, Henk; VAN KNIPPENBERG, Ad. Habit, information acquisition, and the process of making travel mode choices. *European Journal of Social Psychology*, Oxfordshire, v. 27, n. 5, p. 539-560, 1997.

VERPLANKEN, Bas; AARTS, Henk; VAN KNIPPENBERG, Ad; VAN KNIPPENBERG, Carina. Attitude versus general habit: antecedents of travel mode choice. *Journal of Applied Social Psychology*, Hoboken, v. 24, n. 4, p. 285-300, 1994.

VERPLANKEN, Bas; MELKEVIK, Ole. Predicting habit: the case of physical exercise. *Psychology of Sport and Exercise*, Washington, v. 9, p. 15-26, 2008.

VERPLANKEN, Bas; MYRBAKK, Vemund; RUDI, Erik. The measurement of habit. In: BETSCH, Tilmann; HABERSTROH, Shane (org.). *The routines of decision making*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2005. p. 231-247.

VERPLANKEN, Bas; ORBELL, Sheina. Reflections on past behavior: a self-report index of habit strength. *Journal of Applied Social Psychology*, Hoboken, v. 33, n. 6, p. 1313-1330, 2003.



ESTILO DE VIDA COMO ELEMENTO HETEROGÊNEO DAS ESCOLHAS MODAIS

ALEXANDRE HENRIQUE SILVA
RONNY MARCELO ALIAGA MEDRANO
PASTOR WILLY GONZALES TACO

INTRODUÇÃO

Apesar do transporte público ser indicado como uma solução viável para cidades cada vez mais congestionadas, é visível que o indivíduo está exposto a opções de escolhas diferentes do transporte público, para o exercício do seu direito à mobilidade. Políticas voltadas à promoção da mobilidade urbana geralmente focam na implementação de melhorias no acesso, por meio de soluções baseadas na infraestrutura, muitas vezes sem levar em consideração as preferências individuais (VASCONCELLOS, 2002).

Mesmo que se considere os anseios do indivíduo, este é tratado, em linhas gerais, como aquele que realiza escolhas baseadas em critérios pré-definidos, por modelos para previsão da demanda. Nesse caso, entende-se que não existe um controle (por parte de quem aplica ou formula o modelo) sobre que informações disponíveis para o indivíduo influenciam em suas escolhas, podendo ocorrer erros ou problemas nas previsões (BHAT *et al.*, 2004).

Neste trabalho, parte-se do princípio de que os componentes atitudinais e elementos simbólicos – ainda pouco perceptíveis pelos tradicionais modelos de previsão – assumem um papel mais relevante do que aqueles relativos à consecução de deslocamentos para algum tipo de atividade.

Na tentativa de capturar fatores subjetivos que impactam nas decisões relativas à mobilidade dos indivíduos, Walker (2001) ressalta a necessidade de um grande aporte teórico aos modelos atuais. Para a autora, os estudos, principalmente os de escolha discreta, consideram de forma simplificada um conjunto de variáveis observáveis e explicativas ligadas às preferências, aplicando a maximização da utilidade para se chegar a uma escolha. A autora indica ainda a existência de outros elementos interferentes nas preferências, que não podem ser medidos diretamente, mas que têm valor significativo quando do seu processamento mediante um grupo de possíveis escolhas. Um desses elementos é o estilo de vida, o qual se compõe por atitudes do indivíduo frente ao ambiente e ao grupo social do qual faz parte. Tais atitudes assumem um caráter simbólico à medida que o indivíduo procura se diferenciar e se destacar perante os demais pares dos grupos em que se insere, e tal diferenciação pode ser observada na manifestação das escolhas (SILVA, 2013).

O objetivo deste trabalho é investigar os diferentes estilos de vida e sua influência na escolha modal, por meio da análise de classes latentes (Latent Class Analysis – LCA). Toma-se como premissa, para um grupo supostamente homogêneo, a existência de heterogeneidade em função da obtenção de classes latentes de estilo de vida relacionadas à escolha de modos de transporte.

ESTILO DE VIDA E MOBILIDADE

Uma das características mais importantes inerentes à vida urbana é a existência de grupos sociais (grupos familiares, grupos com que os indivíduos se identificam por características étnicas, ideológicas ou recreativo-desportivas). Seja qual for o grupo, o indivíduo buscará de alguma forma se diferenciar dos demais, mediante um conjunto de atitudes que levam a escolhas com significados simbólicos (BOURDIEU, 1996).

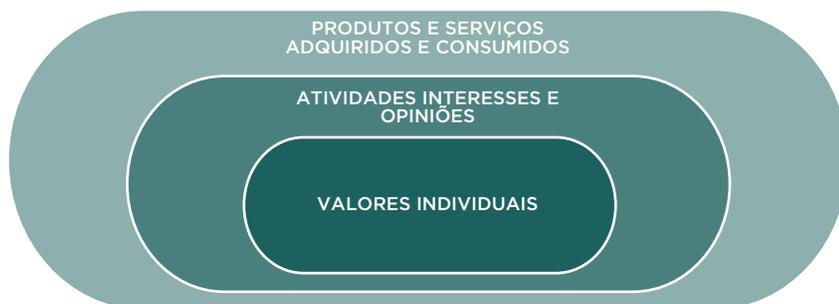
Essa busca pela diferenciação é entendida como um traço do estilo de vida do indivíduo, em que uma série de decisões marcará a posição deste no grupo social ao qual pertence, atuando como uma forma de destaque e afirmação da individualidade. O estilo de vida pode ser identificável, por exemplo, pela maneira como os bens e serviços são consumidos: produtos com características específicas que denotem *status*, seja no preço, seja na qualidade, são, em geral, consumidos por indivíduos com maior poder aquisitivo ou por aqueles que buscam alguma diferenciação perante seus pares sociais.

Nas pesquisas sobre o comportamento humano, Adler (1956) sugere que o termo estilo de vida denota o caráter básico de uma pessoa e comanda as suas reações e comportamento. Sob esse ponto de vista, cada pessoa possui um estilo de vida, que é desenvolvido por meio de seu poder criativo e estilo endógeno durante os primeiros anos de infância (entre 0 e 5 anos, principalmente) e influencia no comportamento, pensamentos e emoções, refletindo as escolhas realizadas pelo indivíduo em seu cotidiano.

Em estudos de sociologia, um dos primeiros teóricos que buscou identificar o estilo de vida foi Weber (1948). Para esse autor, o estilo de vida se revela por meio das interações sociais e indivíduos com estilos de vida similares formam os grupos sociais. O estilo de vida é considerado como uma demarcação da posição social, adquirida através da educação formal e intimamente ligada ao tipo de profissão exercida pelo indivíduo. Ao contrário de Adler (1956), Weber (1948) defende que certo estilo de vida se aplica a todo um grupo de pessoas ao invés de um único indivíduo, e não é o princípio orientador para a estrutura da vida, mas a própria estrutura.

Unindo traços das abordagens psicológicas e sociológica, Valette-Florence e Jolibert (1999) apresentam uma visão sistêmica do estilo de vida, aplicado ao marketing, formado por três níveis, que podem ser observados pelo esquema da Figura 1.

FIGURA 1 - O ESTILO DE VIDA PARA O MARKETING



Fonte: Valette-Florence e Jolibert (1999).

No nível mais estável e seguro, encontram-se os valores individuais, ou seja, as impressões estáveis e duradouras sobre determinado comportamento. No nível intermediário, encontram-se as atividades, interesses e opiniões próprios de um indivíduo e reveladores do seu sistema de valores. Por fim, no nível periférico situa-se o conjunto de produtos e serviços adquiridos e consumidos, que são reflexos efêmeros dos níveis precedentes.

Assim, especificamente no campo dos transportes, o ato de viajar pode ser concebido enquanto um ato social que incorpora uma dimensão de diferenciação social. Viajar satisfaz as necessidades dos indivíduos relacionadas a estarem em locais específicos para realizarem determinadas atividades, e a forma como a viagem é feita preenche funções simbólicas e sociais. Tal caráter simbólico tende a se diferenciar a partir de alterações inerentes ao próprio indivíduo, como a classe social em que ele se encontra e o estágio no ciclo de vida, dentre outras. Aceitando que o ato de viajar pode ser concebido como uma necessidade vital (principalmente por permitir a participação em atividades obrigatórias), conhecer os atributos da viagem (“quando”, “para onde”, “com quem”, “de que forma” e “por quanto tempo”) torna-se importante para a identificação dos aspectos que influenciam na atribuição de significados ao ato de viajar (THOMSEN, 1996).

Ao se analisar, por exemplo, “de que forma” se viaja, a preferência pelo automóvel ao transporte público ou pelo transporte aéreo ao rodoviário, por exemplo, pode estar relacionada a um desejo de diferenciação (a afirmação) do indivíduo perante o seu grupo social.

A influência do estilo de vida na escolha modal

O modo de transporte utilizado pelo indivíduo pode ser considerado como um aspecto fundamental da escolha e, devido ao seu caráter simbólico, é influenciado pelos elementos comportamentais ligados ao estilo de vida. Assim, torna-se importante investigar quais desses elementos exercem interferência nas prováveis escolhas modais.

Conceitos referentes a predisposições comportamentais, tais como atitude social e traços de personalidade, desempenham um papel importante nas tentativas de se prever e explicar o comportamento humano. Em função de sua complexidade, o comportamento humano é algo difícil de ser previsto e, portanto, um desafio se estabelece para sua inclusão na modelagem de viagens.

Uma das teorias mais utilizadas para a compreensão do processo comportamental que leva às escolhas do indivíduo – e que pode, portanto, servir como suporte à modelagem – é a Teoria do Comportamento Planejado, desenvolvida por Ajzen (1991). Essa teoria é fundamentada no *princípio da agregação*, em que qualquer comportamento é influenciado por: a) uma disposição geral do indivíduo ou do grupo e b) outros fatores contextuais, exclusivos para o momento da observação ou da situação em que a ação está sendo observada.

O fator central da Teoria do Comportamento Planejado é a *intenção* do indivíduo para realização de um determinado comportamento. As intenções são assumidas para capturar os fatores motivacionais que influenciam o comportamento, pois atuam como indicativo do esforço que o indivíduo planeja empregar para tentar realizá-lo, a fim de concretizar determinado comportamento. Como regra geral, quanto mais forte a intenção de se engajar em um comportamento, mais provável deve ser a sua concretização. O autor enfatiza, no entanto, que a intenção comportamental pode encontrar expressão somente se o comportamento em questão está sob o controle volitivo, isto é, se a pessoa pode decidir sobre a vontade de realizar ou não determinado comportamento (*percepção de controle do comportamento*).

O modelo apresentado por Ajzen (1991) sugere a utilização de um modelo estrutural, em que se incorporem variáveis latentes ou teóricas que covariam entre si e concorrem para o resultado de forma direta ou indireta. Contudo, ao se observar a estrutura do modelo, tem-se apenas variáveis latentes que possuem uma classe para predição do comportamento, denotando uma resposta homogênea. Com base no pressuposto da existência da heterogeneidade no comportamento e nas consequentes escolhas, é importante que se aplique à modelagem uma estrutura que incorpore a análise de classes latentes, em que a variável latente que se liga ao resultado se subdivida em classes de acordo com a heterogeneidade presente no grupo.

MÉTODOS

Descrição da Base de Dados

Foi utilizada para este trabalho a base de dados da pesquisa de Sistema de Indicadores de Percepção Social de Mobilidade Urbana (SIPS) 2010 realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011). A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista domiciliar, composta por 30 questões, em 146 municípios brasileiros. Apenas pessoas maiores de 18 anos participaram do estudo. Considerou-se uma distribuição pelas grandes regiões do país e por cotas, tendo como parâmetros a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) 2008, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008). O tamanho da amostra do SIPS 2010 (IPEA, 2011) ($n=2.789$) foi dimensionado para garantir uma margem de erro nacional de 1,86%, para um nível de confiança de 95%, com $p = 0,5$. Para as regiões, mantendo o mesmo nível de confiança, essa aproximação da margem de erro é de 5% e $p = 0,7$. Os dados detalham as características sociais e econômicas dos indivíduos, o modo de transporte utilizado com maior frequência e, especialmente, as percepções individuais sobre as características do meio de transporte utilizado.

Procedimentos de análise

Para atingir o objetivo deste trabalho, as técnicas estatísticas Latent Class Analysis (LCA) e Chi-Squared Automatic Interaction Detection (CHAID híbrido) foram utilizadas mediante esta sequência de passos: (1) formulação do LCA; (2) identificação dos segmentos de renda; (3) definição das variáveis dependentes e variáveis covariantes para os segmentos; (4) aplicação da modelagem para LCA em cada segmento; (5) aplicação da análise por CHAID híbrido; (6) identificação dos estilos de vida em cada segmento e (7) análise dos resultados.

Formulação da análise de classes latentes

A análise de classes latentes (também conhecida como *finite mixture modeling*) envolve a identificação de relações entre variáveis, usando tanto indicadores observados, comum em modelos de regressão tradicionais, quanto não observados ou variáveis latentes, comumente utilizados em análise de equações estruturais (MAGIDSON; VERMUNT, 2002). A ideia é analisar os padrões de variância na variável dependente e identificar grupos de indivíduos com comportamento relativamente homogêneo.

Assim, a classificação de cada pessoa em uma classe é baseada na probabilidade de associação de classe (*likelihood of class membership*). O processo é realizado assumindo a existência de uma variável latente (não observada) que pode ser deduzida através dos dados coletados em campo e é usada para explicar a variância dos dados. Dessa forma, é possível, por exemplo, distinguir entre um grupo de pessoas que saem cedo de casa e realizam uma viagem longa de carro, de um grupo de pessoas que saem mais tarde de casa para realizar uma viagem curta de ônibus. Esses dois grupos são duas categorias diferentes de uma variável latente, como, por exemplo, propensão à utilização do carro. Ao especificar uma série de modelos com diferentes categorias em sua variável latente, estimam-se diferentes modelos e procede-se a escolha do modelo que propicie melhor ajuste e parcimônia.

A equação 1 foi utilizada para a análise de classes latentes neste trabalho.

$$f(y_i = m | z_{ij}^{cov}) = \sum_{x=1}^K P(x | z_{ij}^{cov}) \prod_{m=1}^M P(y_i = m | x) \quad (1)$$

Em que: y_i é a variável dependente que representa a escolha do modo de transporte; m é a escolha nominal, em que m assume os valores de 1, 2, ..., M (de acordo com cada modo de transporte); são as variáveis covariantes que assumem valores de 1 até j , como especificado no modelo; x é a variável latente nominal no modelo e K é o número de classes latentes.

A equação 2 foi utilizada para a variável y_i de escolha de modo de transporte, em que o modelo logístico é utilizado.

$$P(y_i = m | x) = \frac{\exp(\eta_{m|x}^t)}{\sum_{m'=1} \exp(\eta_{m'|x}^t)} \quad (2)$$

Em que: η é um termo linear; t representa o número de escolhas nominais (modos) e m é a escolha específica entre o conjunto de escolhas t (modos).

O modelo de classes latentes é expresso pelas equações 3 e 4.

$$P(x | z_i^{cov}) = \frac{\exp(\eta_{x|z_i^{cov}})}{\sum_{x'=1}^K \exp(\eta_{x'|z_i^{cov}})} \quad (3)$$

$$\eta_{x|z_i} = \gamma_{x0} + \sum_{r=1}^R \gamma_{xr} z_{ir}^{cov} \quad (4)$$

Em que: γ são os coeficientes a serem estimados e R é o número de covariantes utilizados para explicar a associação em cada classe latente.

Identificação dos segmentos de renda

Uma das hipóteses fundamentais para o desenvolvimento do método de análise – que justifica a utilização da LCA – é o pressuposto da

heterogeneidade de escolhas em um grupo entendido como homogêneo. Para investigar tal heterogeneidade, optou-se por utilizar a variável contínua *renda* como determinante para os grupos em que as técnicas estatísticas foram aplicadas. Essa variável foi recodificada no banco de dados do SIPS 2010 (IPEA, 2011), criando quatro segmentos de acordo com o valor do salário mínimo brasileiro (SM): (1) renda de até dois SM (n=981); (2) renda maior que dois SM até cinco SM (n=1046); (3) renda maior que cinco SM até dez SM (n= 480) e (4) renda maior que dez SM (n= 279).

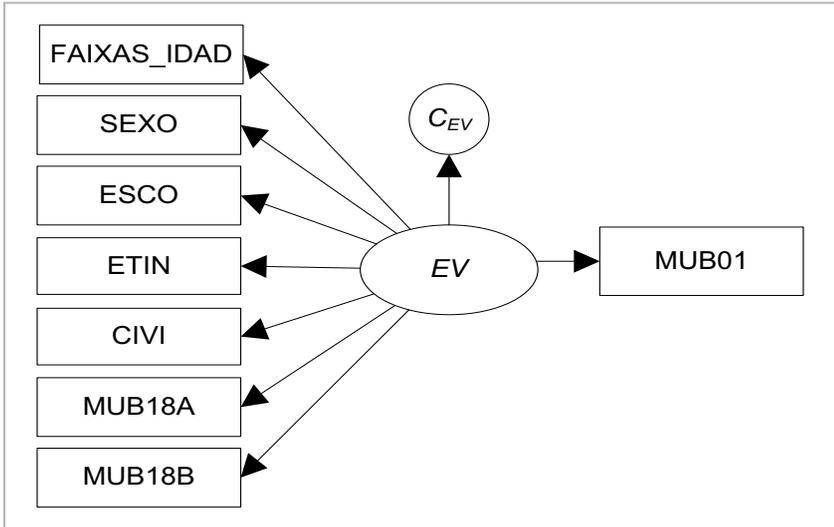
Definição da variável dependente e covariantes

O modo de transporte (aqui denominado “MUB01”) foi escolhido como variável dependente, sendo classificado como uma variável categórica. As opções do modo de transporte para essa variável são: “transporte público”, “carro”, “moto”, “a pé” e “bicicleta”. Sete variáveis categóricas foram escolhidas como independentes covariantes: idade (FAIXAS_IDAD); etnia (ETIN); nível de ensino (ESCO); estado civil (CIVI); gênero (SEXO); preferência individual principal (MUB18A) e; preferência individual secundária (MUB18B). Nas duas últimas variáveis, foram consideradas as características que os respondentes indicaram como mais importantes ao realizar a viagem, tais como “ter disponível mais de uma forma de se deslocar”, “ser rápido”, “sair em um horário adequado à sua necessidade”, “ser barato” e “ser confortável”.

Após estabelecidas a variável dependente e as independentes, foi construído um diagrama de caminhos simplificado, relacionando as variáveis independentes à uma variável latente denominada estilo de vida (EV), que, por sua vez, foi categorizada em classes de estilo de vida (CEV) e relacionada com a variável dependente “modos de transporte (MUB01)”, que representa a escolha modal, conforme mostrado na Figura 2.

As variáveis inseridas nesse diagrama de caminhos foram selecionadas considerando as indicações da literatura revisada, em que as preferências principal e secundária são relacionadas à escolha do modo de transporte.

FIGURA 2 - RELAÇÃO ENTRE ESCOLHA MODAL, ESTILO DE VIDA, SUAS CLASSES E DETERMINANTES



RESULTADOS

Durante a modelagem, foi aplicado um processo iterativo em que oito modelos foram testados, utilizando as relações apresentadas na Figura 2 para cada segmento de renda, resultando em uma grande quantidade de classes latentes, o que totalizou o processamento de 32 modelos distintos.

Melhores ajustes foram encontrados para cada segmento de renda, por meio dos seguintes índices de qualidade de ajuste: Bayesian Information Criterion (BIC), calculado por meio de máxima verossimilhança – *log-likelihood* (LL) – em convergência, e Akaike Information Criterion (AIC), aplicado aos oito modelos testados para cada segmento de renda. Goulias e Henson (2006) utilizaram o mesmo método de especificação de modelos e identificação de classes latentes em um trabalho similar de análise do comportamento para viagens.

Os modelos são apresentados nas tabelas 1, 2, 3 e 4, de acordo com cada segmento de renda. Em todos os casos, o tamanho das classes latentes indica a proporção entre o n total da amostra e o n de participantes em cada segmento de renda de acordo com cada classe.

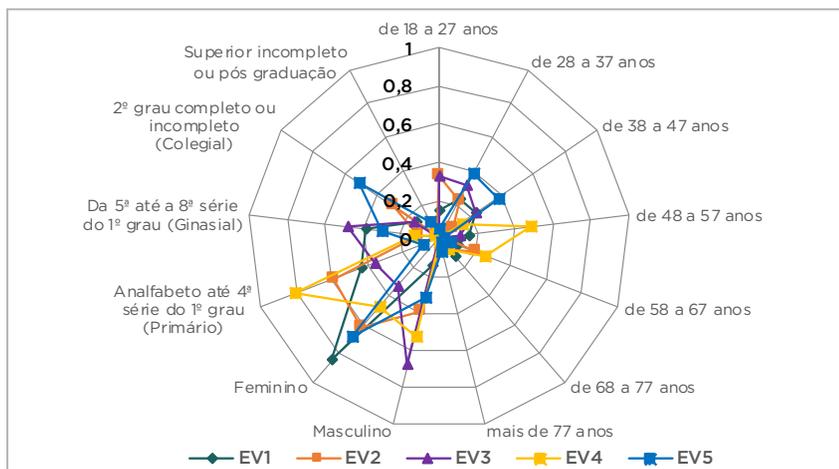
Identificação das Classes de Estilo de Vida (CEVs) por segmento de renda

Para o segmento de renda 1, foi obtido um modelo com cinco CEVs, o qual foi determinado ideal mediante os propósitos deste estudo. O modelo apresentou os melhores valores para os indicadores de qualidade de ajustamento, conforme se pode verificar na Tabela 1.

TABELA 1
RESULTADOS DO MODELO DE CINCO CLASSES LATENTES PARA O
SEGMENTO DE RENDA 1

	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4	EV 5
Tamanho da classe	0,3136	0,2525	0,2424	0,1507	0,0408
VARIÁVEL DEPENDENTE					
MODO (MUB01)	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4	EV 5
Transporte Público	0,7986	0,4412	0,3329	0,5795	0,0050
Automóvel	0,0001	0,0553	0,0354	0,1692	0,5961
Moto	0,1868	0,2920	0,0548	0,2511	0,0012
A pé	0,0109	0,0724	0,2767	0,0001	0,3971
Bicicleta	0,0036	0,1391	0,3003	0,0001	0,0005
ÍNDICES					
Log-likelihood (LL)					-1.034,4374
BIC					3.005,7206
AIC					2.340,8748
Chi-squared					1.765,8204
Classification Error					0,0234

Os resultados apresentados para o segmento de renda 1 indicam a predominância da probabilidade pela escolha do modo “transporte público”, como se pode observar pelas quatro primeiras classes de estilo de vida da Tabela 1, entretanto, para a classe EV5, com probabilidade de conter a menor quantidade de indivíduos desse segmento de renda, é visível a tendência para escolha do modo “automóvel” e “a pé”. Isso indica uma ligeira diversidade no estilo de vida nesse segmento, o que pode ser explicado pelas probabilidades das covariâncias, que podem ser observadas na Figura 3.

FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS COVARIÂNCIAS PARA O SEGMENTO DE RENDA 1

Pode ser observado na Figura 3 que, para cada uma das CEVs, indivíduos do sexo feminino com idade entre 28 e 57 anos predominam com um nível de ensino menor (indivíduos com até ginásial).

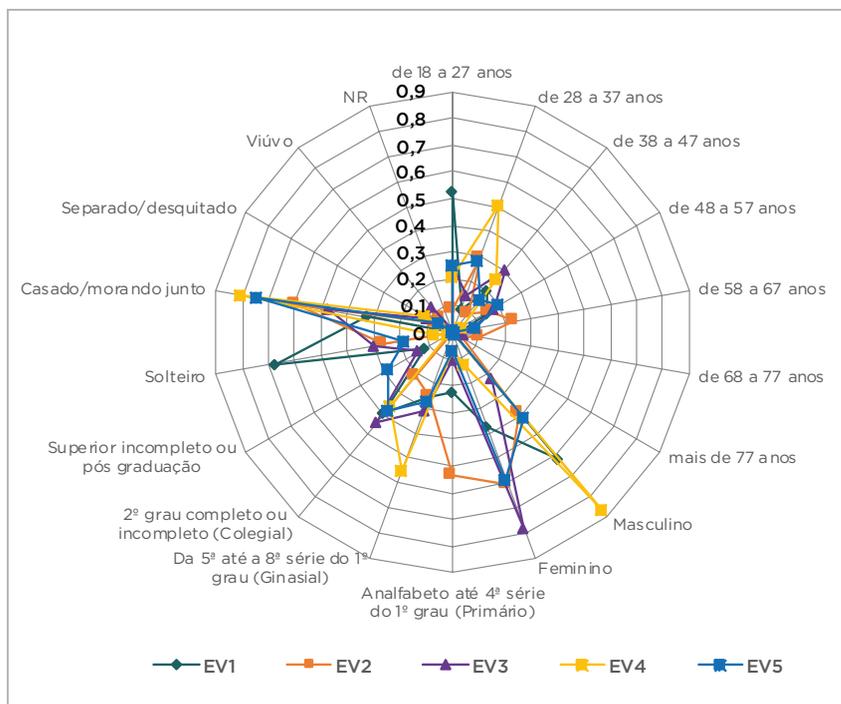
No que diz respeito ao segmento de renda 2, também foi obtido um modelo de cinco CEVs, conforme se pode verificar na Tabela 2.

TABELA 2
RESULTADOS DO MODELO DE CINCO CLASSES LATENTES PARA O SEGMENTO DE RENDA 2

	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4	EV 5
Tamanho da classe	0,3288	0,2845	0,1869	0,1091	0,0907
VARIÁVEL DEPENDENTE					
MODO (MUB01)	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4	EV 5
Transporte público	0,4322	0,4026	0,9112	0,3335	0,0036
Automóvel	0,1196	0,2051	0,0005	0,3347	0,902
Moto	0,0834	0,265	0,0651	0,0002	0,0179
A pé	0,2673	0,0167	0,0003	0,3315	0,0762
Bicicleta	0,0976	0,1106	0,0229	0,0001	0,0002
ÍNDICES					
Log-likelihood (LL)					-1.214,3509
BIC					3.374,2729
AIC					2.700,7018
Chi-quadrado					1.966,4607
Classification Error					0,0272

Assim como no segmento de renda 1, os resultados obtidos no segmento de renda 2 indicam a predominância da probabilidade de escolha para o modo de “transporte público”, como pode ser visto nas três primeiras CEVs da Tabela 2. No entanto, em outras classes, as quais têm a probabilidade de conter menos indivíduos nesse segmento de renda, percebe-se uma tendência para o uso de “automóvel”, o que indica uma diversidade de estilos de vida no segmento a qual pode ser explicada pela probabilidade de covariâncias (Figura 4).

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS COVARIÂNCIAS PARA O SEGMENTO DE RENDA 2



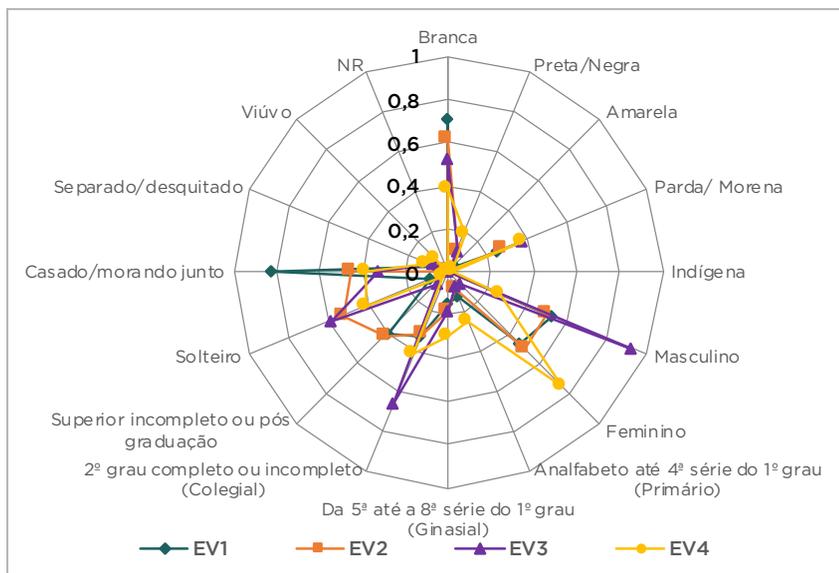
Nota-se que, para cada uma das CEVs, os indivíduos solteiros na faixa etária entre 18 e 37 anos são predominantes, e não há um equilíbrio na distribuição de indivíduos do sexo masculino e do sexo feminino.

No caso do segmento de renda 3, depois de um processo iterativo de testes, um modelo de quatro de CEVs foi obtido (Tabela 3).

TABELA 3

**RESULTADOS DO MODELO DE QUATRO CLASSES LATENTES PARA O
SEGMENTO DE RENDA 3**

	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4
Tamanho da classe	0,3661	0,2907	0,1747	0,1685
VARIÁVEL DEPENDENTE				
MODO (MUB01)	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4
Transporte público	0,1545	0,4036	0,1523	0,8380
Automóvel	0,7528	0,2375	0,3274	0,0013
Moto	0,0464	0,0994	0,0360	0,1602
A pé	0,0463	0,2594	0,3295	0,0005
Bicicleta	0,0000	0,0001	0,1548	0,0001
ÍNDICES				
Log-likelihood (LL)	-485,513			
BIC	1.588,4045			
AIC	1.171,0259			
Chi-quadrado	837,2079			
Classification Error	0,0273			

**FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS COVARIÂNCIAS PARA O
SEGMENTO DE RENDA 3**

Os resultados apresentados no segmento de renda 3 indicam a predominância da escolha pelo *Automóvel*, como pode ser visto nas primeiras três CEVs da Tabela 3. No entanto, na última classe, que tem a possibilidade de conter menos indivíduos nesse segmento de renda, percebe-se uma tendência para o uso de *Transporte Público* que pode ser explicada através da probabilidade de covariâncias, exposto na Figura 5.

Na Figura 5, pode-se notar que as CEVs são, na maior parte, compostas por indivíduos casados, do sexo masculino, de etnia branca com ensino médio completo ou incompleto.

Assim como no segmento de renda 3, para o segmento de renda 4 foi identificado um modelo de quatro CEVs.

TABELA 4

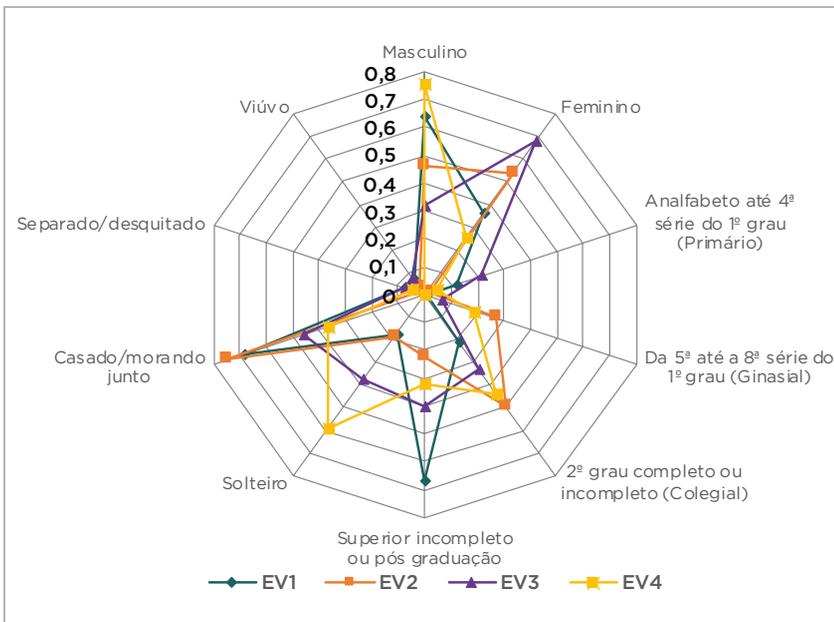
RESULTADOS DO MODELO DE QUATRO CLASSES LATENTES PARA O SEGMENTO DE RENDA 4

	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4
Tamanho da classe	0,3687	0,2778	0,1802	0,1734
VARIÁVEL DEPENDENTE				
MODO (MUB01)	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4
Transporte público	0,0016	0,0010	0,8368	0,4893
Automóvel	0,9979	0,8314	0,0057	0,0963
Moto	0,0001	0,1158	0,0597	0,0002
A pé	0,0003	0,0004	0,0977	0,4140
Bicicleta	0,0000	0,0514	0,0001	0,0001
ÍNDICES				
Log-likelihood (LL)				-168,7505
BIC				866,835
AIC				525,501
Chi-squared				298,3179
Classification Error				0,0294

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam a predominância da probabilidade de escolha pelo “automóvel”, conforme indicado nas duas primeiras CEVs, e pelo “transporte público” nas duas CEVs restantes.

No entanto, essas duas últimas classes têm a probabilidade de ter menos indivíduos nesse segmento de renda. Mesmo assim, isso indica uma diversidade visível no estilo de vida no segmento, o que pode ser mais bem explicado através da probabilidade de covariâncias, conforme demonstra a Figura 6.

FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS COVARIÂNCIAS PARA O SEGMENTO DE RENDA 4



Identificação das classes latentes

De modo a melhor identificar as classes latentes, analisou-se a relação entre as covariâncias para cada classe latente. Os valores representados nas figuras 3, 4, 5 e 6 indicam as covariantes com maior significância, obtidas por meio do teste de Wald (MAGIDSON; VERMUNT, 2002). Assim, com os resultados das probabilidades específicas, é possível observar que existem diferenças importantes entre as classes latentes de indivíduos encontrados nessa análise para cada um dos segmentos de renda.

No segmento de renda 1 foram identificadas as seguintes classes:

- EV1 – “Mulheres dinâmicas motorizadas”: com predominância de probabilidade de escolha para o modo de “transporte público”, cerca de 80%, e, da “motocicleta”, com 18%. As preferências estão relacionadas a um tipo rápido e econômico de transporte. Em sua composição, a maioria dos indivíduos nesse segmento é do sexo feminino. Esse estilo de vida representa 31,36% do total de indivíduos no segmento de renda 1.
- EV2 – “Jovens apressados sobre rodas”: nessa classe predomina probabilidade de escolhas em relação ao “transporte público”, à “motocicleta” e à “bicicleta”, com valores aproximados, respectivamente, de 44%, 29% e 14%. Percebe-se que as preferências giram em torno de um modo de transporte mais rápido, contudo limitado pelo custo.
- EV3 – “Sustentável e de baixo custo:” nessa classe predomina a probabilidade de escolhas para modos de transporte mais sustentáveis, como o “transporte público”, “bicicleta” e “a pé”, com cada modo detendo, respectivamente, 33%, 30% e 38% das probabilidades de escolha. É importante salientar que as preferências são para um transporte econômico e prático, ou seja, algo que se adapte às necessidades e programação dos indivíduos.
- EV4 – “Apressados motorizados”: formado por indivíduos que teriam a possibilidade de escolher o “transporte público”, a “motocicleta” e o “automóvel”, que apresentam, respectivamente, 58%, 25% e 17% das probabilidades de escolha nessa classe. A preferência dos indivíduos nessa classe é por modos de transporte que são rápidos e apresentam também outras características, como segurança e conforto.
- EV5 – “Apressados acomodados”: formado por indivíduos para os quais o “automóvel” é a principal possibilidade de escolha, com aproximadamente 60% na classe, e o modo “caminhar” é a escolha secundária, com aproximadamente 40%. Os indivíduos nessa classe preferem modos de transporte rápidos e confortáveis.

No segmento de renda 2 foram identificadas as seguintes classes:

- EV1 – “Jovens solteiros acomodados”: com a predominância de probabilidade de escolhas em relação ao modo “transporte público” (43%) e ao modo “a pé” (27%). As preferências estão relacionadas a um tipo de transporte que atenda às atividades cotidianas dos indivíduos, sendo rápido, confortável e econômico. Essa classe compreende os indivíduos na faixa etária de 18 a 27 anos, que são predominantemente solteiros.

- EV2 – “Motorizados multimodais”: nessa classe a probabilidade predominante de escolhas recai sobre o “automóvel” e os modos de “transporte público”, com valores aproximados de, respectivamente, 47% e 40%. É possível perceber que as preferências são para um transporte mais rápido e, ao mesmo tempo, os indivíduos nessa classe apreciam mais do que um tipo de forma de se deslocar.
- EV3 – “Mulheres cativas do transporte público”: nessa classe a probabilidade de escolha recai sobre o “transporte público”, que, com 91%, é predominante. Vale a pena notar que as preferências visam outras características do meio de transporte. Essa classe é composta, em sua maioria, por indivíduos do sexo feminino (77%), os quais concluíram o ensino médio ou o nível superior (44%).
- EV4 – “Apressados multimodais”: formado por indivíduos que teriam escolhas modais para o “transporte público”, o “automóvel” e o “caminhar”, com uma divisão equilibrada entre esses três modos, ou seja, 33% para cada um nessa classe, na qual os indivíduos preferem um modo de transporte mais rápido e econômico.
- EV5 – “Apressados casados cativos do automóvel”: o modo “automóvel” predomina nessa classe com 90% da probabilidade de escolha. As pessoas preferem agilidade e outras características desse meio de transporte. Na composição dessa classe, o estado civil merece atenção, com probabilidade aproximada de 75% dos indivíduos serem casados.

No segmento de renda 3 foram identificadas as seguintes classes:

- EV1 – “Casados motorizados e com ensino superior”: com aproximadamente 75% de probabilidade de escolher o “automóvel” e 15% de escolher o “transporte público”. Nessa classe, as preferências recaem sobre os modos de transporte que são mais rápidos e há uma probabilidade aproximada de que 82% dos indivíduos sejam casados. Quanto ao grau de instrução, as probabilidades são de aproximadamente 40% dos indivíduos estarem entre ensino superior incompleto e pós-graduação completa.
- EV2 – “Jovens econômicos”: nessa classe, as duas probabilidades predominantes de escolha do modo de transporte são o “transporte público” e “a pé”, com valores de aproximadamente 40% e 26%, respectivamente. É notório que tais preferências são para meios de transporte que são rápidos e mais baratos. Predominantemente, essa classe apresenta em sua

composição a probabilidade de que até 46% de seus indivíduos estejam entre 18 e 27 anos.

- EV3 – “Homens sustentáveis multimodais”: nessa classe, predomina a probabilidade de escolhas em relação aos modos “automóvel” e “a pé”, que apresentam uma probabilidade aproximada de 33% cada. O “transporte público” e os modos não motorizados (“bicicleta” e “caminhar”) vêm em segundo lugar, com uma probabilidade aproximada de 15% cada. Vale ressaltar que tais preferências estão relacionadas com outras características do meio de transporte, o que não foi tão frequente entre outros estilos de vida. A composição da classe, na sua maioria, é formada por 92% de homens.
- EV4 – “Mulheres cativas do transporte público”: formado por indivíduos com a possibilidade de escolha de 84% para o modo “transporte público”. As preferências desses indivíduos são para os modos de transporte que apresentam mais de uma opção de mobilidade. Em sua composição, essa classe tem uma probabilidade aproximada de que 74% dela seja do sexo feminino.

No segmento de renda 4 foram identificadas as seguintes classes:

- EV1 – “Alto grau de instrução – Meu automóvel, minha vida”: nessa classe, o “automóvel” faz parte da maior probabilidade de escolha encontrada entre as classes e segmentos, com um valor aproximado de 99%. Com relação às preferências, agilidade e outras características predominam. Além disso, o grau de instrução varia de ensino superior incompleto a pós-graduação, com cerca de 66%. O estado civil casado corresponde a aproximadamente 69% dos indivíduos nessa classe.
- EV2 – “Casados cativos do automóvel”: nessa classe, a predominância de probabilidade de escolhas de modos de transporte recai sobre o modo “automóvel”, com cerca de 82%. É possível perceber que as preferências são para meios de transporte mais rápidos que oferecem mais de uma modalidade de mobilidade. Na composição dessa classe, ocorre a probabilidade de que aproximadamente 75% dos indivíduos sejam casados.
- EV3 – “Mulheres pardas orientadas ao transporte público”: nessa classe, as probabilidades de escolha predominante recaem sobre o “transporte público”, com cerca de 83%. Percebe-se que as preferências são para um transporte mais rápido que ofereça outras características. A classe se compõe com uma probabilidade aproximada de que 68% de seus indi-

víduos sejam do sexo feminino e 40% tenham entre ensino superior incompleto e pós-graduação. Outra característica importante dessa classe é a predominância de pardos (57%).

- EV4 – “Jovens conscientes”: formada por indivíduos que são mais propensos a escolher “transporte público” e “caminhar”, com valores aproximados de probabilidade de 49% e 41%, respectivamente. As preferências são para meios de transporte que sejam mais rápidos e tenham outras características. Vale a pena notar que os jovens são a maioria nessa classe, com 64% entre 18-37 anos, e que 75% dos indivíduos dessa faixa etária são do sexo masculino.

CONCLUSÕES

Os dados utilizados neste estudo, consolidados pelo IPEA (2010), oferecem um cenário que permite compreender o comportamento dos cidadãos brasileiros em relação às suas escolhas diárias de mobilidade. A pesquisa realizada pelo IPEA em todo o país leva em consideração não somente as características socioeconômicas, mas também aspectos ligados às atitudes e opiniões dos indivíduos sobre o sistema de mobilidade brasileira.

O método utilizado no presente capítulo fornece subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas que visem à melhoria da mobilidade urbana, considerando as necessidades e anseios de grupos de indivíduos identificados em cada uma das classes obtidas. Entende-se que os diversos estilos de vida do cidadão brasileiro, apresentados neste capítulo, orientam as escolhas ao modo de transporte.

A obtenção das diferentes classes de estilo de vida nos quatro segmentos de renda propostos, as quais foram determinadas pela análise de classes latentes (LCA), sugere que o perfil da população predominante no Brasil pode ser encontrado nos segmentos de renda 1 e 2, caracterizado por pessoas de baixa renda, mulheres, solteiros em sua maioria e usuários, principalmente, do transporte público e da motocicleta. Nos segmentos de renda 3 e 4, em que há indivíduos com renda variando de média a alta, prevalecem os homens, casados, com maior grau de instrução e com

preferências para agilidade e conforto, que, assim, tendem a utilizar mais o automóvel. No entanto, há indivíduos jovens, solteiros, cujos estilos de vida são guiados por suas preferências por modos de transporte econômicos e sustentáveis, tais como bicicletas e o deslocamento a pé.

Assim, os resultados demonstram a influência do estilo de vida sobre as escolhas para os modos de transporte. Além disso, demonstram o quão diversa é a população brasileira, em que, por exemplo, grupos específicos de idade, estado civil e renda têm probabilidades específicas de escolhas. Com base nesses resultados, as possibilidades de implementação de ações que melhorem a mobilidade nas áreas urbanas brasileiras devem levar em consideração os diversos estilos de vida dos habitantes do país. As classes identificadas neste estudo podem facilitar uma melhor aplicação da legislação vigente relacionada à mobilidade urbana, especialmente considerando a heterogeneidade do estilo de vida da população. A motocicleta, por exemplo, devido ao seu baixo custo, tornou-se uma possibilidade concreta de escolha para pessoas de baixa renda. No entanto, não há políticas consistentes em direção às consequências derivadas da escolha desse modo de transporte e o número de acidentes envolvendo motociclistas eleva-se cada vez mais. No que se refere à probabilidade de indivíduos casados escolherem com maior frequência o modo automóvel, deve-se alertar a sociedade brasileira sobre os impactos negativos trazidos pelo aumento do número de automóveis nas vias (entre outros, congestionamento e poluição), que são amplamente relacionados às políticas públicas de incentivo à aquisição de veículos a baixo custo.

Corroborando o que é encontrado na literatura de transporte de Vasconcellos (2002), o uso de meios de transporte motorizados individuais é maior nas camadas da população de renda mais alta. Pode-se inferir que a escolha pelo modo de transporte é influenciada não somente pelas opções disponíveis, mas também pela atitude e avaliação realizada pelos indivíduos de cada uma das opções, de acordo com suas possibilidades. Infere-se, empiricamente, neste estudo que as pessoas de baixa renda estão sujeitas a maiores restrições de escolhas de modo de transporte.

Por outro lado, também se observa que há uma preferência “latente” para modos de transporte motorizados individuais, como observado nos segmentos de baixa renda, para alguns estilos de vida, com a predominância de probabilidade de escolha do automóvel e da participação considerável da motocicleta.

REFERÊNCIAS

- ADLER, Alfred. *The individual psychology of Alfred Adler: a systematic presentation of selections from his writings*. New York: Basic Books, 1956.
- AJZEN, Icek. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Amsterdam, v. 50, p. 179-211, 1991.
- BHAT, Chandra R.; GUO Jessica Y.; SRINIVASAN, Sivaramakrishnan; SIVAKUMAR, Aruna. Comprehensive econometric microsimulator for daily activity-travel patterns. *Transportation Research Record*, Thousand Oaks, v. 1894, p. 57-66, 2004.
- BOURDIEU, Pierre. *Razões práticas: sobre a teoria da ação*. Campinas: Papirus, 1996.
- GOULIAS, Konstadinos G.; HENSON, Kriste M. On altruists and egoists in activity participation and travel: who are they and do they live together? *Transportation*, Zurich, v. 33, n.5, p. 447-462, 2006.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. v. 29.
- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). *Sistema de Indicadores de Percepção Social – mobilidade urbana*. Brasília: IPEA, 2011.
- MAGIDSON, Jay; VERMUNT, Jeroken K. A non-technical introduction to latent class models. *Statistical Innovations*, Arlington, p. 1-15, 2002.
- SILVA, Alexandre Henrique. *A influência do estilo de vida nas escolhas de transporte: uma análise de classes latentes*. 2013. Tese (Doutorado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- THOMSEN, Thyra Uth. Definitions of life style and its application to travel behavior. In: ANNUAL TRANSPORT CONFERENCE AT AALBORG UNIVERSITY, 1., 1996, Aalborg. *Proceedings* [...]. Aalborg, Esberg, DNN: Aalborg University, 1996. v. 3, n. 1, p. 1-14. Disponível em: http://www.trafikdage.dk/td/papers/papers96/tr_og_ad/uth/uth.pdf. Acesso em: 1º fev. 2011.

VALETTE-FLORENCE, Pierre; JOLIBERT, Alain J. P. A social values, A.I.O., and consumption patterns: exploratory findings. *Journal of Business Research*, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 109-122, 1999.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Annablume, 2002.

WALKER, Joan Leslie. *Extended discrete choice models: integrated framework, flexible error structures, and latent variables*. 2001. Thesis (Doctoral in Transportation Systems) – Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2001.

WEBER, Max. Class, status and party. *In: GERTH, Hans H.; MILLS, Charles W. (ed.). From Max Weber: essays in sociology*. New York: Oxford University Press, 1948. p. 180-195.



O COMPORTAMENTO DE PEDESTRES EM TRAVESSIAS

PATRÍCIA VILELA MARGON
PASTOR WILLY GONZALES TACO

INTRODUÇÃO

A necessidade de tornar as cidades mais “caminháveis” faz com que a compreensão sobre o comportamento do pedestre seja imprescindível. Pesquisas anteriores que investigaram o movimento de pedestres no ambiente urbano abordam uma variedade de temas que vão desde a modelagem de fluxo ao comportamento do pedestre na escolha de rotas e em travessias de vias. Este trabalho apresenta uma revisão literária de estudos existentes sobre o comportamento de pedestres em áreas urbanas, com foco no comportamento de travessia.

Os estudos analisados mostram que o comportamento dos pedestres é influenciado por características demográficas como idade, sexo, entre outras, e características do ambiente de travessia, como velocidade dos veículos, número de faixas de tráfego etc. Esses estudos foram desenvolvidos no contexto da engenharia e/ou da psicologia e sugerem que as características individuais do pedestre, aliadas a fatores relacionados ao ambiente de travessia, podem ser determinantes do comportamento de travessia. O conhecimento das variáveis envolvidas nesse comportamento possibilita ao planejador de transportes a utilização da modelagem, que representa uma importante ferramenta na fase de planejamento, pois melhora a compreensão sobre o pedestre na medida em que permite estruturar e simular o comportamento deste durante o deslocamento.

O objetivo desse capítulo é apresentar uma revisão de pesquisas publicadas que investigaram o comportamento do pedestre em situação de travessia, abordando variáveis individuais e ambientais. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica, envolvendo periódicos científicos, anais de congressos, pesquisas acadêmicas (teses e dissertações) e publicações de organizações governamentais relacionadas ao planejamento de mobilidade e transportes, através do uso de sistemas de busca literária.

Os resultados dessa revisão direcionam a novas questões a respeito dos aspectos conceituais e práticos da modelagem de pedestres, que poderão ser abordadas em pesquisas futuras. Essas questões são discutidas ao final do capítulo, na sétima seção. As seções de 2 a 6 foram estruturadas com a intenção de esclarecer conceitos relacionados ao entendimento do comportamento de pedestres.

O PEDESTRE

É comum encontrar trabalhos em que a definição de pedestre parece estar subentendida, transmitindo uma ideia de que o conceito de pedestre é claro e invariável, para qualquer pessoa em qualquer situação. O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) menciona o termo pedestre em vários artigos, mas não deixa clara a sua conceituação, nem mesmo no glossário, existente no final do texto. É necessário encontrar uma conceituação para a palavra pedestre que represente a realidade global desse termo.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, em sua NBR 10697, define pedestre como “toda a pessoa a pé que esteja utilizando-se de vias terrestres ou áreas abertas ao público, desde que não esteja em veículo a motor, trem, bonde, transporte animal ou outro veículo, ou sobre bicicleta ou sobre animal” (ABNT, 1989, p. 2). Na mesma norma existe um registro para “veículo pedestre”, cuja definição é: “veículo acionado por pessoa, mediante o qual um pedestre pode deslocar-se de maneira diferente da marcha, ou mediante o qual um pedestre pode mover outro pedestre de um lugar a outro. Inclui berço sobre rodas, cadeira de rodas,

carrinho deslizador de criança, patim de rodas e patinetes” (ABNT, 1989, p. 2). Ambas as definições não deixam claros os critérios utilizados para diferenciar o primeiro conceito do segundo.

A formulação do conceito de pedestre deve adotar três princípios básicos: a forma de deslocamento terrestre; a tração humana como força motriz preferencial; e a velocidade de deslocamento (BERKELEY, 2010; CHICAGO, 2011; OAKLAND, 2012; PORTLAND, 1998). A partir da definição clara do conceito de pedestre, pode-se discorrer a respeito das principais características desses indivíduos e da forma como eles se movimentam, inseridos no contexto das pessoas que se deslocam em ambientes urbanos públicos, tais como as ruas, cruzamentos, calçadas, praças, estações de transporte público etc.

Nesse trabalho, fica definido que os pedestres são as pessoas que se deslocam em espaços urbanos públicos: andando a pé; utilizando equipamentos especiais (autopropulsados ou motorizados) que possibilitem a mobilidade para as pessoas que, em razão de deficiência ou dificuldade física, estiverem impossibilitadas de se moverem andando a pé, desde que esses equipamentos não ultrapassem a velocidade média produzida na marcha de caminhada; trabalhando com carrinhos na limpeza urbana (garis, catadores) ou na venda de produtos (vendedores ambulantes); nos veículos utilizados por crianças e que desenvolvem baixas velocidades como carrinhos de bebê, de passeio e velocípedes.

Tal qual a diversidade das pessoas que habitam uma cidade, assim também é a diversidade dos pedestres. Desde os primeiros passos, o ser humano identifica com prazer a liberdade de seguir os seus caminhos. Andar pode ser um meio de atingir universos inexplorados por uma criança, assim como promover a mobilidade e a integração social dos idosos, ou seja, a maioria das pessoas está ou pode se tornar apta a se deslocar a pé. Além da idade, outras diversidades, como a cultural, proveniente das interações dos indivíduos com seus grupos sociais e das trocas realizadas por cada um com o ambiente que o cerca, também exercem influência no comportamento dos pedestres.

Em vista de suas características, os pedestres apresentam maior flexibilidade para circular no ambiente viário do que qualquer outra modalidade de transporte, esquivando-se a todos os inconvenientes encontrados em seu trajeto. Em contraste com o fluxo de veículos, que é distribuído ao longo dos corredores fixos compostos pelas vias trafegáveis e está sujeito a regras específicas de circulação e conduta, o fluxo de pedestres é caracterizado por um significativo grau de aleatoriedade na escolha de rotas e nas decisões de travessia. Consequentemente, o comportamento do pedestre é mais flexível e adaptável do que o do motorista.

As diferentes características dos pedestres, decorrentes das diversidades citadas, farão com que um mesmo indivíduo se comporte de forma diferente dependendo da sua agenda de atividades, do ambiente de travessia e de características ambientais variáveis, como clima e iluminação natural. Para analisar esse comportamento, além de considerar as características próprias do indivíduo, é necessário identificar como acontece a relação desse indivíduo com o espaço com que ele interage. Entende-se que o indivíduo funciona não de maneira isolada, mas na presença, real ou imaginária, de outros, em uma situação que pode ser chamada de ambiente ou cenário social (GÜNTHER, 2003). É necessário considerar o impacto das pessoas sobre o espaço e o do espaço sobre as pessoas, mas principalmente o processo de retroalimentação entre o comportamento e a experiência pessoal.

O AMBIENTE DE TRAVESSIA

O ambiente de circulação para o pedestre é amplo, engloba elementos físicos (calçadas, espaços vazios, vias a serem transpostas) e elementos variáveis (iluminação natural, concentração de pessoas e veículos). Em seus deslocamentos pelo ambiente de circulação, as pessoas compõem o fluxo de pedestres, que é um elemento do trânsito urbano. Rozestraten (1988) conceituou o trânsito como sendo constituído por três sistemas que interagem entre si, sendo eles: o homem, a via e o veículo.

Posteriormente, Günther (2003) expande esse conceito, incluindo um quarto elemento na interação: o meio ambiente, composto pela sociedade, suas normas sociais e leis. Assim, as interações que ocorrem no trânsito, entre homem e ambiente, começam a ser vistas de forma também subjetiva, indicando a necessidade do conhecimento de aspectos do comportamento humano nesse ambiente.

No ambiente do sistema de circulação urbana, as travessias de pedestres são elementos vitais. As facilidades para os pedestres precisam ser projetadas e localizadas com base tanto em fatores qualitativos como quantitativos, para que desempenhem adequadamente suas funções principais: criar a expectativa dos motoristas sobre o local em que os pedestres podem atravessar a via e incentivar estes últimos para o uso adequado dos equipamentos de circulação viária. As travessias de pedestres representam o ambiente onde acontecem as principais interações entre veículos e pedestres. Essas interações são responsáveis por atrasos nos deslocamentos e maior exposição ao risco de acidentes, tanto para pedestres quanto para motoristas.

As travessias são classificadas em três tipos, de acordo com as interações mais comuns existentes:

1. Travessias não sinalizadas, nas quais os veículos constituem o fluxo preferencial e não são influenciados pela presença de pedestres. Nesse tipo de travessias, os pedestres analisam o fluxo, observando intervalos entre as chegadas dos veículos (brechas) que permitam a travessia com segurança. A escolha do momento de travessia é geralmente representada nas simulações por modelos de aceitação de brechas (JACOBSEN, 2011).
2. Travessias semaforizadas, nas quais pedestres e veículos possuem um tempo semafórico específico para suas travessias. Nesses casos, os pedestres devem atravessar durante o tempo de verde do semáforo, sendo desnecessária a análise das brechas no fluxo de veículos. Contudo, em pesquisa observacional, Liu, Silva e Seco (2001) perceberam que, quando existem brechas suficientemente longas para a realização da travessia, os pedestres ignoram o semáforo. Esse dado sugere que a análise de brechas no fluxo de veículos, tende a ser um comportamento habitual dos pedestres em momentos de travessia, podendo ser determinante

na tomada de decisão de atravessar ou não a via em um determinado momento, independente da sinalização do semáforo.

3. Travessias sinalizadas, representadas pelas faixas de segurança, nas quais os veículos devem dar preferência aos pedestres que realizam a travessia. Nesses locais, os motoristas identificam a presença de pedestres que se aproximam da travessia e decidem, em função da sua velocidade e distância da travessia, se concedem a preferência de passagem ao pedestre.

O que se observa é que, durante o desenvolvimento de projetos de implantação de ambientes de travessia, são considerados pouco os aspectos da engenharia de tráfego e menos ainda os aspectos comportamentais do indivíduo que realiza a travessia. Günther (2003) assinala que o estudo do comportamento não deve perder a perspectiva de reciprocidade entre o comportamento do participante do trânsito e seu ambiente, pois o ambiente físico, construído ou natural, exerce influência no comportamento do indivíduo e é influenciado por esse comportamento.

O entendimento do comportamento dos pedestres pode ser possível quando considerar as suas atividades e incorporar as interações entre os pedestres e o meio ambiente (vias, volume de tráfego e quantidade de pessoas). Nessas interações, um complexo processo de tomada de decisão é envolvido, no qual os pedestres percebem e avaliam o ambiente, decidem a estratégia de travessia e a adaptam de acordo com as suas necessidades (PAPADIMITRIOU; GEORGE; GOLIAS, 2009). Entretanto, o comportamento dos pedestres não pode ser visto apenas como uma questão de resposta a estímulos do ambiente de travessia, mas deve-se atentar para o fato de estar fortemente relacionado a fatores humanos inerentes a cada indivíduo.

O COMPORTAMENTO DO PEDESTRE

Para se comportar de forma a atender às expectativas e aos valores de sua coletividade, o pedestre é influenciado por um conjunto de preceitos, normas e valores que são transmitidos de forma espontânea pela

sociedade ao longo do desenvolvimento da pessoa (BARBOSA, 2010). Por exemplo, em cidades onde há uma cultura voltada ao respeito do espaço do pedestre, estes se sentem mais seguros e mais frequentemente atravessam vias utilizando a faixa de travessia.

Ao analisar o comportamento de pedestres, é importante relacionar a dependência dessa movimentação ao ambiente urbano onde ela ocorre, levando em consideração os principais fatores intervenientes na decisão do pedestre sobre qual caminho percorrer e onde realizar a travessia. Helbing *et al.* (2001) investigaram o movimento de pedestres por meio de filmagem e concluíram que, apesar da aparência mais ou menos “caótica” do deslocamento dos pedestres, pode-se encontrar regularidades, algumas das quais se tornaram mais visíveis nos filmes de lapso de tempo:

- Os pedestres mostram uma forte aversão em tomar desvios ao andar na direção desejada, mesmo que a rota direta esteja lotada. Consequentemente, pedestres escolhem a rota mais rápida para o seu próximo destino. Se as rotas alternativas são do mesmo comprimento, um pedestre prefere aquela em que ele pode ir em frente por tanto tempo quanto possível e mudar de direção o mais tarde possível (desde que a rota alternativa seja mais atrativa ou ofereça um ambiente mais favorável à travessia, por exemplo, com menos ruído, mais luz, menos tempo de espera nos semáforos etc.).
- Os pedestres preferem andar com uma velocidade que corresponde à velocidade mais confortável a pé (que é definida pelo menor consumo de energia), enquanto não é fundamental caminhar mais rapidamente, a fim de chegar ao destino em menor tempo.
- Os pedestres mantêm certa distância de outros pedestres e de limites de fronteiras (ruas, paredes e obstáculos). Essa distância é tanto menor quanto maior a pressa do pedestre e também diminui quando a densidade de pedestres aumenta.
- Os pedestres, normalmente não refletem sobre que estratégia comportamental será utilizada em cada situação nova, mas agem de forma mais ou menos automática. Por exemplo, ao entrar em um elevador ou trem, alguns pedestres causam atrasos ou se tornam obstáculos, por não esperarem outros transeuntes que ainda estejam tentando sair.

As atividades realizadas por pedestres em espaços públicos urbanos podem ser divididas em três categorias: atividades necessárias, como trabalho, estudo e saúde; atividades opcionais, representadas por lazer e compras, e atividades sociais, que são atividades derivadas das necessárias e opcionais (GEHL, 1996). A realização de cada uma dessas atividades irá exigir um tipo de interação diferente com o ambiente urbano. As atividades necessárias continuarão sendo realizadas, mesmo que o ambiente de circulação para pedestres tenha deficiências. Já as atividades opcionais e sociais sofrem uma influência direta das condições oferecidas pelo ambiente e são definidas com maior liberdade de escolha, podendo inclusive ser excluídas das atividades previamente programadas pelo indivíduo. As atividades dos pedestres foram identificadas por Papadimitriou, George e Golias (2009) segundo uma estrutura hierárquica nos três níveis de planejamento, em que os pedestres possuem atividades nos níveis: (1) estratégico, que corresponde à escolha do horário de partida e ao planejamento das atividades que serão realizadas; (2) tático, que corresponde à escolha da rota, e (3) operacional, que corresponde aos processos de travessia, desvio de obstáculos e interação com outros pedestres. As atividades do nível operacional são utilizadas para reavaliar as do nível tático, como a escolha de rotas, conforme mostra a Figura 1.

A escolha de rotas realizada por pedestres pode representar um aspecto crítico quando existem múltiplos caminhos e travessias entre a origem e o destino do deslocamento. A alocação de pedestres implica dificuldades especialmente porque eles percorrem áreas sem restrições de direção e sentido, diferentemente das redes utilizadas para a alocação de veículos. Na escolha de rotas de pedestres existem mais possibilidades de locais de travessia do que na de veículos. Os pedestres podem atravessar em interseções, travessias de meio de quadra e locais intermediários, não sinalizados. Nas vias em que existem brechas longas entre os veículos e não existem barreiras físicas, frequentemente os pedestres atravessam nos locais que minimizam a distância até o destino do seu deslocamento, independentemente da sinalização, ampliando o número de rotas possíveis.

FIGURA 1 – NÍVEIS, ATIVIDADES E INTERAÇÕES COMPORTAMENTAIS DOS PEDESTRES



Fonte: Papadimitriou, George e Golias (2009, p. 252).

Se existem fortes indícios de que o comportamento dos pedestres é fruto de utilizações habituais somadas a decisões de planejamento (PAPADIMITRIOU; GEORGE; GOLIAS, 2009), pode-se tentar conhecer e prever o comportamento do pedestre com o apoio de algumas teorias comportamentais, nos contextos da Engenharia e da Psicologia.

AS TEORIAS APLICADAS NAS INVESTIGAÇÕES COMPORTAMENTAIS

Diferentes teorias que versam sobre a temática do comportamento podem ser aplicadas ao estudo do comportamento de pedestres. As relações recíprocas pessoa-ambiente urbano acontecem no espaço físico mediante a mobilidade. Günther (2003) cita quatro conceitos do ambiente físico, salientes para o entendimento do comportamento humano na interação com o espaço:

1. Espaço pessoal: uma área com limites invisíveis cercando o corpo de uma pessoa, na qual intrusos não são permitidos.
2. Territorialidade: um conjunto de comportamentos e atitudes por parte de um indivíduo ou grupo, baseados em controle percebido, tentado

ou real sobre um espaço físico definível, objeto ou ideia, que pode resultar em ocupação habitual, defesa, personalização e demarcação.

3. Privacidade: controle seletivo do acesso a si mesmo ou a seu grupo.
4. Apinhamento: um estado psicológico que inclui o estresse e a motivação de sair de uma situação percebida subjetivamente como densa.

As dimensões físicas e psicológicas de espaço: pessoal, territorialidade, apinhamento e privacidade variam, antes de qualquer coisa, na medida em que as pessoas se deslocam de um lugar para outro (GÜNTHER, 2003). O movimento de uma pessoa, ou grupo de pessoas, afeta de maneira imediata e direta o espaço pessoal, a privacidade, o tamanho do território, a densidade e o apinhamento do espaço no qual a pessoa se move. Essas variações podem exercer influência nas crenças pessoais e na intenção do pedestre em desempenhar determinado comportamento durante a travessia.

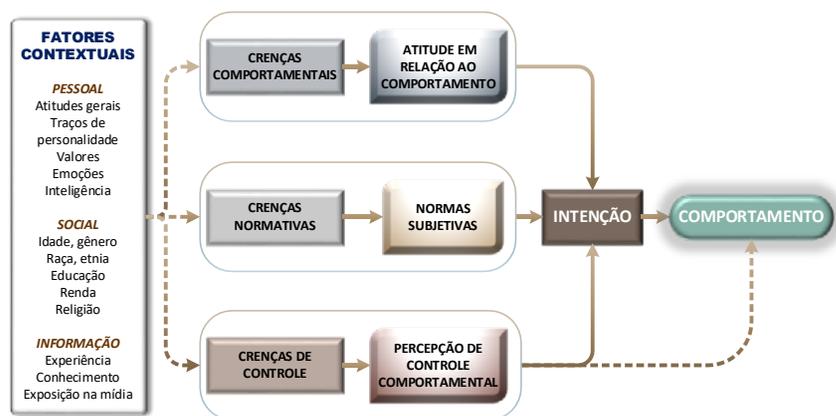
Uma maneira de investigar tais crenças pessoais é através do uso do modelo proposto na Teoria do Comportamento Planejado, desenvolvida por Ajzen (1991). Essa teoria é muito utilizada em estudos que investigam o comportamento humano no trânsito em geral e no estudo do comportamento de pedestres (DÍAZ, 2002; EVANS; NORMAN, 1998; HOLLAND; HILL, 2007; XU; LI; ZHANG, 2013; ZHOU; HORREY; YU, 2009). A teoria do comportamento planejado é baseada na suposição de que os seres humanos normalmente se comportam de uma forma sensata, levando em conta as informações disponíveis e, implícita ou explicitamente, considerando as implicações de suas ações. De acordo com a teoria, intenções (e comportamento) são uma função de três determinantes básicos: o primeiro de natureza pessoal (atitude); o segundo refletindo a influência social (norma subjetiva) e o terceiro referente às questões de controle (percepção de controle comportamental) (AJZEN, 2005).

A teoria assume que a importância relativa da atitude, da norma subjetiva e da percepção de controle comportamental, em relação ao comportamento, depende em parte da intenção sob investigação. Em alguns casos, somente um ou dois dos construtos citados são necessários para explicar uma intenção, enquanto em outros, todos os três fatores são importantes determinantes. Uma infinidade de variáveis pode estar

relacionada às crenças ou influenciar as que as pessoas possuem: idade, sexo, etnia, status socioeconômico, educação, nacionalidade, religiosidade, personalidade, humor, emoção, atitudes gerais e valores, inteligência, participação em grupos, experiências passadas, acesso à informação, suporte social, habilidades de enfrentamento, entre outras (AJZEN, 2005).

Todos esses fatores contextuais podem afetar as crenças comportamentais, normativas e de controle e, como resultado, influenciar as intenções e o comportamento. Na Figura 2, os fatores contextuais são divididos nas categorias individuais, sociais e de informação. A Teoria do Comportamento Planejado reconhece o potencial de cada um desses fatores. Entretanto, as setas pontilhadas na Figura 2 indicam que, embora um dado fator possa de fato influenciar crenças comportamentais, normativas e de controle, não existe necessariamente uma conexão entre os fatores contextuais e as crenças. Se uma determinada crença é ou não afetada por um fator contextual particular é uma questão empírica (AJZEN, 2005).

FIGURA 2 – O PAPEL DOS FATORES CONTEXTUAIS NA TEORIA DO COMPORTAMENTO PLANEJADO



Fonte: Ajzen (2005, p. 135).

Tendo em conta o grande número de fatores contextuais potencialmente relevantes, é indicada a utilização de outras teorias que orientem a seleção desses fatores, com o objetivo de complementar o modelo de comportamento planejado e aprofundar o conhecimento das determinantes comportamentais (AJZEN, 2005). Inúmeras pesquisas, tanto no contexto da engenharia quanto da psicologia, lidam com o comportamento e o movimento de

pedestres nos cruzamentos e em outros locais de travessia. Uma parte importante dessas pesquisas diz respeito à avaliação da concepção de estradas, recursos de controle de tráfego e tratamentos de segurança viária, por meio de estudos que utilizam as abordagens “antes e depois” e observacional.

Outros estudos baseiam-se em modelos de aceitação de brechas (HAMED, 2001; KADALI; VEDAGIRI, 2013; LIU; TUNG, 2014), modelos de nível de serviço (CARVALHO, 2006; FERREIRA; SANCHES, 2001; FRUIN, 1971; KHISTY, 1994; MURALEETHARAN *et al.*, 2004) e modelos de escolha discreta (BARBOSA, 2010; CHOI; SAYYAR, 2012; DÍAZ, 2002; HOLLAND; HILL, 2007; KAPARIAS *et al.*, 2012; ROSENBLOOM; NEMRODOV; BARKAN, 2004; SANT’ANNA, 2006; ZHOU; HORREY; YU, 2009), calibrados por meio de dados observacionais ou dados de preferência declarada. Ainda há as pesquisas que se baseiam nos conceitos de conformidade de travessia, como conformidade com as regras para pedestres (TOM; GRAINÉ, 2001), e conformidade com o espaço, representado pela área do local de travessia, e com o tempo de verde para travessias semaforizadas (ARIOTTI, 2006; LIU; SILVA; SECO, 2001; ROUPHAIL, 1984; SISIOPIKU; AKIN, 2003). Todas essas incursões teóricas contribuem para a investigação e a tentativa de representar o comportamento dos pedestres por meio de modelos.

MODELOS COMPORTAMENTAIS APLICADOS A PEDESTRES

Um modelo é, essencialmente, uma representação da realidade, uma abstração que se utiliza para alcançar uma maior clareza conceitual acerca dessa realidade, reduzindo a sua variedade e complexidade a níveis que permitam compreendê-la e especificá-la de forma adequada para a análise (ORTÚZAR, 2000). Normalmente, em um modelo se expressam, de forma simplificada, as características mais relevantes de um certo fenômeno ou situação real, para o caso estudado.

Uma variedade de fatores pessoais faz com que um indivíduo se comporte de maneira diferente de outro indivíduo. Esses diferentes fatores também permitem que os indivíduos tomem decisões pessoais quando se trata de seus comportamentos de viagem. O comportamento de viagem se refere ao que as pessoas fazem no espaço e a como elas se transportam. Nas pesquisas sobre comportamento de viagem é especialmente

importante considerar os conceitos de alocação de tempo, características demográficas e características pessoais (BURBIDGE; GOULIAS, 2009).

Existem muitas características demográficas e pessoais que exercem influência reconhecida no comportamento de viagem, como idade, sexo, status econômico e nível educacional. No caso do comportamento de pedestres em travessias, os principais fatores demográficos investigados são idade, sexo, envolvimento prévio em acidentes e posse de licença para dirigir, sendo a idade a característica mais constante nas pesquisas (DÍAZ, 2002; EVANS; NORMAN, 1998; HOLLAND; HILL, 2007; KADALI; VEDAGIRI, 2013; LIU; TUNG, 2014).

A maioria dos modelos de comportamento em travessia foi desenvolvido com o foco na tomada de decisão do pedestre em relação ao tempo e/ou local para realizar a travessia. Também parecem ser fortemente regulados pela teoria de aceitação de brechas, de acordo com a qual cada um dos pedestres escolhe uma brecha crítica para atravessar a via, ou pela teoria de utilidade, de acordo com a qual a utilidade de cada alternativa de travessia é um conceito latente, que é modelado como uma variável aleatória, dependendo dos atributos da alternativa e das características do pedestre. Um grande número de estudos analisados examina diferentes aspectos do cruzamento de vias em vários locais e em diferentes condições, baseando-se principalmente em modelos probabilísticos ou determinísticos comuns, calibrados por meio de dados observacionais.

Mediante abordagem semelhante à apresentada por Papadimitriou, George e Golias (2009), foi sintetizada na Tabela 1 a revisão bibliográfica das pesquisas sobre pedestres em situação de travessia, que investigaram e analisaram a influência de variáveis individuais e ambientais no comportamento observado ou relatado. Foram escolhidas apenas as pesquisas que consideraram variáveis individuais e ambientais e investigaram as suas relações no tratamento estatístico dos dados. Apesar de várias pesquisas brasileiras investigarem o comportamento de pedestres em momentos de travessia (ARIOTTI, 2006; CARVALHO, 2006; JACOBSEN, 2011; WERBERICH; PRETTO; CYBIS, 2012), não foram encontrados estudos que considerem as variáveis individuais dos pedestres, avaliando apenas aspectos do ambiente de travessia, por essa razão não foram consideradas na tabela

QUADRO 1
REVISÃO DAS PESQUISAS SOBRE COMPORTAMENTO DE PEDESTRES EM TRAVESSIAS

ANO (PAÍS)	AUTOR (CONTEXTO)	RESUMO DO OBJETIVO DE PESQUISA	BASE(S) TEÓRICA(S) DO INSTRUMENTO DE PESQUISA	VARIÁVEIS		COLETA DE DADOS (N)	ANÁLISE DOS DADOS
				INDIVIDUAIS	AMBIENTAIS		
1998 (País de Gales)	Evans e Norman (Psicologia)	Examinar os determinantes da intenção do pedestre ao fazer a travessia em cenários que representam situações de perigo em potencial.	Conceito de utilidade e Teoria do Comportamento Planejado	Idade, sexo e intenção de comportamento	Composição de cenários retratando situações de travessia	Questionário Autorrelato (210)	Regressão hierárquica
2001 (Jordânia)	Hamed (Engenharia)	Introduzir uma metodologia, combinando modelos de duração e contagem, para estudar o comportamento de pedestres em travessias localizadas em vias com e sem refúgio central.	Aceitação de brechas, teoria de análise de sobrevivência	Idade, sexo, estado civil, n.º de crianças, disponibilidade de veículo particular, local de moradia e envolvimento prévio em acidentes	Travessias de vias com e sem refúgio central	Entrevista (350)	Modelos de riscos proporcionais e Regressão de Poisson
2002 (Chile)	Díaz (Psicologia)	Mensurar as atitudes dos pedestres em relação a violações das regras de trânsito, auto avaliação de violações, erros e lapsos.	Percepção de risco e Teoria do Comportamento Planejado	Idade, sexo, envolvimento prévio em acidentes e posse de licença para dirigir	Composição de cenários retratando situações de travessia	Questionário Autorrelato (146)	Modelagem por equação estrutural
2004 (Israel)	Rosenbloom, Nemratov e Barkan (Psicologia)	Investigar os efeitos da religiosidade e da fé no comportamento dos pedestres.	Percepção de risco	Idade e sexo	Localização: região ultra ortodoxa e região não ortodoxa	Observação (1047)	Qui-quadrado
2004 (Japão)	Muraiethara-net al. (Engenharia e psicologia)	Propor um método para determinar o nível de serviço de um caminho para pedestres, considerando as condições de calçadas e travessias.	Nível de serviço e conceito de utilidade	Idade, sexo, ocupação, modo de viagem	Infraestrutura viária, tráfego e facilidades de travessia	Questionário Autorrelato (531)	Equação de utilidade proposta como método
2007 (Inglaterra)	Holland e Hill (Psicologia)	Examinar as diferenças de crenças entre os grupos demográficos na intenção de fazer a travessia em situação de risco.	Percepção de risco e Teoria do Comportamento Planejado	Idade, sexo, motoristas e não motoristas	Composição de cenários retratando situações de travessia	Questionário Autorrelato (293)	Modelo linear generalizado

TABELA 5
REVISÃO DAS PESQUISAS SOBRE COMPORTAMENTO DE PEDESTRES EM TRAVESSIAS

ANO (PAÍS)	AUTOR (CONTEXTO)	RESUMO DO OBJETIVO DE PESQUISA	BASE(S) TEÓRICA(S) DO INSTRUMENTO DE PESQUISA	VARIÁVEIS		COLETA DE DADOS (N)	ANÁLISE DOS DADOS
				INDIVIDUAIS	AMBIENTAIS		
2009 (China)	Zhou, Horrey e Yu (Engenharia)	Examinar o papel da conformidade de travessia em relação ao compartilhamento de outros pedestres.	Percepção de risco e Teoria do Comportamento Planejado	Idade, sexo e tendências de conformidade	Composição de cenários retratando situações de travessia	Questionário Autorrelato (426)	Regressão linear múltipla
2011 (França)	Tom e Granié (Engenharia)	Explorar as diferenças entre gêneros na conformidade com as regras de travessia para pedestres.	Conformidade de travessia	Sexo, movimento de cabeça em direção a veículos, outros pedestres, cão e semáforos	Travessias semaforizadas e não semaforizadas	Observações (400)	Qui quadrado
2012 (Grécia)	Popadimitriou (Engenharia e psicologia)	Analisar o comportamento de pedestres em relação à travessia ao longo de viagens iniciais em malhas viárias urbanas.	Consideração topológica das redes viárias e calçadas urbanas e teoria de utilidade estocástica	Idade, sexo, velocidade de caminhada, pressa, posse de bagagens, acompanhado por outra pessoa	Cenário real de caminhada proporcionando escolhas de travessia	Filmagens (491)	Modelos de escolha discreta
2013 (19 países da Europa)	Papadimitriou, Theofilatos e Yannis (Engenharia e psicologia)	Identificar padrões de atitudes, percepção e comportamento dos pedestres na Europa.	Percepção de risco e regras de segurança viária.	Sexo, idade, nacionalidade	Área rural, suburbana, urbana	SARTRE 4 Questionário (4290)	Análise de cluster
2013 (Índia)	Kudali e Vedagiri (Engenharia)	Investigar o comportamento sob condições de tráfego misto, considerando brechas delimitadas.	Aceitação de brechas e teoria da escolha discreta	Sexo, idade, posse de bagagens, padrão de travessia	Tempo de espera e de observação do fluxo, pelotão de pedestres, velocidade dos veículos e pedestres	Filmagens (4198)	Regressão linear múltipla
2014 (Taiwan)	Liu e Tung (Engenharia)	Investigar os efeitos da idade, brecho, hora do dia e velocidade de aproximação do veículo na decisão de atravessar a via.	Aceitação de brechas	Idade, velocidade de marcha	Hora do dia, brecha admissível, velocidade do veículo	Observação e entrevista (32)	Regressão logística

DISCUSSÃO

O presente capítulo indicou que, ao realizar uma travessia, características ambientais e individuais podem influenciar o comportamento de pedestres. No entanto, as condições ambientais mais importantes que intervêm na escolha do local e momento de iniciar uma travessia referem-se diretamente aos aspectos físicos de cada local e às características de intensidade, composição e velocidade do fluxo veicular e do fluxo de pedestres. O presente capítulo objetivou apresentar uma síntese cronológica de pesquisas que investigaram o comportamento do pedestre em situação de travessia, abordando variáveis individuais e ambientais, por meio de uma revisão de literatura.

Em uma avaliação crítica sobre os modelos de comportamento de pedestres, Papadimitriou, George e Golias (2009) avaliaram modelos de escolha de rotas e de situações de travessia. Os autores concluíram que a modelagem do comportamento de pedestres em travessia deve ser expandida para atender a tomada de decisão ao longo de viagens completas, combinando a escolha de rotas com situações de travessias, investigando características individuais, da via, do tráfego e das possíveis rotas. A interdependência entre variáveis que influenciam a escolha de rotas e o comportamento em travessia deve ser capturada e expressa pelos modelos que simulam o deslocamento de pedestres, através da incorporação de atributos com opções similares a situações de travessia em modelos de escolha de rotas e atributos escolha de rota em modelos de decisão travessia. Obviamente, a formulação e a estimação de tais modelos não são simples e está muito além do escopo do presente capítulo. No entanto, com uma combinação de técnicas de modelação adequadas, adaptadas à estrutura de modelagem discutida acima, deve-se possibilitar a obtenção de resultados úteis e relevantes.

Nesse quadro, Papadimitriou, George e Golias (2009) sugerem que os modelos de escolha discreta parecem ser uma família adequada de modelos para descrever a escolha de rotas e o comportamento do pedestre

em travessia, pois possibilitam a análise tanto desagregada e determinista. Além disso, há uma grande variedade de técnicas disponíveis que permitem a análise dos processos hierárquicos, incluindo modelos encomendados (*ordered*), aninhados ou cruzados. Mais especificamente, a natureza das decisões dos pedestres entre uma combinação de alternativas traz uma necessidade de relaxar os pressupostos de independência dessas alternativas, introduzindo dependências que só podem ser capturadas por modelos aninhados cruzados (*cross-nested*) ou modelos mistos. Além disso, a dinâmica dos processos de tomada de decisão de pedestres ao longo das viagens também pode ser examinada por meio de modelos de escolha discreta.

Mesmo as pesquisas publicadas após a análise crítica apresentada por Papadimitriou, George e Golias (2009) continuam, em sua maioria, tratando separadamente o comportamento do pedestre em momento de travessia do comportamento na escolha de rotas. Uma exceção é apresentada por essa própria autora (PAPADIMITRIOU, 2012), em que foi realizada uma análise do comportamento de pedestres, em relação à travessia de vias, com a observação de uma viagem completa, considerando a topologia das vias e calçadas da malha urbana.

Ainda assim, identifica-se a existência de uma lacuna a ser preenchida, no que se refere ao desenvolvimento de estudos de investigação do comportamento de pedestres que envolvam tanto a observação durante uma viagem completa quanto o levantamento de dados por meio de pesquisas de autorrelato. O comportamento real desempenhado pelo pedestre, em contraste com o que é por ele relatado, pode ser um grande passo para assimilar as questões do pedestre ao se deslocar pelo ambiente urbano, servindo como subsídio para o desenvolvimento de novas pesquisas da área, bem como para o planejamento de políticas públicas mais eficientes e que atendam as reais necessidades dos pedestres.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Pesquisas de Acidentes de Tráfego – NBR 10697*. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

AJZEN, Icek. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Amsterdam, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.

AJZEN, Icek. *Attitudes, personality and behavior*. Berkshire: Open University Press, 2005.

ARIOTTI, Paula. *Análise do padrão de comportamento de pedestres em travessias semaforizadas*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BARBOSA, Gregory Aguiar Caldas. *Percepção de risco e comportamento dos pedestres: um estudo exploratório na cidade de Maceió*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

BERKELEY. *Berkeley pedestrian master plan*. Berkley, 2010. Disponível em: www.ci.berkeley.ca.us/pedestrian. Acesso em: 10 nov. 2012.

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. *Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997*. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: Ministério da Justiça, 1997.

BURBIDGE, Shaunna; GOULIAS, Konstadinos. Active travel behavior. *Transportation Letters*, London, v. 1, n. 2, p. 147-167, 2009.

CARVALHO, Marcus Vinicius G. S. A. *Um modelo para dimensionamento de calçadas considerando o nível de satisfação do pedestre*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CHICAGO. *Chicago Pedestrian Master Plan*. Chicago: Chicago Department of Transportation, 2011. Disponível em: https://www.chicago.gov/content/dam/city/depts/cdot/supp_info/ChicagoPedestrianPlan.pdf. Acesso em: 15 dez. 2012.

CHOI, Eunyoung; SAYYAR, Sara Sardari. Urban diversity and pedestrian behaviour – refining the concept of land-use mix for walkability. In: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 8., 2012, Santiago. *Proceedings* [...]. Santiago: PUC Chile, 2012.

DÍAZ, Emilio Moyano. Theory of planned behavior and pedestrians intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 169-175, 2002.

EVANS, Daphne; NORMAN, Paul. Understanding pedestrians' road crossing decisions: an application of the theory of planned behaviour. *Health Education Research*, Oxonia, v. 13, n.4, p. 481-489, 1998.

FERREIRA, Marcos Antonio G.; SANCHES, Suely P. Índice de qualidade das calçadas – IQC. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, São Carlos, ano 23, p. 47-60, 2º sem. 2001.

FRUIN, John J. Design for pedestrians: a level-of-service concept. *Highway Research Record*, Washington, v. 355, p. 1-15, 1971.

GEHL, Jan. *Life between buildings: using public space*. Copenhagen: Arkitektens Forlag, 1996.

GÜNTHER, Hartmut. Mobilidade e affordance como cerne dos estudos pessoa-ambiente. *Estudos de Psicologia*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 273-280, 2003.

HAMED, Mohammed M. Analysis of pedestrians – behaviour at pedestrian crossings. *Safety Science*, Lefkosia, Cyprus, v. 38, n. 1, p. 63-82, 2001.

HELBING, Dirk *et al.* Self-organizing pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design 2001*, London, v. 28, n. 3, p. 361-383, 2001.

HOLLAND, Carol; HILL, Roslyn. The effect of age, gender and driver status on pedestrians intentions to cross the road in risky situations. *Accident Analysis and Prevention*, Orlando, v. 39, n. 2, p. 224-237, 2007.

JACOBSEN, André C. *Microssimulação da travessia de pedestres*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KADALI, Bhadradi R.; VEDAGIRI, P. Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. *European Transport / Trasporti Europei*, Napoli, v. 55, n. 3, p. 1-17, 2013.

KAPARIAS, Ioannis *et al.* Analysing the perceptions of pedestrians and drivers to shared space. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 15, n. 3, p. 297-310, 2012.

KHISTY, C. Jotin. Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept. *Transportation Research Record*, Berkeley, v. 1438, p. 45-50, 1994.

LIU, Ronghui; SILVA, João Pedro da C.; SECO, Álvaro J. M. A bi-modal microsimulation tool for the assessment of pedestrian delays and traffic management. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF TRAVEL BEHAVIOUR RESEARCH CONFERENCE, 9., 2000, Gold Coast, Australia. *Proceedings [...]*. Bingley: Emerald Publishing, 2000. p. 1-17.

LIU, Yung-Ching; TUNG, Ying-Chan. Risk analysis of pedestrians' road-crossing decisions: effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed. *Safety Science*, Lefkosia, Cyprus, v. 63, p. 77-82, 2014.

MURALEETHARAN, Thambiah *et al.* Evaluation of pedestrian level-of-service on sidewalks and crosswalks using conjoint analysis. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 83., 2004, Washington. *Proceedings [...]*. Washington: TRB, 2004.

OAKLAND. *Pedestrian master plan – city of Oakland, 2004*. Disponível em: <http://www2.oaklandnet.com/>. Acesso em: 15 out. 2012.

- ORTÚZAR, Juan Dios S. *Modelos de demanda de transporte*. México: Alfaomega, 2000.
- PAPADIMITRIOU, Eleonora. Theory and models of pedestrian crossing behaviour along urban trips. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 75-94, 2012.
- PAPADIMITRIOU, Eleonora; GEORGE, Yannis; GOLIAS, John. A critical assessment of pedestrian behaviour models. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 12, n. 3, p. 242-255, 2009.
- PAPADIMITRIOU, Eleonora; THEOFILATOS, Athanasios; YANNIS, George. Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behaviour in Europe. *Safety Science*, Lefkosia, v. 53, p. 114-122, 2013.
- PORTLAND. *Portland pedestrian plan*. Portland: Office of Transportation, Engineering and Development/Pedestrian Transportation Program, 1998. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/90244>. Acesso em: 20 out. 2012.
- ROSENBLUM, Tova; NEMRODOV, Dan; BARKAN, Hadar. For heaven's sake follow the rules: pedestrians behavior in an ultra-orthodox and a non-orthodox city. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 7, n. 6, p. 395-404, 2004.
- ROUPHAIL, Nagui M. Midblock crosswalks: a user compliance and preference study. *Transportation Research Record*, n. 959, p. 41-47, 1984.
- ROZESTRATEN, Reinier Johannes A. *Psicologia do trânsito: conceitos e processos básicos*. São Paulo: EPU/Edusp, 1988.
- SANT'ANNA, Rogéria Motta de. *Mobilidade e segurança no trânsito da população idosa: um estudo descritivo sobre a percepção de pedestres idosos e de especialistas em engenharia de tráfego*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- SISIOPIKU, Virginia P.; AKIN, Darçin. Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 249-274, 2003.
- TOM, Ariane; GRANIÉ, Marie-Axelle. Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads. *Accident Analysis and Prevention*, Orlando, v. 43, n. 5, p. 1794-1801, 2011.
- WERBERICH, Bruno Rocha; PRETTO, Carlos Oliva; CYBIS, Helena Beatriz B. Análise e simulação de comportamento de pedestres em momento de travessia. In: PANAM – CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE TRÂNSITO, TRANSPORTE E LOGÍSTICA, 17., 2012, Santiago. *Anais [...]*. Santiago de Chile: Universidade dos Andes, 2012.

XU, Yaoshan; LI, Yongjuan; ZHANG, Feng. Pedestrians' intention to jaywalk: automatic or planned? A study based on a dual-process model in China. *Accident Analysis and Prevention*, Orlando, v. 50, p. 811-819, 2013.

ZHOU, Ronggang; HORREY, William J.; YU, Ruifeng. The effect of conformity tendency on pedestrians road-crossing intentions in China: an application of the theory of planned behavior. *Accident Analysis and Prevention*, Orlando, v. 41, n. 3, p. 491-497, 2009.



LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN EL COMPORTAMIENTO DE PEATONES

SEBASTIAN SERIANI AWAD

INTRODUCCIÓN

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades. Las ciudades están en constante crecimiento y la congestión se ha vuelto un gran problema. Muchos piensan que ese problema está enfocado al tráfico vehicular, sin embargo en ciudades latinoamericanas, como Santiago de Chile, solo un 22% de los viajes diarios se realiza en auto, mientras que 37% se traslada a pie y 33% en transporte público (SECTRA, 2006). Asimismo, ciudades desarrolladas, como Londres, sólo un 34% de los viajes diarios se realiza en auto, mientras que 21% se traslada a pie y el 42 % en transporte público (incluyendo metro, buses, tranvías y trenes) (TFL, 2011).

Entonces, la dificultad que enfrentan las ciudades es dar solución al transporte de personas por el espacio público, a diferencia del enfoque de mediados del siglo xx que buscó resolver la circulación de automóviles por las vías. No obstante, cuando el espacio público no está diseñado adecuadamente, las personas tienen que recorrer largas distancias, realizar combinaciones entre medios de transporte y moverse en espacios urbanos que no están preparados para ellas, aumentando el número de accidentes. Por ejemplo, en el caso de Chile, según estadísticas de Conaset (2012), entre el año 2001 y 2012, hubo casi 20 mil fallecidos por accidentes de tránsito, de los cuales 42% fueron peatones.

Según Koolhaas (2002), eso se explica debido a la falta de planificación de transporte en las ciudades contemporáneas del siglo XXI, pues los espacios de grandes obras de infraestructura de transporte o proyectos urbanos tales como estaciones de metro han perdido el concepto de lugar y se han convertido en *junkspace*. El concepto *junkspace* se refiere a zonas o espacios de circulación peatonal sin diseño urbano, con una geometría extensa, que se forman por la acumulación de capas sin significado o proporción con el entorno. Por lo tanto, son lugares que se han convertido en espacios ineficientes e inseguros para la evacuación y el movimiento natural de los peatones.

En relación al transporte, el conocido Buchanan Report (HMSO, 1963) señala que el tráfico en las ciudades conlleva a la degradación de la calidad de vida urbana cuando aumenta el nivel de flujos vehiculares en las calles. Bajo esas condiciones surgen impactos negativos a los peatones, tales como riesgo de accidentes, contaminación del aire, ruido, segregación del entorno, intrusión visual y efectos estéticos negativos.

Sin embargo, en la mayoría de las ciudades latinoamericanas los ingenieros de transporte se han enfocado solo al tránsito de vehículos y como acomodar el incremento en la demanda de esos; entonces, se ha abierto una oportunidad multidisciplinaria para crear o restaurar espacios como lugares de movilidad dentro de la ciudad, que incluyen la eficiencia y la seguridad de los peatones por sobre el automóvil. Ingenieros, arquitectos y diseñadores urbanos han reconocido esa oportunidad y están empezando a hablar un lenguaje común para resolver esa deficiencia.

Para ello, debemos considerar que las estaciones de metro se han transformado en *nodo-lugar* (BUSQUETS, 2006; LÓPEZ, 2008). *Nodo*, en ese contexto, se refiere a puntos de acceso entre redes de transporte tales como metro, buses y rutas peatonales; y *lugar* como siendo puntos específicos de las ciudades donde existen una concentración de espacio público, comercio y edificios. Según Seriani (2010), como *nodo-lugar* los peatones deben transitar al menos por 5 espacios de circulación: *tren-andén*; *andén-escaleras*; *mesanina* (donde están las boleterías); *espacio complementario* (por ejemplo, comercio); y *ciudad* (por ejemplo, calle).

FIGURA 1 – CINCO ESPACIOS DE CIRCULACIÓN PEATONAL EN ESTACIÓN LOS DOMÍNICOS



La principal preocupación que debemos tener en estos espacios de transferencia entre el metro y el bus (en adelante metro-bus) es la necesidad de incorporar nuevas metodologías y modelos de análisis. Muchos métodos se proponen en diferentes libros (TRRL, 1995), manuales (MIN-VU, 2009) y sitios *web* (PPS, 2009). Además, diferentes empresas están desarrollando nuevos modelos de microsimulación para peatones, tales como Legion Studio (2006).

En particular, los modelos de microsimulación peatonal se están consolidando en los campos de la ingeniería, arquitectura y urbanismo como herramienta de toma de decisiones claves en aspectos relativos al diseño, seguimiento operacional y seguridad, ya que a diferencia de la macrosimulación peatonal, permiten analizar los peatones tanto a nivel global (comportamiento general de masas) como individual (comportamiento en detalle de individuos, interacciones entre sí y con el entorno) en diferentes espacios de circulación.

Este capítulo permitirá a ingenieros, arquitectos y diseñadores urbanos identificar los comportamientos de viaje de los peatones en espacios de intercambio metro-bus y comprobar si los elementos de circulación satisfacen la demanda de pasajeros. Para ello, primero se define el peatón, el pasajero, sus dimensiones y las variables que describen la caminata

como un modo de transporte en espacios de transferencia metro-bus. Luego, se describen los patrones de comportamiento de los peatones en estos espacios. Posteriormente, se definen las capacidades de ciertos dispositivos, tales como cruces peatonales. La siguiente etapa es la relación de variables que definen la circulación peatonal mediante el uso de un modelo de microsimulación. Finalmente, se proponen recomendaciones de diseño para esos espacios.

EL PEATÓN

A partir de distintos autores (MINVU, 2009; FRUIN, 1992; STILL, 2000), se define qué es un peatón, un pasajero, sus dimensiones y las variables que describen la caminata como un modo de transporte.

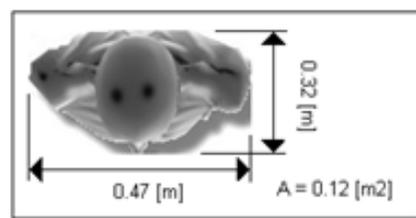
Se considera *peatón* cualquier persona que camine por la ciudad, sin embargo para el presente capítulo se utilizará el concepto de *pasajero* [pax], ya que es la persona que utiliza los vehículos de locomoción colectiva tales como metro o buses.

El área de un pasajero es una elipse vista en planta, la cual está determinada por la profundidad del abdomen y el ancho de los hombros del pasajero. Según Apud y Gutiérrez (1997), los estudios antropométricos de hombres chilenos entre 17 y 60 años han mostrado que el cuerpo de un hombre chileno representa una elipse de área $0,12\text{m}^2$.

El *espacio entre pasajeros* es la distancia horizontal que hay entre el borde del cuerpo de un pasajero que se encuentra en la posición “i” y el borde del cuerpo de otro pasajero que se encuentra en la posición “i+1” justo delante de él.

La *ocupación* es el porcentaje del espacio ocupado por pasajeros que circulan en relación al espacio físico disponible. Ya el *flujo* es la razón entre la cantidad de pasajeros y los minutos por metro de ancho de espacio físico [pax/min-m].

FIGURA 2 - DIMENSIONES DEL CUERPO HUMANO PROMEDIO CHILENO



La *velocidad* es la razón entre la distancia y el tiempo, la cual varía según superficie de circulación. En zonas planas, la velocidad es de 5 km/h, mientras que en escaleras la velocidad de subida es de 1,85 km/h, lo que representa un 7,5% menos que la velocidad de bajada (2 km/h), debido al esfuerzo necesario.

La *elevación* corresponde a la pendiente longitudinal que reduce la velocidad, la cual se hace significativa a partir de un 5%. Por ejemplo, si la elevación aumenta en un 10%, la velocidad se reducirá en un 30%.

La *accesibilidad*, según Tyler (2002), es el grado en que es posible llegar al sistema de transporte y por lo tanto utilizarlo. Es por ello que la accesibilidad debe tener en cuenta la distancia o el tiempo necesario para alcanzar dicho sistema. Por ejemplo, muchas ciudades en el mundo han aceptado que los pasajeros deben tener acceso a una ruta de bus a no más de 400 metros, que equivale a 5 minutos caminando desde su origen. El mismo autor dice que es interesante especular por qué una determinada distancia ha sido elegida y por qué se define como una norma única para una ciudad en particular. Por lo tanto, la accesibilidad debe incluir otras variables como la percepción del individuo frente a las dificultades que enfrenta durante el viaje, por ejemplo, el riesgo, el malestar y la inseguridad.

De esa forma, Fernández, Planzer e Palma (2001), utilizando la propuesta de Citra (1998), aplicaron como medida el siguiente índice de accesibilidad al transporte público.

$$A = \alpha_D D + \alpha_E E + \alpha_I I + \alpha_R R + \alpha_V V + \alpha_W W + \alpha_S S + \alpha_F F + \alpha_L L + \alpha_C C \quad (1)$$

Donde A es el valor subjetivo de la caminata [\$/cuadra]; D es la distancia de caminata [cuadras]; E es la condición del entorno (descuidado, normal, agradable); I es la demora de cruce en las intersecciones [min]; R el nivel de ruido en la calles (bajo, medio, alto); V el estado de la vereda (deteriorada, normal, excelente); W el ancho de la vereda [m]; S las características de vigilancia (existe, no existe); F la calidad de la franja peatonal (existe, no existe); L son las características de iluminación

en la ruta (débil, normal, excelente); C el nivel de congestión peatonal en la ruta (inexistente, media, alta); y α_j son parámetros asociados a cada variable.

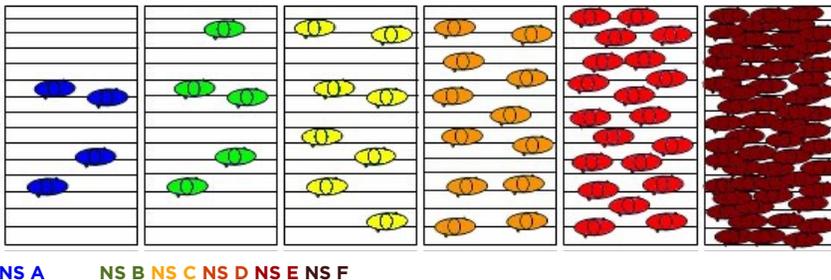
Asimismo, Fujiyama y Tyler (2004, 2010) estudiaron la relación entre la velocidad de caminata y las características físicas para predecir dicha velocidad entre una variedad de peatones y gradientes en escaleras. El estudio demostró que existe una importante correlación entre la fuerza en las piernas P [Watt], el ángulo de elevación θ [grados], el peso del pasajero m [kg] y la velocidad horizontal v_h [m/s]. El modelo tiene la siguiente forma:

$$v_h = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot l_n(P) + \alpha_2 \cdot m + \alpha_3 \cdot \tan\theta \tag{2}$$

Donde $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ son coeficientes.

Por otro lado, a partir de modelos de macrosimulación peatonal, Fruin (1971) desarrolló un indicador cuantitativo llamado *Nivel de Servicio (NS)*, el cual indica el grado de congestión y conflicto en un espacio de circulación peatonal según parámetros generales de velocidad, densidad y flujo en zonas planas o escaleras. Cómo se muestra en la Figura 3, ese indicador va desde la letra A (flujo libre, sin conflictos) hasta la letra F (densidad crítica, flujo esporádico, frecuentes detenciones y contacto físico), donde NS igual a E es la capacidad peatonal.

FIGURA 3 - DENSIDAD PEATONAL UTILIZANDO EL NS EN SUPERFICIES PLANAS



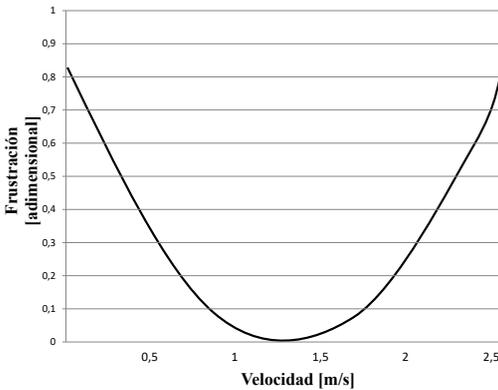
La *densidad* es la razón entre la cantidad de pasajeros y la superficie de espacio físico disponible a usar [pax/m^2]. Mientras que el área ocupada por un pasajero es la razón entre la superficie de espacio físico disponible a usar y la cantidad de pasajeros [m^2/pax]. Cuando se tiene un n_s igual a F se considera una *densidad de multitud*, es decir cuando se tiene una densidad mayor o igual a $2,17\text{pax}/\text{m}^2$ para superficies sin pendiente y mayor o igual a $2,63\text{pax}/\text{m}^2$ para escaleras.

La *energía necesaria para trasladarse* es la energía [kcal] consumida por el pasajero según la distancia, tiempo empleado, tipo de cruce peatonal y elevación del suelo. Es recomendable que los cruces peatonales sean a nivel de la calle, ya que un pasajero consumirá 6 veces más energía si elige utilizar un paso inferior en vez del nivel calle y 9 veces más si elige un paso superior en vez del nivel calle.

La *insatisfacción* peatonal, según el modelo de microsimulación Legion Studio (2006), se define como la suma de 3 variables físicas y psicológicas que degradan la calidad del viaje: *inconveniencia*, *incomodidad* y *frustración*. La inconveniencia (I) es el esfuerzo físico para caminar una cierta distancia. La incomodidad (D) es la falta de espacio personal. Finalmente, la frustración (F) es la necesidad de reducir la velocidad al caminar en espacios congestionados.

Algunos autores como Kagarlis (2002) ya han identificado que la relación entre la *frustración* (F) y la *velocidad* (V) de los peatones forman curvas en “U”. F será igual a cero si V llega a $1,4 \text{ m/s}$ (flujo libre o $n_s = A$). Pero si V aumenta o disminuye, F aumentará. Por lo tanto, puede existir un mismo valor de F para dos diferentes valores de V . Cuando V se incrementa, hay una situación de pánico o evacuación de emergencia, de lo contrario, cuando V se disminuye hay colas y congestión (ver Figura 4).

FIGURA 4 - RELACIÓN FRUSTRACIÓN VS VELOCIDAD EN SUPERFICIES PLANAS



Fuente: Kagarlis (2004).

EL COMPORTAMIENTO PEATONAL

A partir de distintos estudios (FRUIN, 1992; STILL, 2000), el pasajero adopta diferentes comportamientos frente a una situación de multitud, de acuerdo a sus propias motivaciones e información.

El *efecto del espacio* se refiere a que los pasajeros prefieren evitar el contacto con otras personas salvo cuando dicha exclusión es inevitable.

El *efecto del menor esfuerzo* corresponde al efecto de que los pasajeros usan el menor esfuerzo para trasladarse desde un punto presente a un punto futuro y no necesariamente la ruta más corta, como ocurre con los vehículos. Además, los pasajeros tienden a caminar por la misma ruta y lugar que utilizan habitualmente.

El *efecto de la geometría* busca marcar diferencia entre los pasajeros y otros modos de transporte, ya que a diferencia de los vehículos, los pasajeros pueden circular libremente por los espacios y sólo están restringidos por la geometría del entorno donde circulan.

El *efecto del nivel propio* se produce cuando el espacio para circular se ve reducido y por lo tanto los pasajeros competirán para obtener más espacio para moverse. Además, en algunos casos llega a ver falta de inteligencia colectiva y los pasajeros circulan en *clusters*, es decir grupos o filas

donde cada pasajero sigue al pasajero que está delante de él sin considerar que el recorrido elegido por ese pasajero sea el adecuado en términos de eficiencia y seguridad.

El efecto de la organización propia se debe a que en densidades de multitud ($NS = F$) los peatones se autoorganizan formando líneas de caminata uniforme en sentido y dirección tal que se evita la colisión de frente.

CAPACIDADES Y MICROSIMULACIÓN PEATONAL

En esta sección, se definen las capacidades de ciertos dispositivos peatonales, tales como los cruces de cebray cruces peatonales semaforizados. Se revisan, además, los manuales y normas chilenas de diseño vial para peatones. Asimismo, se estudia el comportamiento de los peatones en espacios de transferencia metro-bus, mediante el uso del modelo de microsimulación peatonal de Legion Studio (2006).

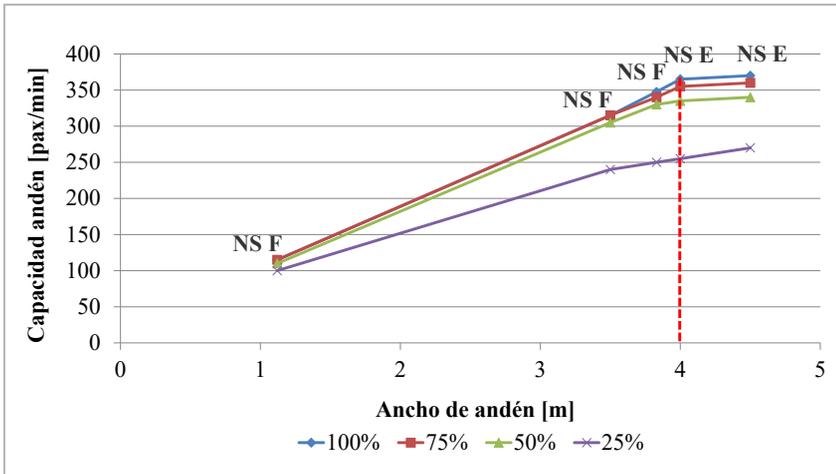
Los resultados de este capítulo se obtuvieron a partir de la metodología propuesta por Seriani (2010), quien estudió una muestra del 10% de la red de Metro de Santiago y consideró la Estación Los Dominicos como caso de estudio, que contiene los 5 espacios de circulación indicados en la Figura 1. Dado que dicha estación es un terminal, se consideró que no hay pasajeros esperando en el andén y ese se desocupa por completo al llegar a la estación. Además, para considerar diferentes demandas de pasajeros, se asumió diferentes porcentajes de descargas de un tren a capacidad (1504 pasajeros); esas son 100, 75, 50 y 25 por ciento de la capacidad. Finalmente, se supuso que existen dos andenes por estación (uno es utilizado siempre para descargar pasajeros y otro para cargar pasajeros).

Tren-andén

En el espacio tren-andén, el andén es el elemento más relevante. Según Minvu (2009), el andén de un metro es el espacio de circulación y espera para la carga y descarga de pasajeros hacia o desde el tren, el cual está determinado por el largo del tren, mientras que el ancho de andén está determinado por el ancho efectivo, el cual se calcula restando el ancho de línea de seguridad.

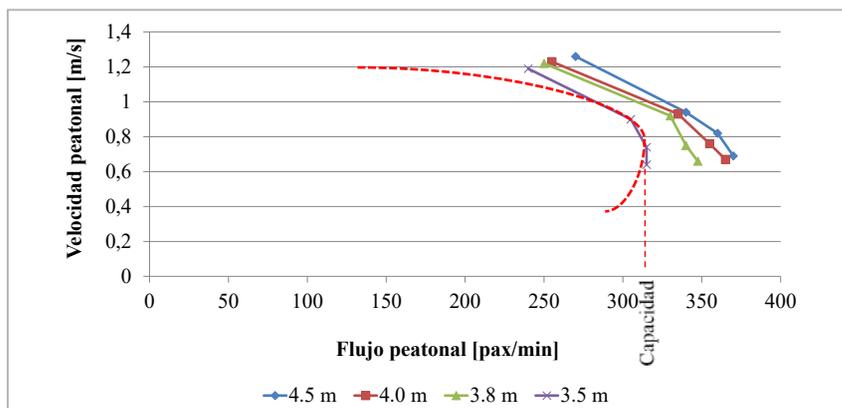
Seriani (2010) estimó que la capacidad del andén se puede aumentar hasta un ancho de andén de 4 metros, en donde se tiene un $NS = E$ (capacidad peatonal). Por encima de esa cifra, no se logra una ganancia importante al aumentar el ancho del andén, por ejemplo para 4,5 m (el máximo ancho de andén obtenido de estaciones del Metro de Santiago). Eso ocurre para cualquier descarga de pasajeros expresada como porcentaje de la capacidad del tren. Por ello, pareciera ser que ese ancho es un mínimo recomendable (ver Figura 5). A partir de los datos del mismo autor, se puede hacer la relación entre la insatisfacción y el ancho de andén, llegando a las mismas conclusiones. Respecto a los valores mínimos, un ancho de 1,12m (NFPA-130, 2007) logra un $NS = F$ incluso para la demanda más baja, por lo tanto no es recomendable en ningún caso.

FIGURA 5 - CAPACIDAD ANDÉN VERSUS ANCHO DE ANDÉN SEGÚN DESCARGA DE PASAJEROS



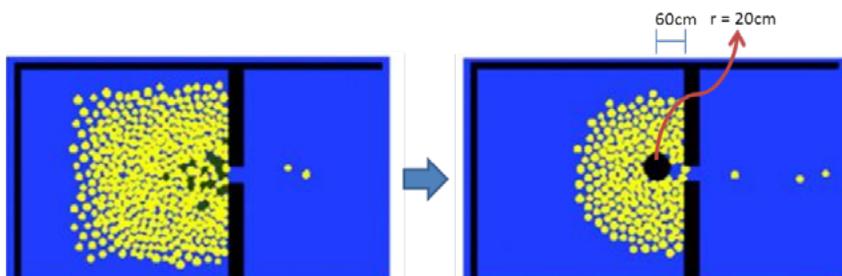
Un segundo análisis, realizado por Seriani (2010), fue la creación de relaciones flujo-velocidad de peatones en andenes. Eso se muestra en la Figura 6. Como se puede observar en la figura, para un ancho de andén de 3,5 m se logra un flujo máximo de 315 pasajeros por minuto para un 75% de la descarga de un tren ($NS = F$). Para otros anchos, la capacidad no se logra obtener, pero las curvas tienen la forma característica de las relaciones flujo-velocidad.

FIGURA 6 - RELACIONES FLUJO-VELOCIDAD PEATONAL PARA DIFERENTES ANCHOS DE ANDÉN



Por último, según Helbing, Farkas e Vicsek (2000), una columna situada frente a una puerta de salida de un pasillo puede aumentar el flujo de pasajeros, así como se puede reducir la densidad de esos. De hecho, Seriani (2010) demostró que una columna de 20 cm de radio a 60 cm frente a la puerta de salida de un pasillo de transferencia o trasbordo aumenta la accesibilidad y reduce la insatisfacción, ya que el flujo de peatones se incrementa en 3 pax/min y la densidad disminuye en 11% en el pasillo (ver Figura 7).

FIGURA 7 - COLUMNA VERTICAL FRENTE A UNA PUERTA DE SALIDA DE UN PASILLO DE TRANSFERENCIA O TRASBORDO



Fuente: Helbing, Farkas e Vicsek (2000).

Andén-escaleras

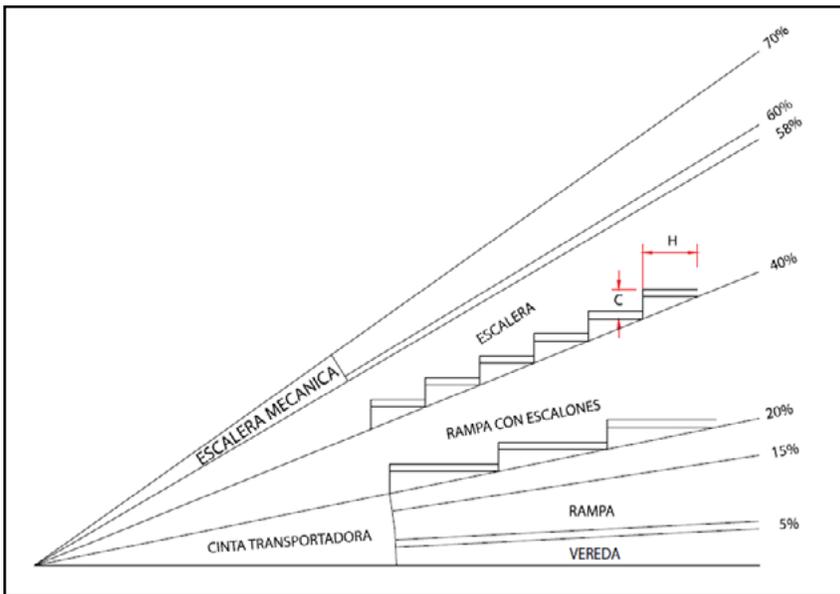
Las escaleras y escaleras mecánicas son los espacios de comunicación entre distintos niveles (MINVU, 2009). Según el mismo manual,

el ancho mínimo de escaleras unidireccionales es de 1 m, mientras que de escaleras bidireccionales es de 2m. Respecto a las escaleras mecánicas, el manual de Metro de Madrid S.A. (2009) indica que el ancho mínimo de esas debe ser de 1,65m. Cuando existen rampas, Minvu (2009) sugiere que el ancho mínimo sea de 2 m (2,50 m para discapacitados) y su pendiente longitudinal esté entre el rango 5 y 15% (ver Figura 8).

En relación a los peldaños de las escaleras, Minvu (2009) establece que debe haber un descanso de 1,5 m cuando existen más de 15 peldaños. Asimismo, el largo de la huella H [m] de los peldaños debe estar entre 0,28 y 0,34 m, mientras que la contrahuella C [m] de los peldaños debe estar entre 0,14 y 0,17 m, donde ambos deben cumplir que:

FIGURA 8 - TIPOS DE ESCALERAS SEGÚN ELEVACIÓN MÁXIMA

$$0,62 = 2 \cdot C + H \tag{3}$$

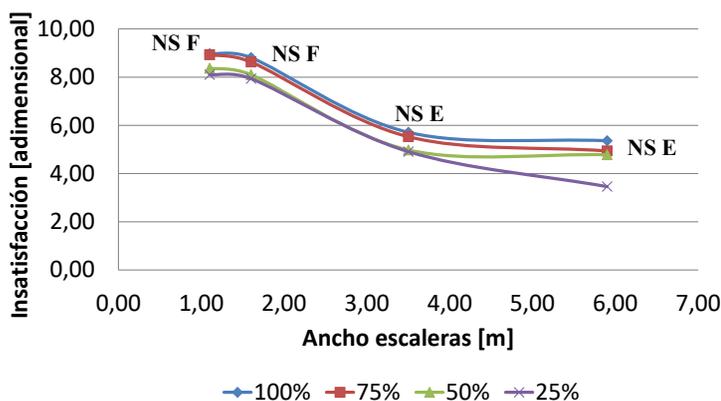


Fuente: Minvu (2009).

En ese espacio, uno de los resultados más relevantes de Seriani (2010) es la relación entre la capacidad de escaleras y el ancho de esas.

El autor estimó que la capacidad de las escaleras se puede aumentar hasta un ancho de 3,5 m, en donde se tiene un $NS = E$ y un flujo de pasajeros unidireccional de 250 pax/min. Por encima de esa cifra, no se logra una ganancia importante al aumentar el ancho de las escaleras, lo que demuestra que ese ancho es un mínimo recomendable. Eso ocurre para cualquier descarga de pasajeros expresada como porcentaje de la capacidad del tren. A partir de los datos del mismo autor, se puede hacer la relación entre la insatisfacción y el ancho de escaleras, llegando a las mismas conclusiones (ver Figura 9). Respecto a los valores mínimos, un ancho de 1 m logra un $NS = F$ incluso para la demanda más baja, por lo tanto no es recomendable en ningún caso. En relación a las escaleras mecánicas, se recomienda un ancho de 1,65 m, el mismo mencionado en el manual de Metro de Madrid S.A. (2009), alcanzando un flujo máximo unidireccional de 115 pax/min.

FIGURA 9 - INSATISFACCIÓN EN ESCALERAS *VERSUS* ANCHO DE ESCALERAS SEGÚN DESCARGA DE PASAJEROS



El mismo autor (SERIANI, 2010) identificó que si aumenta la cantidad de escaleras, aumenta la accesibilidad y disminuye la insatisfacción, ya que disminuye el tiempo máximo de evacuación, el cual según NFPA-130 (2007) no debe sobrepasar los 240 s, de modo que si se proporcionan dos escaleras por andén, el tiempo máximo de evacuación se alcanza para

cualquier descarga de pasajeros. Eso implica que si la descarga de un tren es mayor al 50% de su capacidad, debe proporcionarse al menos dos escaleras de 3,5 m.

Mesanina

La mesanina es el espacio articulador de circulaciones entre el túnel de acceso, espacios complementarios y los andenes. En ese espacio se ubican las boleterías, los torniquetes y las puertas de salida, y por ende es el acceso al área pagada y descenso a los andenes.

Respecto a los elementos de conteo, Seriani (2010) encontró que a medida que el número de torniquetes aumenta, la accesibilidad aumenta y la insatisfacción disminuye, ya que se reduce el tiempo de evacuación de la mesanina. Ese tiempo alcanza un valor mínimo de 580 segundos para dos grupos de 4 torniquetes. Asimismo, en el caso de las puertas de salida del andén hacia la mesanina, dos grupos de 6 puertas por andén es un punto de inflexión, ya que al aumentar aún más la cantidad de puertas por andén no se obtiene una ganancia mayor en los tiempos de evacuación.

En relación a la ubicación de boleterías, el mismo autor (SERIANI, 2010) identificó que si esas se encuentran a la izquierda o a la derecha de la mesanina, en lugar del centro, se obtiene el mínimo tiempo de despeje de la mesanina (795 segundos). Sin embargo, si la boletería se ubica en el centro de la mesanina se logra la menor densidad de pasajeros en la mesanina: 1,07 pax/m², ya que las colas de pasajeros se desarrollan hacia el acceso de la mesanina sin obstruir la circulación de pasajeros hacia los torniquetes de entrada a los andenes.

Por último, se demostró que cualquier forma de canalización de pasajeros aumenta la accesibilidad y disminuye la insatisfacción, ya que se evita los conflictos de circulación frente a las boleterías y se reduce la distancia hacia las salidas y entradas de las estaciones, alcanzando una densidad de mesanina de 0,82 pax/m² (56% menor que sin canalización).

Complementario

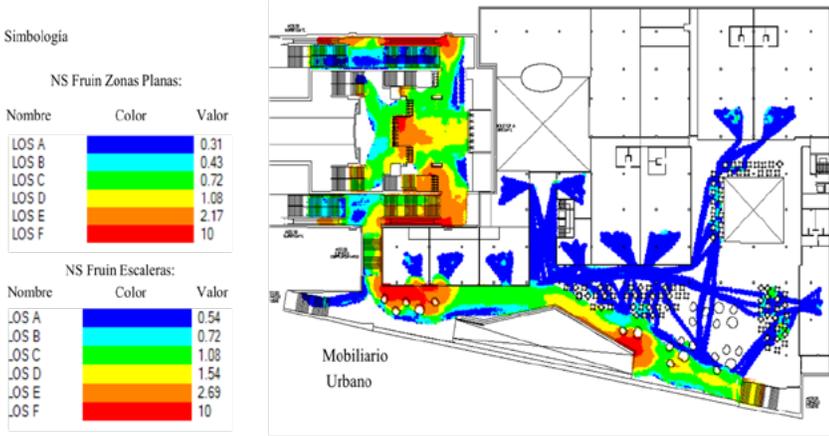
En el espacio complementario se ubican los patios, pasillos comerciales y el mobiliario urbano. Los primeros dos elementos, según Minvu (2009), son la prolongación de locales comerciales hacia zonas peatonales (especialmente restaurantes). En el caso del mobiliario urbano, ese se refiere a elementos continuos (macetas, bancas etc.) o discontinuos (letreros, basureros, mesas de restaurant etc.) que se conectan con los patios o pasillos comerciales con el fin de cumplir la función de descanso y recreación.

Según Seriani (2010), como era de esperar, mientras mayor es el ancho del pasillo comercial, el flujo de pasajeros aumenta proporcionalmente. Eso se produce hasta un ancho de pasillo de 7,5 metros ($NS = E$), en donde se alcanza la mínima densidad de 1,14 pax/m² y un flujo máximo de 655 pasajeros por minuto en ambas direcciones. Sobre ese ancho el flujo de pasajeros aumenta menos que proporcionalmente. Ahora bien, si a un pasillo de 7,5m de ancho se le coloca mobiliario urbano (por ejemplo, mesas de restaurantes) el flujo de pasajeros se reduce casi un 30%, alcanzando un valor de 465 pax/min y $NS = F$ (ver Figura 10). Por lo tanto, es importante ubicar esos elementos en espacios donde no obstaculice el flujo natural de las personas, por ejemplo en espacios subutilizados de las esquinas.

Respecto a las escaleras, se encontró que una escalera de 7,5m de ancho con descanso de 1,5 m aumenta el flujo en 31% (obteniendo un valor de 400 pax/min) y reduce la densidad en 62% (alcanzando un valor de 0,99 pax/m²). Además, si se sustituye la escalera por una rampa de elevación 10%, el flujo aumenta a 410 pax/min y la densidad se reduce a 0,65 pax/m².

Por último, el mismo autor (SERIANI, 2010) identificó que un pasamano central, en las escaleras de 7,5m de ancho, aumenta la accesibilidad y reduce la insatisfacción, ya que permite organizar el flujo en cada dirección, lo cual aumenta la capacidad en un 20% (llegando a 186 pax/min-dirección) y reduce la densidad en un 55% (alcanzando un valor de 1,17 pax/m²) en comparación con una escalera sin pasamanos central.

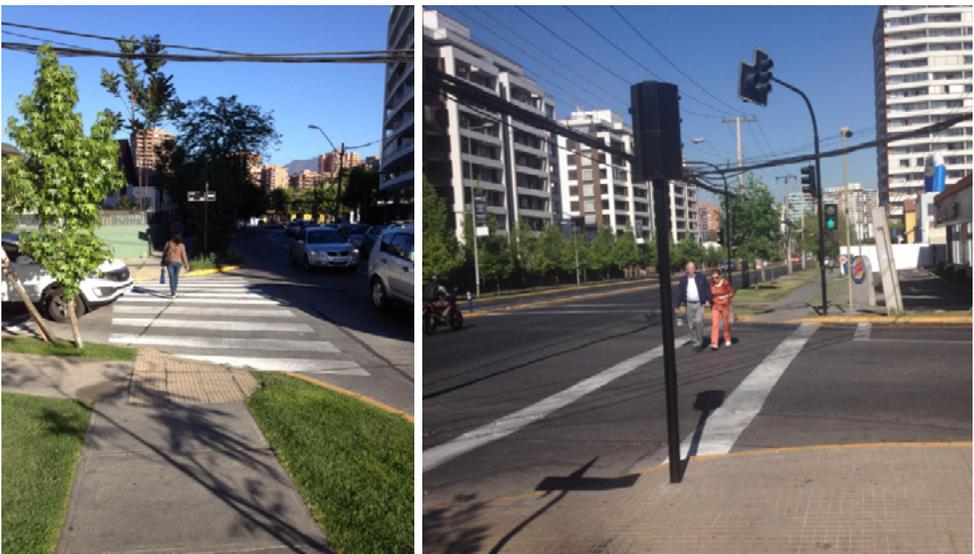
FIGURA 10 - MAPA DE DENSIDADES [PAX/M2] EN ESTACIÓN LOS DOMÍNICOS, SANTIAGO DE CHILE



Ciudad

En el espacio de la ciudad, las capacidades están relacionadas a los cruces de cebra, los cruces peatonales semaforizados, las veredas y los paraderos de buses.

FIGURA 11 - DEMARCACIÓN DE UN CRUCE DE CEBRA (IZQUIERDA) Y CRUCE PEATONAL SEMAFORIZADO (DERECHA) EN SANTIAGO DE CHILE



El primero de ellos delimita una zona de la calzada donde el pasajero tiene derecho de paso en forma irrestricta (CONASET, 2003). En el caso de Chile, la regulación está constituida por la demarcación de bandas paralelas al eje de la calzada, de color blanco. El ancho mínimo de la senda definida por las bandas paralelas debe ser de 4m (ver Figura 11 izquierda).

En el caso de los cruces semaforizados, el mismo manual chileno (CONASET, 2003), indica que la delimitación está dada por un semáforo peatonal, el cual puede ser actuado por los mismos pasajeros que desean cruzar. La demarcación está establecida por dos bandas perpendiculares al eje de la calzada, de color blanco (ver Figura 11 derecha). El ancho mínimo de la senda o paso peatonal semaforizado es de 2 m. Para flujos peatonales superiores a 500 pasajeros por hora, el ancho de dicho paso peatonal debe aumentar en 0,50 m por cada 250 pax/h, hasta alcanzar un máximo de 5 m. En la Figura 12, se muestra como los cruces peatonales pueden lograr una mayor accesibilidad y una menor insatisfacción, al incorporar huellas táctiles, rebajes de veredas, cambios de texturas de suelo (adoquines y pastelones), islas-refugio, demarcación, señalización e iluminación (Accesibilidad Universal, 2012).

FIGURA 12 - ACCESIBILIDAD UNIVERSAL DE UN CRUCE PEATONAL EN LONDRES, REINO UNIDO



Para los cruces de cebra y cruces semaforizados la capacidad se asume igual al flujo de saturación peatonal S_p [pax/h], el cual está dado por lo siguiente (FERNÁNDEZ, 2011):

$$S_p = 3600 \cdot w \cdot v \cdot d \quad (4)$$

Donde, w es el ancho de la zona de cruce peatonal [m], v es la velocidad de las filas de peatones que se desplazan en el cruce [m/s], y d es la densidad de pasajeros en el grupo que cruza [pax/m²].

En el caso de las veredas en el nivel calle, según Minvu (2009), esas se definen como la parte pavimentada de la acera, la cual está ubicada entre la calzada y la línea de cierre. El ancho mínimo de las veredas es de 2 m y puede llegar a ser de 3,5 m en zonas comerciales e incluso de 5 m frente a un paradero de buses.

Sin embargo, Seriani (2010) identificó que la capacidad de las veredas próximas a los paraderos de buses o estaciones de metro, se puede aumentar hasta un ancho de 7 m, en donde se tiene un $ns = E$ y una capacidad de 500 pax/min en ambas direcciones. Por encima de esa cifra, no se logra una ganancia importante al aumentar el ancho de la vereda. Respecto a los valores mínimos, un ancho de 2 m logra un $ns = F$, por lo tanto no es recomendable en ningún caso. Asimismo, no es recomendable usar mobiliario urbano o comercio informal en las veredas, ya que la capacidad disminuye en 26%.

En relación a los paraderos de buses, según Minvu (2009), el paradero o área de parada es el lugar de encuentro entre el vehículo de transporte público y los pasajeros, el cual se determina físicamente por tres aspectos: localización, número de andenes y número de sitios de parada y su longitud. El andén es el área donde los pasajeros se ubican para esperar el bus, mientras que el sitio de parada es el lugar en la calzada donde se detiene el bus para descargar o cargar pasajeros.

Según diversos estudios (IHT, 1997; FERNÁNDEZ, 2004), las áreas de parada deben poseer un largo mínimo de 12 m y ancho mínimo de 3m. Además, deben contar con espacios de separación entre sitios de parada para permitir maniobras de los buses. Donde cada pista del paradero sea al menos

de 3,5 m de ancho (exclusivo para buses) y una segunda pista adyacente y paralela al área de parada para facilitar las maniobras (ver Figura 13).

FIGURA 13 - MODELO IDEAL DE DISEÑO PARA PARADEROS DE BUSES



Fuente: IHT (1997) e Fernández (2004).

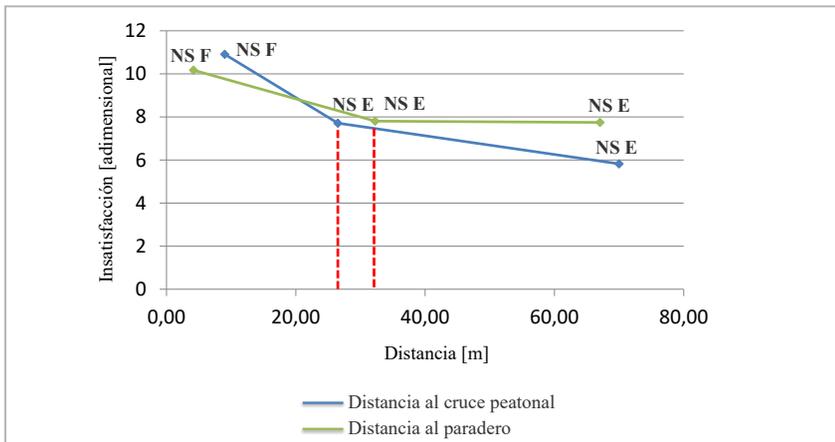
Respecto al andén, los mismos autores (IHT, 1997; FERNÁNDEZ, 2004) indican que ese debe tener una textura diferente, ancho mínimo de 2,5m y largo igual al área de parada para evitar su congestión. Asimismo el andén debe estar desplazado 0,3 m hacia la calzada para facilitar la aproximación y el alineamiento de los buses con el andén. Para ello, se requiere de soleras curvas (tipo Kassel) a lo largo del andén para proteger y guiar las ruedas del bus al borde del andén. Respecto a la altura del andén esa debe ser de 0,3 m elevada de la calzada y 0,15 m de la vereda frente al primer sitio para facilitar las operaciones de transferencia y uso preferente de ese sitio. Eso implica que es necesaria una rampa de transición entre las diferentes alturas del andén de 6 m de largo y una elevación de 2,5%, ubicada frente al espacio de separación entre los sitios. Por último, se debe proporcionar acceso al andén y panel de información con rutas e itinerarios de los buses que usan el paradero ubicado en la cabecera del andén o al inicio del refugio, el cual debe ubicarse frente al primer sitio y del mismo largo que el área de parada (12 m) para agrupar a los pasajeros frente a ese sitio. Por último, el refugio

de cumplir con amenidades para atraer a los pasajeros, tales como asientos, iluminación, mapas de alrededores y cualidades estéticas.

Para estudiar la accesibilidad en estos espacios, Seriani (2010) identificó la relación entre la insatisfacción con respecto a la distancia desde la estación de metro hasta el paso de peatones del cruce vehicular más cercano, y hasta la parada de bus más cercana (ver Figura 14). En el primer caso, el punto de inflexión se obtiene a los 26 m ($NS = E$), indicando que esa es la distancia óptima entre la estación y el cruce peatonal. Asimismo, el punto de inflexión entre la estación y el paradero de bus más cercano es 24m ($NS = E$). Por lo tanto, se podría decir que la distancia entre una estación de metro y cualquier otro modo de transporte, tales como un cruce peatonal o una parada de bus, no debe estar más allá de 25 m.

Tal como se describió anteriormente, la insatisfacción es la suma de tres variables físicas y psicológicas: inconveniencia (I), incomodidad (D) y frustración (F). Luego, cuando la distancia hacia un origen (cruce peatonal o parada de bus) aumenta, I aumenta, pero D y F disminuyen ya que hay más espacio para circular y por tanto una menor densidad peatonal, lo que aumenta la velocidad. Esa es la razón por la cual para un rango de 100 m a medida que aumenta dicha distancia la insatisfacción disminuye, donde la variable I pesa menos que las otras variables D y F en los peatones.

FIGURA 14 - INSATISFACCIÓN VERSUS DISTANCIA AL CRUCE VEHICULAR Y AL PARADERO DE BUS



COMENTARIOS FINALES Y RESUMEN DE RECOMENDACIONES

Este capítulo ha incorporado nuevas metodologías de análisis para que los lectores puedan incorporarlas en sus propios proyectos. Esto es, la inclusión de nuevos conceptos y modelos de microsimulación en el diseño de sistemas de transporte mediante el análisis de variables físicas y psicológicas como la insatisfacción, la accesibilidad, la densidad, el flujo y la velocidad peatonal.

Las futuras investigaciones en esta área deberán enfocarse en estudiar el detalle de los espacios de transferencia en la interacción entre el espacio público y los buses para generar nuevas guías de diseño que incluyan las lógicas peatonales en todo tipo de estaciones. Podrán ser recomendaciones cuantitativas o cualitativas, que no solo mejoren la seguridad y eficiencia del espacio de circulación, sino también mejoren la accesibilidad e insatisfacción del peatón.

Finalmente, se presenta un resumen de las recomendaciones de diseño en espacios de transferencia metro-bus (ver Tabla 1).

TABLA 1

RECOMENDACIONES DE DISEÑO EN ESPACIOS DE TRANSFERENCIA METRO-BUS

ESPACIO CIRCULACIÓN	ELEMENTO	VARIABLE	VALOR
Tren-Andén	Andén	Ancho mínimo [m]	4
	Columnas en puerta de salida de pasillo de transferencia	Radio [m]	0,2
		Distancia entre la puerta de salida y el centro de la columna [m]	0,6
Andén-Escaleras	Escalera	Cantidad de escaleras por andén	2 (cuando demanda sobrepase el 50% de la capacidad del tren)
	Escalera	Ancho mínimo [m]	3,5
	Escalera	Huella(h) y contrahuella(c) [m]	$h = 0,3$ y $c = 0,16$
	Escalera mecánica	Ancho mínimo [m]	1,65
Mesanina	Torniquetes (conteo)	Cantidad mínima y distribución torniquetes	7 en 1 grupo o 8 en 2 grupos de 4
	Puertas de salida (conteo)	Cantidad mínima y distribución puertas de salida	12 en 2 grupos de 6 por andén
	Boletería	Ubicación	Izquierda o derecha de la mesanina
	Cajas en boletería	Cantidad mínima	9
	Pasillo de canalización	Cantidad y ubicación pasillos de canalización	1 pasillo por detrás de las boleterías para evitar entrecruzamientos

(continua)

ESPACIO CIRCULACIÓN	ELEMENTO	VARIABLE	VALOR
Espacio Complementario	Pasillo comercial	Ancho mínimo [m]	7,5
	Esquinas y mobiliario urbano	Cantidad y distribución de mobiliario urbano	En las esquinas donde se producen espacios subutilizados
	Rampas	Máx. pendiente longitudinal	10%
	Escalera	Descanso de escalera [m]	1 descanso de 1,5m cada 15 escalones
	Escalera	Cantidad pasamanos	2 bordes y 1 central
Ciudad	Acceso del metro	Ancho mínimo [m]	8
	Vereda	Ancho mínimo [m]	7
	Cruce peatonal y parada de bus	Distancia mínima desde el acceso del metro hacia el cruce peatonal y parada de bus	25

(conclusión)

Fuente: Seriani (2010)

REFERENCIAS

ACCESIBILIDAD UNIVERSAL. *Manual de accesibilidad universal*. Santiago de Chile: Corporación Ciudad Accesible, 2012.

APUD, Elías; GUTIÉRREZ, Manuel. Diseño ergonómico y características antropométricas de mujeres y hombres adultos chilenos. *In: JORNADAS IBEROAMERICANAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES*, 1., 1997, Santiago. *Documentos [...]*. Santiago, 1997.

BUCHANAN, Colin. *Traffic in towns: a study of the long term problems of traffic in urban areas: report of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1963.

BUSQUETS, Joan. Defining the urbanistic project-ten contemporary approaches. *Harvard Design Magazine*, Cambridge, p. 71-73, 2006.

CITRA (Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte). *Análisis y proposición de políticas de inversión para favorecer a los peatones*. Santiago: Citra, 1998.

CONASET (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito). *Manual de señalización de tránsito*. Santiago de Chile: Conaset, 2003.

CONASET. *Evolución de siniestros de tránsito, consecuencias e indicadores*. Santiago de Chile: Conaset, 2012.

FERNÁNDEZ, Rodrigo. Design issues on high-standard bus stops. *ITE Journal*, Washington, v. 74, n. 2, p. 68-74, 2004.

FERNÁNDEZ, Rodrigo. *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. Lima: Fondo Editorial: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.

FERNÁNDEZ, Rodrigo; PLANZER, Rosemarie; PALMA, Carolina de. Modelos para estimar la accesibilidad y acceso al sistema de transporte público. *In: CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE*, 10., 2001, Concepción. *Actas [...]*. Concepción: Universidad de Concepción, 2001. p. 191-202.

FRUIN, John J. Designing for pedestrians: a level-of-service concept. *Highway Research Record*, Washington, n. 355, p. 1-15, 1971.

FRUIN, John J. *Designing for pedestrians*. Washington: National Transportation Library, 1992. Disponível em: http://ntl.bts.gov/docs/11877/Chapter_8.html. Acesso em: 7 ago. 2013.

FUJIYAMA, Taku; TYLER, Nike. An explicit study on walking speeds of pedestrians on stairs. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILITY AND TRANSPORT FOR ELDERLY AND DISABLED PEOPLE*, 10., 2004, Hamamatu, Japan. *Proceedings [...]*. Tokyo: Japan Society of Civil Engineers: Ecomo Foundation, 2004. p. 643-652.

FUJIYAMA, Taku; TYLER, Nike. Predicting the walking speed of pedestrians on stairs. *Transport Planning and Technology*, London, n. 33, p. 177-202, 2010.

HELBING, Dirk; FARKAS, Illés; VICSEK, Tamas. Application of microscopic pedestrian simulation model. *Nature*, London, n. 407, p. 208-409, 2000.

IHT (Institution of Highway and Transportation). *Transport in the urban environment (TUE)*. London: IHT, 1997.

KAGARLIS, Marios A. *Method and apparatus of simulating movement of an autonomous entity through an environment*. Depositor: Maia Institute. us 2004/0059548A1. Depósito: 9 sept. 2020. Concesión: 25 marzo 2004.

KOOLHAAS, Rem. Junkspace, logan airport: a world-class upgrade for the twenty-first century. *October*, v. 100, Cambridge, p. 175-190, 2002.

LEGION STUDIO. *Computer models for fire and smoke*. 2006. Disponível en: http://www.firemodelsurvey.com/pdf/Legion%20Studio_2007.pdf. Acesso en: 7 ago. 2013.

LÓPEZ, Ana María. *El metro como infraestructura de proyecto urbano: tres escenarios de intervención para la estación de metro Plaza Maipú*. 2008. Tesis (Doctorado en Desarrollo Urbano) – Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2008.

METRO DE MADRID S. A. *Infraestructuras módulo 7: diseño de estaciones accesibilidad*. Madrid: Dirección de Arquitectura, Obra Civil y Patrimonio Unidad de Obra Civil, 2009.

MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo). *Recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana (REDEVU)*. Santiago de Chile: Minvu, 2009.

NFPA (National Fire Protection Association) 130. *Standard for fixed guide way transit and passenger rail systems*. Massachusetts: International Codes and Standards Organization, 2007. chapter 5, "Stations".

PPS (Project for Public Spaces). *Diagrama de evaluación espacio público*. Nueva York: PPS, 2009. Disponible en: http://www.pps.org/reference/what_is_placemaking/. Acceso en: 7 ago. 2013.

SECTRA (Secretaria de Planificación de Transporte). *Generación de viajes por modo*: Gran Santiago 2006. Santiago de Chile: Sectra, 2006.

SERIANI, Sebastián. *Microsimulación peatonal en espacios de intercambio metro-bus. Estación los dominicos*. 2010. Tesis (Doctorado en Ingeniería Civil y Proyecto Urbano) – Universidad de los Andes y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2010.

STILL, Keith. *Crowd dynamics*. 2000. Thesis (Doctor of Philosophy in Mathematics) – University of Warwick, Coventry, England, United Kingdom, 2000.

TFL (Transport for London). *Modal shares of daily journey stages in London*. London: TFL, 2011.

TRL (Transport Research Laboratory). *Hacia vías más seguras en países en desarrollo: guía para planificadores e ingenieros*. Santiago de Chile: Conaset, 1995.

TYLER, Nick A. *Accessibility and the bus system: from concepts to practice*. London: Thomas Telford, 2002.



INFORMAÇÃO PARA USUÁRIOS DO SISTEMA DE TRANSPORTE: REVISÃO DA LITERATURA COM FOCO NAS PREVISÕES EM TEMPO REAL SOBRE A CHEGADA DE ÔNIBUS AOS PONTOS DE PARADA

ELAINE CRISTINA SCHNEIDER DE CARVALHO
ORLANDO STRAMBI

INTRODUÇÃO

A fim de lidar com as incertezas originadas da variabilidade e da não confiabilidade do sistema de transporte, bem como advindas das limitações do próprio conhecimento a respeito do sistema, os indivíduos adotam estratégias diversas. É possível, por exemplo: evitar modos, rotas e horários que sabidamente apresentem muitas oscilações no tempo de viagem; adotar margens de segurança no planejamento da viagem, adiantando o horário de partida; ou ainda utilizar o tempo de viagem dentro do veículo para realizar outras atividades. Acrescenta-se também à lista de estratégias a alteração do destino da viagem (realizando a atividade pretendida em outra localidade), o cancelamento da viagem (caso o deslocamento seja custoso a ponto de superar os benefícios pretendidos com ela) e a busca de informações adicionais sobre o sistema que auxiliem no planejamento e execução da viagem, quer sejam provenientes de opiniões de outros usuários e da mídia, ou de orientações dos gestores e operadores do sistema (BONSALL, 2004).

A última das estratégias mencionadas é o objeto deste capítulo, que traz uma revisão (não exaustiva) da literatura sobre a informação para o usuário do sistema de transporte, dando ênfase às previsões em tempo real de chegada de veículos aos pontos de ônibus, fornecidas por Painéis de Mensagem Variável (PMVs).

O conteúdo a seguir está estruturado em três partes principais: a primeira é dedicada à informação ao usuário sob uma perspectiva ampla, não voltada a nenhum modal ou tipo de informação específicos; a segunda é dedicada aos efeitos das previsões em tempo real sobre a chegada de veículos aos pontos de ônibus; finalmente, na terceira parte é sugerida uma agenda de pesquisa a partir dos tópicos abordados na revisão da literatura.

INFORMAÇÃO AO USUÁRIO: DA NECESSIDADE AO USO

Nesta seção são descritos os mecanismos em ação desde a identificação da necessidade de informação até a incorporação desta última ao processo decisório, bem como questões relativas à confiabilidade da informação. No entanto, cabe previamente uma exposição sucinta das classificações da informação para usuários do sistema de transporte.

Classificações da informação

Chorus *et al.* (2006) classificam a informação usada pelo usuário em duas categorias: (1) informação para geração de alternativas (até então desconhecidas pelo usuário) e (2) para caracterização de alternativas já conhecidas. No caso do transporte público, por exemplo, uma nova alternativa pode ser uma linha de ônibus até então desconhecida, enquanto o tempo de viagem dessa linha é um atributo que a caracteriza. Já Grotenhuis, Wiegmans e Rietveld (2007) classificam a informação quanto ao momento da viagem em que é usada: antes do início, com finalidade de planejamento; ou durante sua execução, com finalidade de acompanhamento e eventual ajuste de planos.

Soriguera (2013) propõe classificação semelhante, diferenciando a informação que ajuda o usuário a planejar sua viagem daquela que o ajuda a tomar decisões operacionais. Informações baseadas em dados históricos, por exemplo, podem dar suporte a decisões que precisam ser planejadas com antecedência, como o horário de partida. Já informações em tempo real, por exemplo, podem dar suporte a decisões operacionais, que podem ser alteradas mais facilmente, como a escolha da rota.

Ettema e Timmermans (2006), por sua vez, usam as seguintes categorias para classificar a informação: retrospectiva, que se refere ao desempenho do sistema no passado; descritiva, que é relativa às características atuais do sistema, e preditiva, ou seja, relativa à projeção de estados futuros do sistema (como é o caso das previsões de chegada de ônibus aos pontos de parada do transporte público).

Necessidade de informação

A percepção que os usuários do sistema de transporte têm do próprio conhecimento (ou desconhecimento) a respeito do sistema é uma das determinantes de sua necessidade de informação. O nível de conhecimento do usuário pode ser definido a partir do conceito de conhecimento total ou informação perfeita. Esse conceito implica a ciência de todas as alternativas e dos valores exatos de suas características, de modo a executar decisões em um cenário de absoluta certeza. Dessa forma, os desvios em relação ao conhecimento completo (quer seja por desconhecimento de alternativas ou de seus atributos) caracterizam o nível de conhecimento do indivíduo (BONSALL, 2004; CHORUS *et al.*, 2006).

Para descrever o nível de conhecimento do indivíduo, Dziekan (2008) emprega o conceito de *memory representation* (representação na memória, em tradução livre para a Língua Portuguesa), que descreve o que o indivíduo sabe ou tem em mente a respeito de algo. De acordo com a autora, esse conceito compreende os mapas cognitivos (que representam espacialmente o ambiente na mente do indivíduo) e outros conhecimentos prévios, que, para o contexto do transporte, podem ser as opções existentes de linhas de ônibus e suas frequências, ou os níveis de congestionamento em determinadas vias e horários. Segundo a autora, o indivíduo aprimora seu nível de conhecimento (*memory representation*) a respeito do sistema à medida que interage com ele, continuamente armazenando informações novas, experiências e percepções, e combinando as informações do ambiente com seu mapa cognitivo.

Para o contexto do transporte público, Grotenhuis, Wiegman e Rietveld (2007) relacionam a necessidade de informação também com

a frequência de uso (um indicador da familiaridade com o serviço), o período do dia, o dia da semana, o motivo, a duração e a distância da viagem, além de indicadores socioeconômicos do usuário.

Decisão de aquisição de informação

A informação sobre o sistema de transporte pode ser adquirida de forma passiva (como no caso dos PMVs) ou ativa (através de buscas pela internet, por exemplo). Em qualquer uma das situações, a aquisição de informação é descrita como uma decisão de custo-benefício e somente será realizada quando o usuário julgar que os benefícios a serem obtidos com a aquisição da informação superam o custo despendido para realizar sua busca e aquisição, que pode incluir custos monetários, investimentos de tempo, esforço e atenção (CHORUS *et al.*, 2006). Assim, a possibilidade de não aquisição de informação e de consequente permanência em um estado parcial de ignorância existe e pode ser uma escolha racional (LARSEN; SUNDE, 2008).

No que se refere aos benefícios da informação, Chorus *et al.* (2006) calculam seu valor usando a perspectiva do arrependimento esperado. Assume-se que, para dada situação de escolha (como a escolha de uma rota em um conjunto de rotas disponíveis, por exemplo), o indivíduo selecione a alternativa que, em sua percepção, irá gerar o menor arrependimento (que é mensurado numericamente). A diferença entre os menores arrependimentos associados a situações de escolha com e sem informação é o valor percebido da informação. Para o exemplo mencionado anteriormente neste parágrafo, a “situação de escolha sem informação” pode ser a escolha de uma rota com base nos tempos de viagem experimentados pelo indivíduo nas rotas disponíveis, sem aquisição de informação adicional. Já a “situação de escolha com informação” pode ser a escolha de uma rota com base em informações em tempo real sobre os tempos de viagem previstos para as rotas disponíveis.

Soriguera (2013) calcula o valor da informação como a diferença entre os custos de viagem realizada com e sem informação. E, para a segunda situação, contabiliza, além do possível tempo adicional de viagem, os custos de uma possível reprogramação de atividades e o estresse inerente

a essa situação. O mesmo autor, ao estudar o valor da informação sobre tempos de viagem em automóvel, encontrou uma curva assimétrica com cauda alongada à direita para a distribuição de frequências do valor da informação. Uma das características desse tipo de curva é que a moda é inferior à média. No contexto da pesquisa do autor, tal característica pode refletir o fato de que, na maior parte das vezes em que os viajantes usam a informação sobre os tempos de viagem, eles obtêm benefícios inferiores ao benefício médio que pode ser conseguido com o uso dessa informação. E o formato da curva pode, segundo o autor, explicar a baixa disposição dos usuários a pagar pela informação: considerando que os benefícios que se repetem mais frequentemente são lembrados mais claramente pelos indivíduos, a disposição a pagar pela informação estaria mais relacionada à moda do que à média da curva.

Também para Grotenhuis, Wiegmans e Rietveld (2007), a informação para o usuário possibilita a economia dos recursos tempo e esforço despendidos na viagem, reduzindo seu custo. A economia de tempo refere-se tanto à redução na duração da viagem, decorrente do uso da informação, quanto à redução de tempo de processamento da informação usada durante o planejamento e a execução da viagem. Já a economia de esforço refere-se aos esforços físico, cognitivo e afetivo relacionados à viagem, que passam a ser consumidos em menor quantidade quando a informação é acessada. De acordo com Stradling (2002), quando o sistema de transporte tem caráter não confiável, as viagens consomem esforços afetivo, cognitivo e físico: incerteza, preocupação e estresse consomem esforço afetivo; a necessidade de adaptar o planejamento feito inicialmente consome esforço cognitivo e executar as adaptações consome esforço físico. É possível estender a explicação de Stradling (2002) a qualquer sistema de transporte a respeito do qual o indivíduo não tenha a informação de que necessita, motivo pelo qual esse sistema pode passar a ser encarado pelo indivíduo como não confiável.

Adicionalmente às diversas categorias de benefícios mencionadas, o uso da informação permite também economias de dinheiro, necessário, por exemplo, nas adaptações da viagem decorrentes da falta de informação.

Uso da informação para tomada de decisão

Uma vez adquiridas, as informações adicionais são agregadas ao conjunto de conhecimentos pré-existentes (derivados da própria experiência e de informações adquiridas anteriormente), de modo a atualizá-lo. As decisões tomadas a partir de então dependerão do estilo (ou estratégia) de decisão do usuário (CHORUS; MOLIN; VAN WEE, 2006), bem como de sua propensão ou aversão ao risco (BONSALL, 2004). Cabe observar que o conjunto de conhecimentos do indivíduo também é chamado de nível de conhecimento ou *memory representation* – esta última é uma nomenclatura adotada por Dziekan (2008) –, conforme exposto no item (b) desta seção.

Os mecanismos de atualização do conjunto de conhecimentos podem ser explicados sob as perspectivas da introdução de novos conhecimentos e da atualização dos já existentes. Assim, em concordância com a classificação de Chorus *et al.* (2006) apresentada no item (a) desta seção, a informação introduz novos conhecimentos quando revela ao usuário (1) alternativas de viagem até então desconhecidas e (2) atributos até então desconhecidos de alternativas de viagem já conhecidas, além de atualizar os conhecimentos existentes quando apresenta novos valores para atributos já conhecidos de alternativas de viagem igualmente já conhecidas. Através desses mecanismos, a informação pode reformatar o contexto e a complexidade da escolha aos olhos do usuário, sendo que a intensidade desse processo é maior à medida que ele percebe seus conhecimentos iniciais (prévios à aquisição de informação) como não confiáveis e as novas informações como confiáveis (CHORUS; MOLIN; VAN WEE, 2006).

No que tange às estratégias de tomada de decisão empregadas pelos indivíduos, Ben-Akiva e Lerman (1985) referem-se a elas como regras de decisão e as classificam em regras compensatórias e não compensatórias. Para compreendê-las, recomenda-se considerar o contexto de um indivíduo tomador de decisão em face de um conjunto de alternativas disponíveis, caracterizadas cada uma por seus atributos, entre as quais uma deverá ser escolhida. No grupo das regras não compensatórias mencionadas pelos autores estão:

- a. a regra da dominância, que elege a alternativa que é superior às demais em pelo menos um atributo e não inferior nos atributos restantes;
- b. a regra da satisfação, que exclui do processo de decisão a alternativa que tenha pelo menos um atributo que não satisfaça o nível de exigência mínimo do indivíduo;
- c. a regra lexicográfica, que elege a alternativa mais atraente quanto ao atributo considerado mais importante para o indivíduo.

Como regra compensatória, os autores citam a maximização da utilidade, pela qual se pressupõe que o grau de atratividade de uma alternativa seja representado por uma função matemática de seus atributos (a função utilidade), que, quando calculada, resulta em um escalar (a utilidade). O tomador de decisão escolhe a alternativa com a maior utilidade, otimizando sua satisfação.

Outra estratégia de tomada de decisão, baseada no arrependimento (e não na utilidade ou satisfação) – mencionada no item (c) desta seção –, é a minimização do arrependimento. Segundo essa estratégia, o indivíduo prevê o arrependimento associado à escolha de cada alternativa (o que, para fins de modelagem, é traduzido por uma função matemática) e elege aquela que, segundo suas previsões, deverá gerar o menor arrependimento. Chorus, Arentze e Timmermans (2008) enquadram tal estratégia no grupo das regras semi-compensatórias e não compensatórias.

Um estilo adicional de tomada de decisão é o comportamento habitual, em que não há avaliação deliberada das alternativas (VERPLANKEN; AARTS; VAN KNIPPENBERG, 1997) e a aquisição de novas informações é extremamente limitada, pois os esforços cognitivos tendem a ser reduzidos a um nível mínimo (AARTS; VERPLANKEN; VAN KNIPPENBERG, 1997). Para mais informações sobre essa temática, consulte o décimo capítulo deste livro.

Confiabilidade da informação

A confiabilidade da informação, também entendida como sua acurácia, afeta não só o processo de atualização do conhecimento, mas também a decisão de aquisição de informação. Ben-Elia *et al.* (2013) definem acurácia da informação como a habilidade do sistema gerador em reduzir

a discrepância entre suas estimativas e a realidade experimentada pelos usuários. Acrescentam que a informação imprecisa pode ser entendida pelos indivíduos como um elemento agravador do risco. Em um contexto de informação preditiva sobre tempos de viagem, Ettema e Timmermans (2006) diferenciam o tempo de viagem previsto da percepção que o indivíduo tem da previsão. Argumentam que, através da experiência, o usuário passa a conhecer e avaliar a confiabilidade da previsão recebida.

Ben-Elia *et al.* (2013) demonstraram que o decréscimo na acurácia da informação fornecida induz a menores taxas de uso dela e a comportamentos de aversão ao risco: uma vez que não se pode confiar na informação recebida, opta-se pela alternativa que pareça mais segura. No entanto, quando se trata de informação de natureza prescritiva (ou seja: quando o sistema de informação indica determinada alternativa como a melhor opção), a pesquisa conduzida pelos autores revelou que o nível de acurácia da informação não influencia sua taxa de aceitação. Ou seja: mesmo quando a prescrição não é acurada os indivíduos continuam tomando suas decisões com base nela, comportando-se segundo a heurística da ancoragem (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Um resultado interessante encontrado por Soriguera (2013), é que o valor da informação só é afetado por sua acurácia até um limite tido como nível mínimo necessário de acurácia. A partir desse limite, melhorias na acurácia resultam em pequenos benefícios marginais.

PREVISÕES EM TEMPO REAL SOBRE A CHEGADA DE ÔNIBUS AOS PONTOS

O serviço de transporte urbano por ônibus, embora opere em ambiente parcialmente controlado, também está sujeito às irregularidades do sistema de transporte, que afetam os tempos de viagem e de espera pelos veículos nos pontos de parada. Uma forma de auxiliar os passageiros a lidar com as incertezas advindas dessa irregularidade, bem como com as incertezas associadas ao conhecimento limitado que têm do serviço e

do sistema de transporte, é a divulgação, em tempo real, dos intervalos de tempo previstos para passagem dos próximos ônibus, através de PMVs instalados nos pontos de parada.

Esta seção é dedicada a discutir os efeitos dessa solução, que é parte do conceito *Real Time Passenger Information* (RTPI), um meio de prover informação em tempo real sobre o transporte público a seus usuários, seja em pontos de parada, estações, dentro dos veículos ou por internet e telefone.

Dziewan e Kottenhoff (2007) mencionam sete importantes efeitos do uso dos PMVs que disponibilizam previsões em tempo real sobre a chegada dos ônibus aos pontos. Ressaltam que, embora estejam relacionados uns aos outros, são uma referência útil para estudos nessa área. Tais efeitos são: (1) redução do tempo de espera percebido, (2) surgimento de impactos psicológicos positivos, como redução da incerteza e maior sensação de segurança, (3) aumento da disposição a pagar pelo serviço, (4) realização de ajustes no comportamento, de modo a usar melhor o tempo de espera e viajar mais eficientemente, (5) alteração do modo de viagem escolhido, (6) aumento da satisfação e (7) melhoria da imagem do serviço.

Pode-se acrescentar a essa lista de efeitos as alterações na escolha da linha de ônibus quando há mais de uma alternativa disponível, de modo que a informação usada pelos passageiros (e a forma como é usada) deve ser levada em consideração em modelos de alocação de passageiros no transporte público (LARSEN; SUNDE, 2008).

A disponibilização de informação em tempo real eleva a qualidade e a atratividade do transporte público. No entanto, Dziewan e Kottenhoff (2007) questionam se esses sistemas chegam a elevar a demanda pelos serviços de transporte, seja estimulando mais viagens dos usuários existentes ou atraindo novos usuários. Holdsworth, Enoch e Ison (2007) sugerem que tais sistemas são mais efetivos quando fazem parte de um pacote de medidas (ao invés de serem adotados isoladamente), especialmente se ações de combate ao congestionamento nas vias da cidade estiverem incluídas.

Em concordância com esta última ideia, a informação em tempo real pode ser associada a outras fontes de informação, como mapas esquemáticos da rede, uma mídia tradicional para tomada de decisão no transporte público. Guo (2011) argumenta que, embora tenha atraído pouca atenção na área de transportes, a informação fornecida pelos mapas esquemáticos do transporte público altera as percepções dos usuários no que diz respeito às alternativas disponíveis (em termos de destinos, modos e rotas) e seus atributos (como distâncias e tempos de viagem, conexões etc.), afetando assim suas decisões quanto à escolha de modo e rota. Argumenta também que medidas para influenciar o comportamento dos usuários (como é o caso dos sistemas RTPI) podem ser enfraquecidas caso não se leve em consideração o efeito dos mapas.

Zhang, Shen e Clifton (2008) mencionam benefícios sociais e econômicos advindos da implantação desses sistemas. Como benefícios sociais, citam a promoção de inclusão social através de melhorias no transporte público, balanceando as vantagens e desvantagens entre o transporte público e o privado, especialmente para a população que depende fortemente do primeiro. Entre os benefícios econômicos, citam a expectativa de aumento da demanda do transporte público (o que pode ser benéfico também para o meio ambiente, caso o sistema incentive a migração do transporte privado para o público) e as economias de tempo que podem ser obtidas pela população através das mudanças em suas decisões de viagem.

Entre todos os efeitos mencionados anteriormente, a seguir serão explorados com mais detalhes aqueles relativos à experiência de espera e à escolha de linha.

Efeitos sobre a experiência de espera

Neste item, é discutido o tempo de espera sob as perspectivas do tempo subjetivo (que é a percepção individual do tempo) e do tempo objetivo (que é aquele marcado pelo relógio), bem como o papel da informação em tempo real para a criação de experiências de espera mais positivas, o que pode envolver a redução dos tempos de espera (tanto os objetivos quanto os subjetivos).

TEMPO DE ESPERA SUBJETIVO E EXPERIÊNCIA DE ESPERA COM CARÁTER NEGATIVO

O ato de esperar é um fenômeno que geralmente provoca reações emocionais nos indivíduos. Dependendo do contexto, pode ser uma experiência prazerosa ou uma imposição desagradável, sendo na maior parte das vezes negativa em termos psicológicos, pois implica renunciar a formas mais produtivas e recompensadoras de usar o tempo e porque aumenta o investimento necessário para alcançar o objetivo (DUBÉ-RIOUX; SCHMITT; LECLERC, 1989).

Assim, dependendo dos acontecimentos que preenchem um intervalo de tempo, bem como da forma como são processados e armazenados pelo indivíduo e das emoções associadas, entre outros fatores, o intervalo percebido pelo indivíduo pode sofrer distorções em relação ao tempo objetivo (DROIT-VOLET; MECK, 2007; MANTEL; KELLARIS, 2003). Esse intervalo percebido, seja mais longo ou mais curto do que o tempo objetivo, é chamado de tempo subjetivo ou psicológico, definido por Meck (2005) como a experiência interna e individual da passagem do tempo. De acordo com o mesmo autor, sua estimação requer o uso de uma espécie de contador interno para medir o tempo, porém sem utilizar recursos como relógios ou marcadores de tempo externos. É importante lembrar que a duração subjetiva de um evento pode influenciar as avaliações e a satisfação dos indivíduos em relação a um serviço e, conseqüentemente, seu comportamento (DUBÉ-RIOUX; SCHMITT; LECLERC, 1989).

Maister (1985) considera que: (1) o tempo desocupado parece mais longo do que o tempo ocupado com alguma atividade; (2) esperas nas etapas que precedem uma atividade parecem mais longas do que esperas durante a execução da atividade; (3) a ansiedade faz com que a espera pareça mais longa; (4) esperas com durações desconhecidas parecem mais longas do que esperas com durações finitas e conhecidas; (5) esperas não explicadas parecem mais longas do que esperas justificadas; e (6) esperar sozinho parece mais demorado do que esperar acompanhado. Situações como as citadas podem contribuir para que o tempo de espera percebido seja distorcido e torne-se superior ao tempo objetivo.

O segundo item dessa lista, se interpretado no contexto do transporte público, está em conformidade com o fato de que o tempo de espera para embarque (a etapa que precede a atividade de viajar no ônibus) é mais desconfortável e tem menor utilidade marginal do que o tempo de viagem dentro do ônibus. Abrantes e Wardman (2011), em meta-análise de 90 estudos sobre valoração do tempo de espera, concluíram que o valor médio do tempo de espera é igual a 1,7 vezes o valor médio do tempo de viagem dentro do veículo, variando de 1,43 em estudos de preferência revelada até 2,32 em estudos de preferência declarada. Não há alterações expressivas desses números para diferentes motivos de viagem ou modos.

Já o terceiro e o quarto itens estão de acordo com Psarros *et al.* (2011) e Dziekan e Kottenhoff (2007), que ressaltam que as distorções sofridas pelo tempo de espera subjetivo em relação ao tempo objetivo tornam-se maiores quando os passageiros estão desprovidos de informações a respeito dos horários de passagem das linhas (situação que, por si só, pode gerar ansiedade).

Além das situações listadas por Maister (1985), Dubé-Rioux, Schmitt e Leclerc (1989) argumentam que a espera e os atrasos são mais desagradáveis na medida em que a necessidade do indivíduo é maior. Embora os autores tenham feito essa proposição para o contexto de idas a restaurantes (onde a fome mede o grau da necessidade), é razoável afirmar que, para o transporte público, quanto menor o tempo de que o usuário dispõe para alcançar seu destino (ou quanto maior sua pressa), mais desagradável se torna a espera pelo ônibus.

Vale notar que o usuário de ônibus, enquanto espera nos terminais e pontos de parada, pode estar exposto a condições climáticas adversas, grandes concentrações de pessoas, ruído e poluição, elementos que também influenciam os tempos de espera percebidos, geralmente tornando-os superiores aos reais (PSARROS *et al.*, 2011). Para o contexto de determinadas localidades, pode-se acrescentar a esses fatores a violência urbana, cuja influência sobre a percepção do tempo de espera pode ser acentuada, particularmente, quando as viagens são realizadas à noite.

EXPERIÊNCIA DE ESPERA COM CARÁTER POSITIVO

Em estudo relacionando experiência de espera e grau de satisfação com o serviço de transporte público por ônibus, Friman (2010) demonstrou que reações afetivas positivas podem ocorrer durante a etapa de espera que precede a viagem de ônibus. Como exemplo, menciona a situação em que o usuário espera pela partida dentro do veículo, sugerindo que ele experimentaria a sensação de “ter entrado” no sistema e de que o serviço já teria começado. A autora também argumenta que intervenções no sentido de melhorar a experiência da espera podem aumentar significativamente a qualidade percebida e a atratividade do transporte público.

Pode-se afirmar que a instalação de painéis eletrônicos nos pontos de parada e terminais é um caso de intervenção positiva. Dziekan e Vermeulen (2006), por exemplo, estudaram as percepções de tempo de espera no transporte público antes e depois da implantação de painéis eletrônicos disponibilizando informação em tempo real sobre a passagem de uma *tramline* na Holanda. A pesquisa, feita em três momentos com a mesma amostra de usuários, revelou uma queda de aproximadamente 20% no tempo médio de espera percebido entre a primeira e a segunda medição (feitas, respectivamente, um mês antes e três meses após a implantação). A terceira medição (que ocorreu 16 meses após a implantação) revelou uma queda discreta em relação à segunda. Para o caso específico dessa *tramline*, com base em estimativas de custos para disponibilizar informação em tempo real em oito pontos e de custos incorridos em ações para elevar a frequência do serviço, Dziekan e Kottenhoff (2007) sugerem que é cinco vezes mais caro obter uma redução do tempo de espera objetivo através do aumento da frequência, do que obter uma redução equivalente do tempo de espera subjetivo através da disponibilização da informação em tempo real.

Friman (2010) comparou os níveis de satisfação com o transporte por ônibus em dois cenários de espera distintos: um dito positivo e outro dito neutro. No primeiro, o usuário chega ao ponto imediatamente antes do horário programado para passagem da linha e o veículo já está no local, permitindo que embarque e aguarde alguns minutos para a partida, embora

não receba informações sobre o horário exato em que a partida ocorrerá. Já no segundo cenário, o usuário chega ao ponto imediatamente antes do horário programado para a passagem da linha, mas ela está atrasada. Recebe, então, de maneira contínua, informação a respeito do horário previsto de chegada do veículo ao ponto. O nível médio de satisfação do cenário neutro foi equivalente a 75% do nível médio de satisfação do cenário positivo, apontando para o potencial que tem a informação em tornar a experiência de espera mais positiva.

É importante salientar que o simples fato de um ponto de parada estar equipado com PMV (antes mesmo que se veja e utilize a informação por ele mostrada) representa, para o usuário, a possibilidade de que uma parte da incerteza associada à sua viagem será reduzida, dado que a existência do painel elimina a possibilidade de se esperar pelo ônibus sem saber quando ele chegará, conferindo assim caráter mais positivo ao período de espera. Para o contexto de viagens rodoviárias, Razo e Gao (2013) demonstraram que o fato de uma rota estar equipada com sistema PMV pode torná-la mais atrativa.

TEMPO DE ESPERA OBJETIVO

No transporte público por ônibus, o tempo de espera objetivo está em função tanto dos horários de passagem dos ônibus nos pontos de parada quanto dos horários de chegada dos passageiros a esses locais. Dessa forma, ambos devem ser considerados quando se trata de estratégias para redução do tempo de espera.

Os horários de passagem dos veículos dependem tanto da frequência e regularidade do serviço, quanto dos congestionamentos aos quais os ônibus estão sujeitos na rede viária. Dessa forma, ações que combatam os congestionamentos (ou, ao menos, protejam os ônibus de seus efeitos, como é o caso das faixas exclusivas) e que aumentem a frequência e regularidade do serviço colaboram para a redução dos tempos de espera.

No que se refere à regularidade, políticas de gerenciamento da frota podem ser empregadas para aumentar a aderência à programação. Um exemplo é a alocação de intervalos de tempo adicionais ao longo dos itinerários,

de modo a absorver os atrasos na operação (CEDER, 2007). Assim, veículos à frente ou de acordo com a programação esperam parados nos pontos até que o horário de prosseguir sua viagem seja atingido, ao contrário dos veículos atrasados. Cabe acrescentar que o gerenciamento da frota pode ser auxiliado por práticas de rastreamento de veículos através de sistemas *Automatic Vehicle Location* (AVL), tecnologia que pode auxiliar na redução dos tempos objetivos de espera.

Já a chegada de passageiros aos pontos pode se dar de forma aleatória ou em sincronia com os horários de passagem dos veículos. A primeira ocorre quando os usuários não estão cientes da programação das linhas ou quando a irregularidade do serviço ou sua frequência são altas. No caso da sincronização, os picos de chegada dos passageiros aos pontos ocorrem poucos minutos antes do horário programado para a passagem das linhas e requer que os usuários estejam cientes da programação do serviço. Geralmente está associada a serviços regulares e de baixa frequência. Ressalta-se que a sincronização das chegadas com os horários de passagem das linhas é, em si, uma estratégia do usuário para minimizar o tempo de espera e sua variabilidade, elevando a importância da divulgação das tabelas de horários e da sua elaboração de modo a permitirem fácil compreensão (HALL, 2001).

Sob o ponto de vista da demanda, além do ponto de vista da oferta, os sistemas AVL também podem proporcionar redução do tempo de espera objetivo, através da utilização de seus dados em sistemas de informação em tempo real para passageiros do transporte público, sejam esses dados disponibilizados durante a viagem (nos terminais, pontos de parada ou dentro dos veículos) ou antes de seu início, através da internet, por exemplo (HALL, 2001).

EFEITOS SOBRE A ESCOLHA DA LINHA

Os modelos de escolha de linha são um dos elementos fundamentais dos modelos de alocação de passageiros nas linhas do transporte público (LIU; BUNKER; FERREIRA, 2010), e o pressuposto clássico desses modelos é de que o usuário embarca no primeiro veículo que passa no ponto de

parada, desde que tal veículo pertença a seu conjunto de linhas atrativas (GENTILE; NGUYEN; PALLOTTINO, 2005).

Larsen e Sunde (2008), no entanto, argumentam que embarcar no primeiro veículo pode não ser uma estratégia racional, a menos que as linhas tenham tempos de viagem idênticos. Caso contrário, pode ser vantajoso deixar passar a linha de maior tempo de viagem e esperar pela chegada da linha cujo tempo é menor. Contudo, a disposição para fazê-lo depende das expectativas que o usuário tem quanto à espera adicional no ponto e quanto à economia do tempo dentro do veículo.

Quando informação em tempo real é disponibilizada nos terminais e pontos de parada, o usuário passa a ter expectativas mais realistas sobre os tempos de espera associados a cada linha, tendo assim mais elementos para decidir em qual embarcar. A escolha pode ser feita pela linha que oferecer a melhor combinação de tempo de espera exibido pelo sistema e tempo estimado de viagem até o destino. Nesse contexto, o pressuposto clássico para alocação de passageiros não se mantém, e a presença de informação em tempo real nos terminais e pontos de parada deve ser considerada nas simulações e dimensionamentos da rede de transportes para propósitos de planejamento (GENTILE; NGUYEN; PALLOTTINO, 2005).

AGENDA DE PESQUISA SUGERIDA

O universo de investigações possíveis a partir dos tópicos abordados nas seções anteriores é vasto, dado que a informação para o usuário do sistema de transporte difere quanto a inúmeras características, tais como: seu conteúdo (informação sobre tempos de viagem, níveis de conforto do veículo, rotas disponíveis para determinado modo etc.); o modo a que se refere; sua finalidade e tipo de decisão que suporta; e momento em que é adquirida pelo indivíduo (antes ou durante a viagem, por exemplo). Assim, optou-se por sugerir temas específicos para pesquisa futura, voltados às informações em tempo real sobre as previsões de chegada dos ônibus aos pontos de parada. São eles:

- a. investigar a importância do PMV na escolha de modo e na escolha de rota/linha, relativamente a outros atributos do transporte público, tais como o conforto, a tarifa, o tempo de viagem etc., em contextos com diferentes motivos de viagem, períodos do dia e condições de pressão de tempo, em função também da confiabilidade da informação fornecida pelos painéis;
- b. investigar os mecanismos de incorporação da informação no processo decisório dos passageiros, bem como os efeitos sobre a alteração da programação de atividades do indivíduo (levando em conta que a informação pode ser acessada antes do início da viagem, através da internet ou de aplicativos para telefones celulares, por exemplo).
- c. Acredita-se que investigar o uso da informação pelos indivíduos possa colaborar com políticas e ações voltadas à melhoria do sistema de transporte.

REFERÊNCIAS

AARTS, Henk; VERPLANKEN, Bas; VAN KNIPPENBERG, Ad. Habit and information use in travel mode choices. *Acta Psychologica*, Amsterdam, v. 96, n. 1-2, p. 1-14, 1997.

ABRANTES, Pedro A. L.; WARDMAN, Mark R. Meta-analysis of UK values of travel time: an update. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 1-17, 2011.

BEN-AKIVA, Moshe; LERMAN, Steven R. *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. Cambridge: The MIT Press, 1985.

BEN-ELIA, Eran *et al.* The impact of travel information's accuracy on route-choice. *Transportation Research Part C*, Amsterdam, v. 26, p. 146-159, 2013.

BONSALL, Peter. Traveller behavior: decision-making in an unpredictable world. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, London, v. 8, n. 1, p. 45-60, 2004.

CEDER, Avishai. *Public transit planning and operation: theory, modeling and practice*. Oxford: Elsevier, 2007.

CHORUS, Caspar G. *et al.* The value of travel information: decision strategy-specific conceptualizations and numerical examples. *Transportation Research Part B*, Amsterdam, v. 40, n. 6, p. 504-519, 2006.

CHORUS, Caspar G.; ARENTZE, Theo A.; TIMMERMANS, Harry J. P. A random regret-minimization model of travel choice. *Transportation Research Part B*, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 1-18, 2008.

- CHORUS, Caspar G.; MOLIN, Eric J. E.; VAN WEE, Bert. Use and effects of advanced traveller information services (ATIS): a review of the literature. *Transport Reviews*, Abingdon-on-Thames, v. 26, n. 2, p. 127-149, 2006.
- DROIT-VOLET, Sylvie; MECK, Warren H. How emotions colour our perception of time. *Trends in Cognitive Sciences*, Amsterdam, v. 11, n. 12, p. 504-513, 2007.
- DUBÉ-RIOUX, Laurette; SCHMITT, Bernd H.; LECLERC, France. Consumers reactions to waiting: when delays affect the perception of service quality. *Advances in Consumer Research*, Provo, Utah, v. 16, p. 59-63, 1989.
- DZIEKAN, Katrin. *Ease-of-use in public transportation: a user perspective on information and orientation aspects*. 2008. Doctoral Thesis (PhD in Traffic and Transport Planning, Infrastructure and Planning) – Royal Institute of Technology, Estocolmo, 2008.
- DZIEKAN, Katrin; KOTTENHOFF, Karl. Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 41, n. 6, p. 489-501, 2007.
- DZIEKAN, Katrin; VERMEULEN, Arjan. Psychological effects of and design preferences for real-time information displays. *Journal of Public Transportation*, Tampa, Florida, v. 9, n. 1, p. 71-89, 2006.
- ETTEMA, Dick; TIMMERMANS, Harry. Costs of travel time uncertainty and benefits of travel time information: conceptual model and numerical examples. *Transportation Research Part C*, Amsterdam, v. 14, n. 5, p. 335-350, 2006.
- FRIMAN, Margareta. Affective dimensions of the waiting experience. *Transportation Research Part F*, Amsterdam, v. 13, n. 3, p. 197-205, 2010.
- GENTILE, Guido; NGUYEN, Sang; PALLOTTINO, Stefano. Route choice on transit networks with online information at stops. *Transportation Science*, Catonsville, v. 39, n. 3, p. 289-297, 2005.
- GROTENHUIS, Jan-Willem; WIEGMANS, Bart W.; RIETVELD, Piet. The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport: customer needs for time and effort savings. *Transport Policy*, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 27-38, 2007.
- GUO, Zhan. Mind the map: the impact of transit maps on path choice in public transit. *Transportation Research Part A*, Amsterdam, v. 45, n. 7, p. 625-639, 2011.
- HALL, Randolph W. Passenger waiting time and information acquisition using automatic vehicle location for verification. *Transportation Planning and Technology*, London, v. 24, n. 3, p. 249-269, 2001.
- HOLDSWORTH, N.; ENOCH, Marcus Paul; ISON, Stephen G. Examining the political and practical reality of bus-based real time passenger information. *Transportation Planning and Technology*, London, v. 30, n. 2-3, p. 183-204, 2007.

LARSEN, Odd I.; SUNDE, Yvind. Waiting time and the role and value of information in scheduled transport. *Research in Transportation Economics*, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 41-52, 2008.

LIU, Yulin; BUNKER, Jonathan; FERREIRA, Luis. Transit users' route-choice modelling in transit assignment: a review. *Transport Reviews*, London, v. 30, n. 6, p. 753-769, 2010.

MAISTER, David H. The psychology of waiting lines. In: CZEPIEL, John A., SOLOMON, Michael R.; SURPRENANT, Carol F. (org). *The service encounter: managing employee/customer interaction in service businesses*. Lexington: Lexington Books, 1985. p. 113-123.

MANTEL, Susan Powell; KELLARIS, James J. Cognitive determinants of consumers' time perceptions: the impact of resources required and available. *Journal of Consumer Research*, Oxford, v. 29, n. 4, p. 531-538, 2003.

MECK, Warren H. Neuropsychology of timing and time perception. *Brain and Cognition*, Rockville, v. 58, n. 1, p. 1-8, 2005.

PSARROS, Ioannis *et al.* Wait time at bus stops: an empirical investigation of passenger perceptions. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 90., 2011, Washington. *Compendium of papers* [...]. Washington: TRB, 2011. 1 DVD, p. 1-11.

RAZO, Michael; GAO, Song. A rank-dependent expected utility model for strategic route choice with stated preference data. *Transportation Research Part C*, Amsterdam, v. 27, p. 117-130, 2013.

SORIGUERA, Francesc. Value of freeway travel time information. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 92., 2013, Washington. *Compendium of papers* [...]. Washington: TRB, 2013. 1 DVD, p. 1-19.

STRADLING, Stephen G. Transport user needs and marketing public transport. *Municipal Engineer*, London, v. 151, n. 1, p. 23-28, 2002.

TVERSKY, Amos; KAHNEMAN, Daniel. Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, Washington, v. 185, n. 4127, p. 1124-1131, 1974.

VERPLANKEN, Bas; AARTS, Henk; VAN KNIPPENBERG, Ad. Habit, information acquisition, and the process of making travel mode choices. *European Journal of Social Psychology*, Hoboken, v. 27, n. 5, p. 539-560, 1997.

ZHANG, Feng; SHEN, Qing; CLIFTON, Kelly J. Examination of traveler responses to real-time information about bus arrivals using panel data. *Transportation Research Record*, Thousand Oaks, n. 2082, p. 107-115, 2008.



FATORES COMPORTAMENTAIS QUE INFLUENCIAM O USO COMPARTILHADO DO AUTOMÓVEL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O PROGRAMA CARONA SOLIDÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

ALLAN FRANKLIN DA SILVEIRA
PASTOR WILLY GONZALES TACO
LUCIANY OLIVEIRA SEABRA

INTRODUÇÃO

Na última década, a quantidade de veículos do Distrito Federal cresceu mais de 100% (BRASIL, 2010). Esse percentual evidencia a priorização do consumo de automóveis e, por conseguinte, a forte pressão por infraestrutura viária que exige mais vias e áreas para estacionamentos. Como reflexo dessa situação, alguns impactos podem ser observados, como o aumento dos congestionamentos, da poluição atmosférica produzida pelo consumo de combustíveis, do índice de acidentes e do aquecimento do clima local.

O uso excessivo do automóvel está intimamente relacionado com as alterações climáticas e compromete irreversivelmente a qualidade de vida humana. Inclusive, os impactos são cada vez mais perceptíveis no espaço urbano, especialmente em locais considerados como polos geradores de tráfego, que simultaneamente atraem e produzem viagens, influenciando e sendo influenciados pelos deslocamentos. Um exemplo de locais como estes é o câmpus da Universidade de Brasília, que será foco de investigação deste capítulo.

De modo geral, pesquisadores, profissionais e políticos concentram esforços em busca de soluções para os problemas de mobilidade urbana, considerado como um dos maiores desafios deste século para todas as nações. Entre as novas concepções em favor da mobilidade urbana, destaca-se a que se fundamenta no conceito de desenvolvimento sustentável.

Essa abordagem enfoca a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (WCED, 1987).

A promoção da mobilidade urbana sustentável pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo e sobre a gestão dos transportes, de modo a proporcionar o acesso aos bens e serviços de forma eficiente e equitativa, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura. No âmbito da gestão da mobilidade sustentável, diversos conceitos podem ser vistos nas agendas políticas das cidades que enfrentam problemas de mobilidade urbana.

Enquanto o Gerenciamento de Tráfego tem foco na oferta, o Gerenciamento da Mobilidade atua no tratamento da demanda. O Gerenciamento do Tráfego utiliza técnicas de otimização de sinalização semaforizada, implantação de binários e, se necessário, aumento da oferta de infraestrutura viária (SCHMITT, 2006). No Gerenciamento da Mobilidade, as medidas são educativas, essencialmente dotadas de informação e orientação, visam alterar a demanda de viagens para aumentar a eficiência do sistema de transporte em prol da mobilidade urbana sustentável.

Entre as estratégias de Gerenciamento da Mobilidade, destaca-se a promoção do transporte solidário, chamado de *ride sharing* e *car sharing*, inclusive a implantação de faixas de veículos de alta ocupação e medidas que atingem os empregados, como o teletrabalho, o escalonamento de horários e a semana comprimida (CÂMARA, 1998). Tais estratégias apresentam o automóvel como parceiro no desafio de minimizar o tráfego de veículos em circulação e o número de vias urbanas congestionadas.

A prática do transporte solidário (caronas) potencialmente influencia e modifica o comportamento de viagens da demanda que utiliza o automóvel. Existem diversas iniciativas que se desenvolveram por meios de programas de incentivo, alguns com benefícios exclusivos aos usuários e todos apresentaram vantagens gerais como a diminuição do congestionamento de veículos, economia do custo de transporte e redução de emissão de gases poluentes na atmosfera (comuns a todos os programas), conforme apresentado no Quadro 1:

QUADRO 1
EXEMPLOS DE PROGRAMAS DE CARONA

PROGRAMA DE CARONAS	PRINCIPAIS PARTICIPANTES CADASTRADOS	PRINCIPAIS INFORMAÇÕES AO USUÁRIO	BENEFÍCIOS EXCLUSIVOS AOS USUÁRIOS	PECULIARIDADE
Caronetas - Caronas Inteligentes	Empresas atuantes no Brasil; Usuários de redes sociais	Estudos de emissão de CO ₂ ; Dicas de boa conduta	Troca de créditos por produtos de empresas parceiras	Considerada uma das 15 melhores iniciativas mundiais de mobilidade sustentável, pelo Smart Mobility EnterPrise (2012)
UniCaronas	Estudantes de universidades brasileiras	Emissão de CO ₂ evitada pelos usuários; Faculdades participantes	Interação social entre estudantes	Fundado por ex-alunos, inicialmente denominado Caronas Unicamp e em 2009 mudou o nome para UniCaronas
Carona Brasil	Empresas e usuários diversos	Notícias sobre trânsito e sustentabilidade; Dicas de boa conduta	Vantagens gerais	Apresenta alternativas específicas para: empresas, universidades, pais de estudantes, passageiros de táxi
Carona Solidária	Usuários diversos	Notícias sobre trânsito e sustentabilidade	Vantagens gerais	Fundado por alunos do Centro Universitário Euripides de Marília (Univem)
PickupPal	Usuários de diversos países; Empresas internacionais	Emissão de CO ₂ evitada pelos usuários	Vantagens gerais	Atuante em mais de 124 países
uOttawa Carpool	Estudantes da University of Ottawa	Emissão de CO ₂ evitada pelos usuários; Dicas de boa conduta	Vagas reservadas nos estacionamento do câmpus	Oferece o Programa Emergency Ride Home - em que carros são disponibilizados aos estudantes para voltar para casa, em caso de emergências
Carpools - University of Texas	Estudantes da University of Texas	Dicas de boa conduta	Vagas reservadas nos estacionamento do câmpus	Oferece o programa Guaranteed Ride Home (GRH), em que carros são disponibilizados aos estudantes para voltar para casa, em caso de emergências

Fonte: Silveira (2013).

No Quadro 1, observa-se que os programas de incentivo à prática de caronas são voltados para a redução de emissão de CO₂ como soluções de empresas e universidades de diversos países, inclusive no Brasil.

Entende-se, contudo, que, para que tais programas sejam efetivos, é fundamental a compreensão do que motiva as pessoas a praticarem o uso compartilhado do automóvel, bem como a identificação de elementos que influenciam o comportamento de dar ou pegar carona.

VARIÁVEIS INTERVENIENTES NA ESCOLHA PELA PRÁTICA DA CARONA

A literatura indica que algumas variáveis influenciam na escolha do usuário pela prática da carona tais como: limitações no encadeamento de viagens, tempo e fatores socioeconômicos e atitudinais. Quanto às limitações provenientes da prática da carona, verifica-se que o encadeamento eficiente de várias atividades é possível quando se utiliza exclusivamente o automóvel, mas torna-se inviável quando se pratica a carona programada (VASCONCELLOS, 2000). Quanto ao tempo de viagem, identifica-se que alguns indivíduos estão dispostos a sacrificar seu tempo de viagem em prol de uma mudança de rotina, simplesmente para “mudar o cenário”. No que se refere aos fatores socioeconômicos, foram revisados alguns estudos que consideram variáveis como sexo, idade, posse do automóvel, escolaridade e renda. Quanto ao gênero, por exemplo, há estudos que indicam que as mulheres têm maior intenção de praticar o transporte solidário (KOPPELMAN; BHAT; SCHOPER, 1993). Há, contudo, estudos que sugerem que o interesse pelo transporte solidário independe de gênero (DEFRANCISCO, 2012). Quanto à idade, o estudo de Charles e Kline (2006) revela que pessoas mais jovens são mais propensas à carona, especialmente aqueles que não são casados.

No que tange à posse do veículo, os proprietários de automóveis particulares caracterizaram-se como mais propensos ao compartilhamento, porém a probabilidade varia inversamente com o número de automóveis

disponíveis no agregado familiar (CHARLES; KLINE, 2006). No que se refere à escolaridade e renda, pessoas com maiores salários tendem a não compartilhar seus veículos, e a prática de carona solidária parece diminuir com o aumento do nível de escolaridade (CHARLES; KLINE, 2006).

Um outro fator que pode influenciar na prática da carona é a intensidade de uso de redes sociais. Em uma pesquisa realizada numa universidade da Flórida, foi revelado que comumente as caronas são programadas por meio da utilização da interface de sites de redes sociais, permitindo aos usuários encontrar conhecidos em comum (DEFRANCISCO, 2012). Por meio das redes sociais, as informações sobre a prática de caronas possibilitam o aumento do conhecimento e da conscientização coletiva. A expectativa é que as avaliações positivas de programas de carona entre os participantes desse tipo de iniciativa e suas conexões nas redes sociais possibilitem difundir a prática de caronas solidárias.

Vale ressaltar que a investigação acerca das motivações para a prática da carona solidária não deve negligenciar questões de segurança e privacidade (DEAKIN; FRICK; SHIVELY, 2010), que são fatores centrais para a aceitabilidade a programas de carona solidária.

A UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA E O PROGRAMA CARONA SOLIDÁRIA

Construída em 1962, a Universidade de Brasília (UnB) conta com 2.279 professores e 2.629 servidores técnico-administrativos, 32.120 alunos de graduação e 8.558 de pós-graduação (UNB, 2012). Nos últimos anos, três novos câmpus foram construídos, tendo em vista a ampliação das atividades de ensino, pesquisa e extensão da Universidade em comunidades localizadas fora do centro de desenvolvimento do Distrito Federal (UNB, 2012). As viagens realizadas nos câmpus são mais frequentes nos horários de início e término das aulas e, na maioria dos casos, os veículos são ocupados apenas pelo condutor, reduzindo a disponibilidade de vagas nas áreas de estacionamento.

Tendo em vista a crescente população da UnB e, como consequência, o aumento do número de automóveis que trafegam pelos câmpus, considera-se a necessidade do incentivo a novos hábitos de mobilidade que possam contribuir para um trânsito mais sustentável no futuro. Uma estratégia para reduzir as viagens realizadas por automóvel dentro dos câmpus é o incentivo à prática do transporte solidário. Essa proposta visa à redução do número de carros em circulação na universidade e na cidade em geral e parece ser bastante adequada à realidade da comunidade universitária, uma vez que as rotas de estudantes reúnem interesses e trajetórias comuns.

Dessa forma, a implantação do Programa Carona Solidária/UnB depende de uma análise exploratória das condições de mobilidade dos usuários dos câmpus da universidade. Trata-se de uma estratégia de gerenciamento da mobilidade, a partir da otimização da ocupação interna dos veículos. Como consequência, espera-se uma distribuição dos custos com combustível do automóvel, melhoria nas condições do trânsito, aumento da segurança, do número de vagas de estacionamentos e da interação social entre os praticantes. Percebe-se, portanto, que o Programa Carona Solidária/UnB envolve diferentes dimensões da sustentabilidade, uma vez que desenvolve ações de caráter ambiental, social, econômico e institucional.

Atualmente, a equipe gestora do Programa Carona Solidária/UnB tem realizado duas ações conjuntas: (1) desenvolvimento de sistema via web, que viabilizará o compartilhamento de caronas entre os diversos usuários da UnB (alunos, professores e funcionários), e (2) identificação das características necessárias para que a prática da carona se torne atraente, rotineiramente praticável e funcione como uma rede social, tais como formas de adesão, disponibilização de informações básicas aos usuários, entre outras.

Nesse contexto, alguns estudos exploratórios têm sido realizados para investigar a percepção dos usuários sobre o Programa Carona Solidária/UnB, assim como os fatores que podem influenciar essa prática.

Em 2011, Taco, Ferreira e Seabra (2011) desenvolveram um estudo com o objetivo de identificar o meio de transporte utilizado pelos frequentadores do câmpus Darcy Ribeiro no deslocamento para a universidade. Dos 322 participantes, 45% revelaram utilizar o carro para se deslocar até a universidade, 44% utilizavam o transporte público, 7% se deslocavam a pé ou por bicicleta e apenas 4% revelaram praticar a carona.

No ano de 2012, dois estudos foram realizados com o mesmo objetivo. No primeiro estudo, a amostra foi de 143 pesquisados, dos quais 43% revelaram a posse do automóvel e sua utilização no deslocamento até a universidade, 24% não possuíam automóvel e utilizavam o ônibus, 17% declararam ter um automóvel, mas utilizam o ônibus no deslocamento até a universidade, 7% se deslocavam a pé, de bicicleta ou taxi, 6% não possuíam automóvel e praticavam a carona e 3% possuíam automóvel e praticavam a carona (GOMES *et al.*, 2012). No segundo estudo, a amostra foi de 70 pesquisados, dentre os quais 54% declararam a posse e a utilização do carro, 26% não possuíam carro e utilizavam o ônibus, 10% não possuíam o carro, mas praticavam a carona, 6% se deslocavam a pé ou por meio da bicicleta ou taxi e 4% utilizava o ônibus, apesar da posse do carro (OKUBO *et al.*, 2012).

Nos três referidos estudos exploratórios, o carro foi o meio de transporte mais utilizado no deslocamento até a universidade. Além dos meios de transportes utilizados, outros cenários comuns nesses estudos foram identificados: as variáveis eleitas como mais influentes nas escolhas dos usuários do sistema de transportes foram tempo de viagem, conforto e economia de custos. Além disso, os fatores indicados como mais importantes para o sucesso de um projeto em transportes, como um programa de caronas, foram segurança e divulgação eficiente.

Em continuidade aos estudos exploratórios, relacionados ao Programa Carona Solidários/UnB, será apresentado a seguir o estudo realizado no ano de 2013, que objetivou investigar quais variáveis comportamentais influenciam o uso compartilhado do automóvel entre os usuários da UnB.

MÉTODO

Participantes

Participaram do presente estudo 972 pessoas, o que corresponde a 2,13% da população de frequentadores da Universidade de Brasília (UNB, 2012). 83% dos respondentes possuem entre 18 e 23 anos de idade, 10% entre 24 e 29 anos, 4% tem menos de 18 anos e 3% têm 30 anos ou mais.

Instrumento

O instrumento utilizado neste estudo versa sobre o comportamento dos indivíduos que se deslocam entre suas moradias e a universidade, independentemente do câmpus (Darcy Ribeiro, Faculdade UnB Planaltina, Faculdade UnB Gama e Faculdade UnB Ceilândia).

O formulário foi previamente testado por meio de um estudo piloto, realizado com um grupo de pesquisadores e estudantes, composto por aproximadamente 20 pessoas. A versão final do instrumento é composta por 26 questões, predominantemente objetivas, do tipo múltipla escolha e contempla: (1) variáveis socioeconômicas do público-alvo (gênero, idade, renda familiar, posse de automóvel próprio e localização de moradia); (2) variáveis relacionadas às viagens (isto é, meio de transporte utilizado para ir à UnB, tempo de viagem, disposição para alteração na rotina de viagem, realização de atividades no percurso entre casa e UnB e fatores influentes na escolha do meio de transporte utilizado); (3) atitude perante o Programa Carona Solidária/UnB (por exemplo, posicionamento do pesquisado quanto à participação no Programa Carona Solidária/UnB, fatores considerados importantes para o sucesso do Programa, forma de identificação dos veículos participantes do Programa, sensação de segurança ao praticar carona, fatores que influenciam na prática da carona e opinião sobre as opções de divisão de custos nos deslocamentos) e (4) variáveis de serviço (meios de comunicação para divulgação do Programa e benefícios exclusivos aos usuários do Programa.)

Procedimentos

Foi aplicado um *questionário online*, utilizando a ferramenta “Formulário do Google Drive”. Para divulgar o formulário, foi utilizada a técnica de bola de neve, disponibilizando o link da pesquisa em grupos de redes sociais de Centros Acadêmicos dos quatro câmpus da UnB e do Diretório Central dos Estudantes, bem como em listas de e-mails de professores e alunos. O formulário da pesquisa também foi divulgado no boletim informativo diário “UnB HOJE”, por meio digital (acessível no portal unb.br) e impresso (exposto em murais).

O período de aplicação do formulário de pesquisa foi de 45 dias, entre o dia 26 de setembro de 2013 e 10 de novembro de 2013.

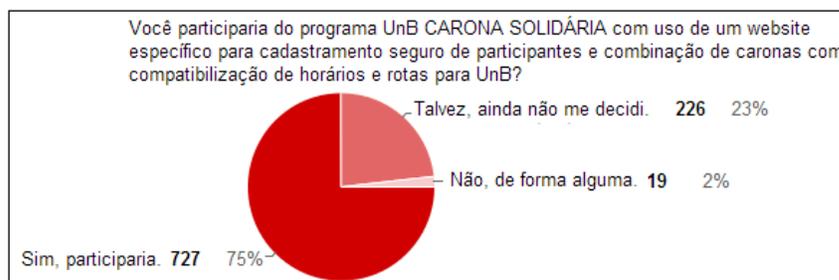
A análise dos dados baseou-se nas estatísticas descritivas da amostra.

RESULTADOS

Os dados descritivos obtidos foram tabulados e representados em gráficos de forma que possibilitaram evidenciar os fatores influentes no compartilhamento de automóveis.

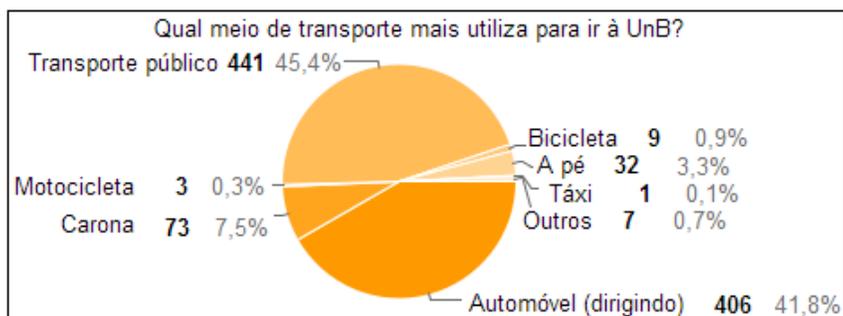
Ao serem questionados sobre a intenção de participar do Programa Carona Solidária/UnB, mediante um cadastro on-line de usuários, 75% das pessoas revelaram a intenção de participar do projeto carona solidária; 23% demonstraram indecisão e apenas 2% responderam que não participariam.

FIGURA 1 - INTENÇÃO EM PARTICIPAR DO PROGRAMA CARONA SOLIDÁRIA/UNB



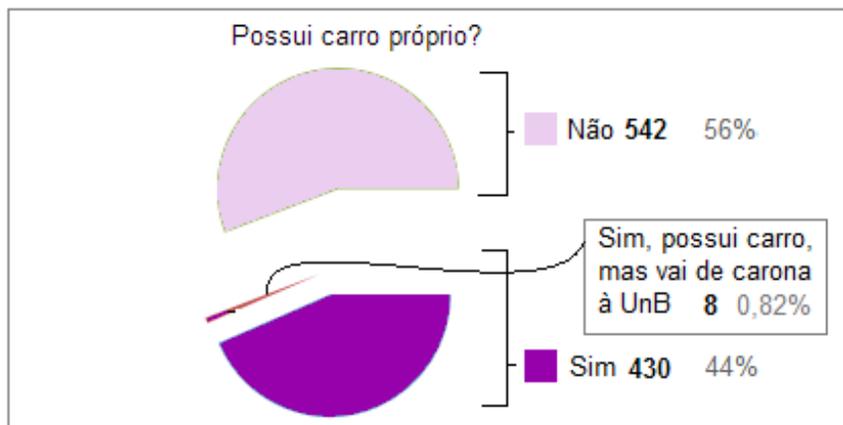
Observa-se, na Figura 2, a priorização de apenas duas modalidades de transporte (automóvel e transporte público) nos deslocamentos entre a moradia e a universidade.

FIGURA 2 - MEIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA IR À UNB



Analisando especificamente as pessoas que, apesar de possuírem o automóvel, escolhem deixá-lo em casa para deslocarem-se por meio de caronas, identifica-se que somente 8 participantes que possuem carro praticam carona para chegar à UnB (Figura 3).

FIGURA 3 - PESSOAS QUE POSSUEM O CARRO MAIS REALIZAM O DESLOCAMENTO POR MEIO DE CARONAS



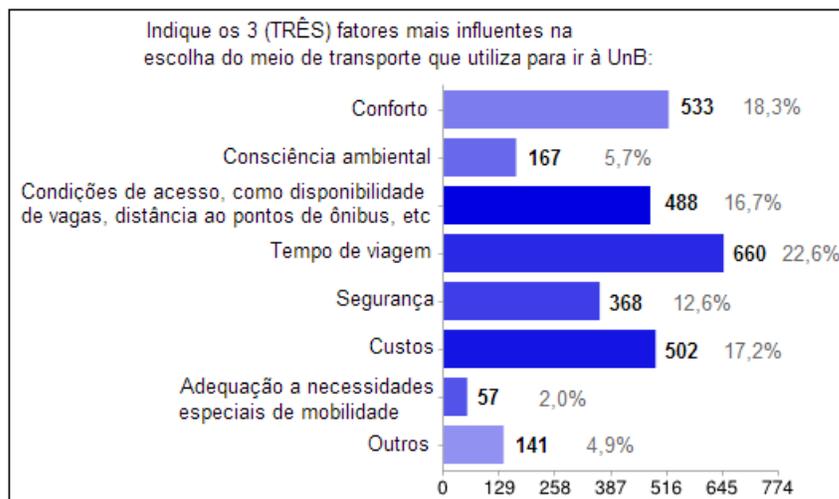
Na Figura 4 verifica-se que a maioria das pessoas percorre o trajeto exclusivo de ida e volta entre casa e universidade, sem encadear atividades com uso do automóvel.

FIGURA 4 – REALIZAÇÃO DE OUTRAS ATIVIDADES NO TRAJETO



A Figura 5 indica que os três fatores mais influentes na escolha do meio de transporte são tempo de viagem, conforto e custos. Além disso, observa-se que o custo, mesmo estando entre os três mais influentes, foi apenas o terceiro fator mais votado. Isto sugere que, para um público com maior poder aquisitivo, os fatores atitudinais (opiniões, avaliações e percepções) podem apresentar maior importância no comportamento de viagem do que fatores socioeconômicos.

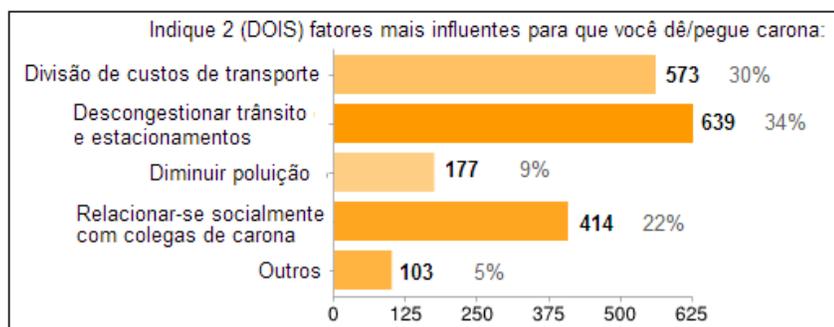
FIGURA 5 – FATORES INFLUENTES NA ESCOLHA DO MEIO DE TRANSPORTE



Quanto aos principais benefícios proporcionados por programas de incentivo à carona, foram citados a melhoria do trânsito e a divisão de custos de transporte. Destaca-se o percentual de pessoas que escolheram

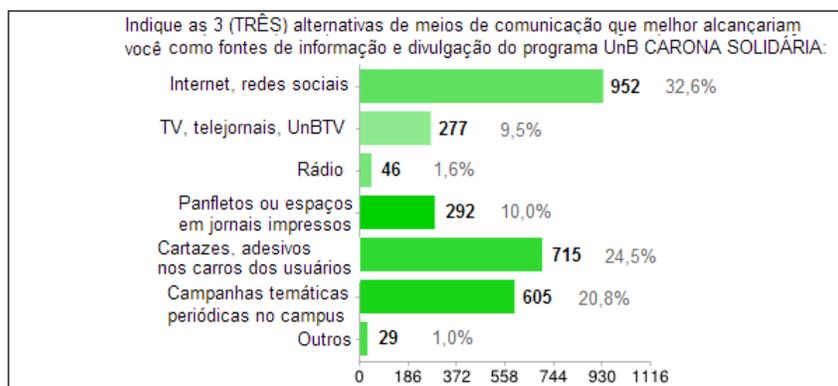
a opção de relacionar-se socialmente com colegas de carona como importante, pois esse fator comportamental oportuniza a prática da carona. Percebe-se também que muitos preferiram a opção “diminuir a poluição”, demonstrando que aspectos relacionados ao meio ambiente não parecem ser fatores primordiais no processo de tomada de decisão sobre o uso do sistema de transporte urbano.

FIGURA 6 - BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE CARONAS



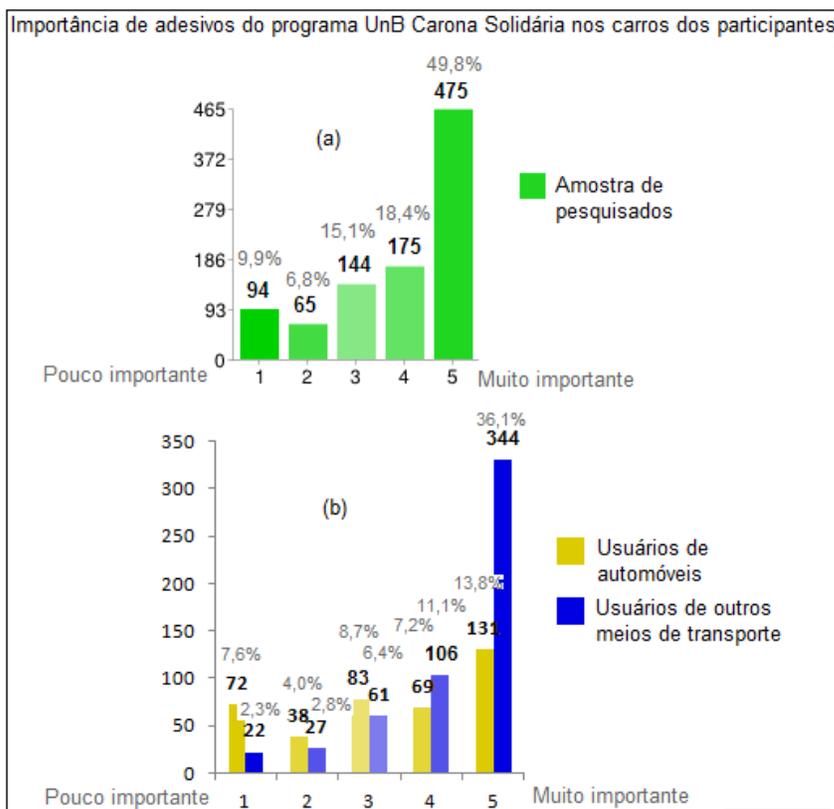
No que se refere aos meios de comunicação utilizados para se divulgar o Programa Carona Solidária/UnB, foram apontados como mais eficientes a internet e as redes sociais, seguidos por cartazes e campanhas temáticas no câmpus.

FIGURA 7 - MEIOS DE COMUNICAÇÃO EFICIENTES PARA A DIVULGAÇÃO DO PROGRAMA



Separando as respostas dos usuários de automóvel das respostas dos usuários de outros meios de transporte para ir à UnB, verificou-se que ambos aprovam o uso de adesivos identificadores nos carros cadastrados no Programa.

FIGURA 8 - USO DE ADESIVOS: (A) NOS AUTOMÓVEIS DOS PARTICIPANTES E (B) COMPARAÇÃO ENTRE MOTORISTAS E OUTROS USUÁRIOS



DISCUSSÃO

Na apresentação dos resultados da pesquisa foi possível identificar alguns fatores que influenciam no uso compartilhado do automóvel tais como: limitações no encadeamento de viagens, tempo, fatores socioeconômicos e atitudinais. Esses fatores reúnem evidências e dão sustentação às suposições formadas na revisão bibliográfica do estudo.

Ao declarar o interesse pela prática de caronas, verifica-se que uma grande parcela da amostra reúne interesses em comum e uma forte disposição para participar do Programa Carona Solidária/UnB, o que implica uma disposição para trocar os aspectos que motivam o uso do automóvel (como conforto, economia de tempo de viagem, possibilidade de encadeamento de viagens) por mudanças de rotina no uso do sistema de transporte. Esse resultado revela que os usuários estão dispostos a participar da iniciativa e pode ser utilizada como um dado relevante para os gestores do Programa Carona Solidária/UnB.

Assim como nos estudos realizados anteriormente sobre a prática de carona na UnB, citados na revisão bibliográfica, confirma-se a priorização de apenas duas modalidades de transporte (transporte público e automóvel) nos deslocamentos à universidade, desconstruindo um cenário de sustentabilidade que envolva o uso de outros modos, como as bicicletas e a caminhada. Enfatiza-se, contudo, que aqueles que utilizam o transporte público para ir até a UnB (46%) poderão atuar como caroneiros. Nesse caso, cabe considerar que a integração entre usuários do carro e usuários do transporte público, por meio da prática de caronas, pode contribuir também para a propagação do uso do transporte público entre os usuários de carro, contribuindo para o progresso da mobilidade urbana sustentável.

No que se refere ao encadeamento de viagem, o fato de a maioria das pessoas ter declarado que percorre o trajeto entre casa e universidade sem realizar outras atividades durante o trajeto sugere a existência de um contexto muito oportuno para a implantação de um programa de caronas, pois não existe a limitação do encadeamento de outras atividades, o que torna viável a carona programada.

Quanto aos fatores mais influentes na escolha do meio de transporte, os resultados do presente estudo corroboraram com os resultados dos estudos de Taco *et al.* (2011), Gomes *et al.* (2012) e Okubo *et al.* (2012). A presente pesquisa revelou, todavia, que a preocupação com questões ambientais parece exercer pouca influência na escolha pelo modo de transporte a ser utilizado. Essa constatação gera desafios a serem explicados em pesquisa futura.

No tocante aos benefícios em se participar de um programa de uso compartilhado do automóvel, destacam-se benefícios individuais como vagas reservadas no estacionamento do câmpus, interação social e troca de créditos por produtos de empresas parceiras, como lanchonetes e livrarias, e benefícios coletivos como a diminuição do congestionamento de veículos, economia do custo de transporte e redução de emissão de gases poluentes na atmosfera.

Em relação aos meios de comunicação utilizados para se divulgar o Programa Carona Solidária/UnB, foram apontados como mais eficientes a internet e as redes sociais, seguidos por cartazes e campanhas temáticas no câmpus. O entendimento dessas preferências melhora a comunicação entre os organizadores do programa e o usuário, indicando de que maneira a divulgação é um fator importante para o sucesso do programa de caronas na universidade.

Identifica-se, portanto, que a implantação do *website* é uma importante ferramenta para a divulgação e a confiabilidade do programa. Por essa razão, sugere-se tratar com prioridade o gerenciamento das ações voltadas para a sua elaboração e manutenção. Além disso, é fundamental o estabelecimento e o fortalecimento das parcerias entre os setores e cursos da UnB, inclusive com os cursos com competência para a elaboração e manutenção do *website*. Considera-se que para uma boa gestão, o Programa Carona Solidária/UnB deve ser o resultado do trabalho em grupo de diversas iniciativas na universidade e da comunidade acadêmica em geral, em prol da mobilidade urbana sustentável.

Por fim, sugere-se alguns temas sejam debatidos entre os gestores do programa e a comunidade tais como: a exigência do uso dos adesivos nos carros dos participantes ou a possibilidade de outra forma de identificação; as providências para alcançar benefícios exclusivos aos usuários do programa de caronas; as informações, avisos e permissões a se celebrarem com as autoridades relacionadas ao trânsito no Distrito Federal sobre a prática de caronas; a organização das vias de comunicação pelas redes sociais entre os organizadores do Programa Carona Solidária/UnB e a comunidade.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. *Frota de veículos do Distrito Federal*. Brasília: Denatran, 2010. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>. Acesso em: 1º maio 2013.
- CÂMARA, P. Gerência da mobilidade: a experiência da Europa. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE, 12., 1998, Fortaleza. *Anais [...]*. São Paulo: Anpet, 1998.
- CHARLES, Kevin K.; KLINE, Patrick. Relational costs and the production of social capital: evidence from carpooling. *Economic Journal*, London, v. 116, p. 581-604, 2006.
- DEAKIN, Elizabeth; FRICK, Karen Trapenberg; SHIVELY, Kevin M. Markets for dynamic ridesharing? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Thousand Oaks, v. 2187, n. 1, p. 131-137, 2010.
- DEFRANCISCO, Joseph Patrick. *Sustainable transportation at the University of Central Florida: evaluation of UCF Rideshare Program, Zimride*. 2012. Thesis (Master of Science) – University of Central Florida, Orlando, Florida, 2012.
- GOMES, Juliana F. et al. *Medidas de educação e conscientização para gerenciamento da mobilidade*. Projeto de Graduação (Disciplina de Planejamento de Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- KOPPELMAN, Frank S.; BHAT, Chandra R.; SCHOPER, Joseph L. Market research evaluations of actions to reduce suburban traffic congestion: commuter travel behavior and response to demand reduction actions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Amsterdam, v. 27, n.5, p. 383-393, 1993.
- OKUBO, Vinícius et al. *Carona solidária*. Projeto de Graduação (Disciplina de Planejamento de Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- SCHMITT, Rafael da Silva. *Impactos da implantação de medidas de gerenciamento da mobilidade em uma área urbana com múltiplos polos atratores de viagens*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- SILVEIRA, Allan F. da. *Mobilidade sustentável no câmpus da UnB: carona solidária*. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

TACO, Pastor Willy G.; FERREIRA, Caio César D.; SEABRA, Luciany O. Transporte e circulação dos usuários do câmpus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília: elementos para uma política da mobilidade sustentável. *In*: CATALÃO, Vera; LAYRARDES, Philippe; ZANETI, Izabel (org.). *Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília*. Brasília: Cidade Gráfica, 2011. p. 211-226.

UNB (Universidade de Brasília). Portal da UnB atualização de 23/07/2012. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.unb.br/sobre/principais_capitulos/estrutura. Acesso em: 15 nov. 2013.

VASCONCELLOS, Eduardo A. *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2000.

WCED (World Commission on Environment and Development). *Our common future*. Oxford: University Press, 1987.

SOBRE OS AUTORES

PREFACIADORA

Fabiana Serra Arruda

Doutora (2005) em Engenharia Civil com ênfase em Engenharia de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo com estágio na Eindhoven University of Technology, mestra (2000) em Engenharia Urbana com ênfase em Planejamento de Transportes pela Universidade Federal de São Carlos e graduada (1996) em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de Lins. É docente na Universidade de Brasília, curso de Engenharia Civil e Ambiental, e no Programa de Pós-Graduação em Transportes da UnB. Trabalhou na elaboração do Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e do Programa de transporte Urbano do Distrito Federal. Tem experiência em projetos referentes às seguintes áreas: planejamento urbano, engenharia de tráfego, microssimulação viária, segurança viária, transporte público urbano. E-mail: farruda@unb.br.

ORGANIZADORES E AUTORES DO LIVRO

Pastor Willy Gonzales Taco

Doutor (2003) em Engenharia de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), mestre (1997) em Transportes Urbanos pela Universidade de Brasília (UnB) e engenheiro civil (1991) pela Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru (UNSA). É professor associado do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (ENC/UnB), do Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universi-

dade de Brasília (PPGT/UnB), coordenador interino do Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes (Ceftru), foi membro da Comissão de Avaliação de Área da Engenharia Civil do ENADE (2014–2016), foi orientador do Bicicleta Livre, promotor de Startups em mobilidade urbana inteligente, tais como DEXTRA, Carona Phone, On.I-Bus. É membro efetivo do Conselho de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal e líder do Grupo de Pesquisa do CNPq Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias (CTNT). Suas áreas de pesquisa são: Planejamento dos Transportes, Abordagem de Viagens Baseadas em Atividades, Análise Comportamental em Transportes, Sistemas de Informações Geográficas em Transportes, Novas Tecnologias em Transportes, Inovação e Tecnologias Disruptivas nos Transportes, Sistemas Inteligentes em Transportes e Mobilidade Urbana, Veículos Autônomos-Conectados-Compartilhados, Corredores Rodoviários Inteligentes (CRIS); Confiabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência em Transportes. E-mail: pastor@unb.br.

Marise Santos Maranhão Takano

Doutora (2018) e mestra (2010) em Transportes pela Universidade de Brasília e bacharel (2006) em Engenharia Civil pela mesma instituição. É professora EBTT do Instituto Federal de Goiás (IFG) e pesquisadora voluntária na UnB no grupo de pesquisa do CNPq Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias (CTNT). Atua nas áreas de planejamento de transportes, com ênfase em comportamento em transportes, modelagem e análise de dados em transportes, além da área de ensino em engenharias. E-mail: marise.maranhao@ifg.edu.br.

Ingrid Luiza Neto

Doutora (2014) em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações pela Universidade de Brasília com período sanduíche (2013-2014) na Old Dominion University, Estados Unidos, atuando como pesquisadora visitante no Behavioral Psychology Research & Analysis Team, mestra (2009) em Psicologia Social pela Universidade de Brasília e graduada em Psicologia (2002) pelo Centro Universitário de Brasília e Pedagogia (2000) pelo Centro Universitário

rio do Distrito Federal (UDF). Realizou pós-doutoramento (2016-2019) na Universidade de Brasília em Psicologia Social como bolsista FAP/DF. É docente no curso de Psicologia e coordena o Laboratório de Psicologia do Trânsito do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF). É pesquisadora associada na UnB, consultora na área de educação para o trânsito e membro da Câmara Temática de Educação e Saúde do CONTRAN, representante da Associação Brasileira de Psicologia do Tráfego. E-mail: ingridluizaneto@gmail.com.

Lilian da Silva Santos

Doutora (2013) e mestra (2009) em Transportes pela Universidade de Brasília e graduada em Turismo pela Universidade Federal de Ouro Preto (2006). Realizou pós-doutoramento (2016) no Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. É docente na Universidade Comunitária da Região de Chapecó nas seguintes áreas: Administração, Engenharia de Produção, Planejamento de Turismo e Planejamento e Organização do Sistema de Transporte. E-mail: lilisisa@gmail.com.

Zuleide Oliveira Feitosa

Doutora (2017) em Transportes pela Universidade de Brasília com período sanduíche em parceria com a University of Michigan nos Estados Unidos (2016-2017), mestra (2010) em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações (PSTO) pela Universidade de Brasília, especialista (2003-2005) em Gestão da Cultura, Clima e Bem-Estar Organizacional também por esta universidade e psicóloga (1996-2001) pela Universidade Federal do Maranhão. Realizou pós-doutoramento na Universidade de Aveiro, Portugal (2020). Atua como professora substituta no Departamento de Processos Psicológicos da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Psicologia, com ênfase em Psicologia Comportamental e Ambiental; do trânsito e transporte, atuando principalmente nos seguintes temas: transportes, trânsito, docência, pesquisa e clínica. Atualmente, desenvolve pesquisa, em segurança viária e uso do território, em parceria com as universidades de Aveiro, Portugal, e de Valência, ITRANS, Espanha. E-mail: zld.feitosa@gmail.com.

DEMAIS AUTORES

Alexandre Henrique Silva

Doutor (2013) e mestre (2008) em Transportes pela Universidade de Brasília, graduado (2002) em Ciências Contábeis por essa mesma universidade. É chefe do Departamento de Planejamento e Estudos da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (METRÔ/DF), encarregado dos estudos de Expansão do Transporte Sobre Trilhos no âmbito do Distrito Federal. Possui experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Logística, Planejamento Urbano e dos Transportes. É membro titular do Conselho do Transporte Público Coletivo do Distrito Federal, na qualidade de representante da METRÔ/DF. Possui diversos prêmios e destaques em trabalhos científicos e técnicos na área de transportes. E-mail: alexandrehe@gmail.com.

Allan Franklin da Silveira

Bacharel (2013) em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília. Participou como pesquisador de iniciação científica no Projeto Mobilidade Sustentável no Campus da UnB. No trabalho final de graduação desenvolveu o projeto carona solidária para o campus UnB orientado pelos Professores Pastor Willy Gonzales Taco e Luciany Seabra. E-mail: nallan89@gmail.com.

Cira Souza Pitombo

Doutora (2007) e mestra (2003) em Engenharia Civil com ênfase em Transportes pela Universidade de São Paulo (USP), bacharel (2000) em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia. Realizou pós-doutoramento no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Portugal (2007-2008), e no Transport and Mobility Laboratory, School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Lausanne, Suíça (2016-2017). É professora associada do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos/USP e editora associada da revista *Transportes*. Tem experiência na área de Planejamento de Transportes e Modelagem de Demanda por Transportes,

atuando principalmente nos seguintes temas: geoestatística aplicada ao planejamento de transportes, técnicas de análise multivariada de dados aplicadas a problemas de transportes, novas técnicas de coleta de dados para previsão de demanda por transportes, modelagem de acidentes de trânsito. E-mail: cirapitombo@usp.br.

Eiji Kawamoto

Doutor (1988) e mestre (1984) em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo, graduado (1978) em Engenharia Civil e especialista (1978) em Engenharia de Estruturas por essa mesma universidade. Realizou pós-doutoramento pela École Polytechnique Federale de Lausanne (1992). Foi professor associado do Departamento de Transportes, atuando com destaques e premiações na área de Engenharia de Transportes.

Elaine Cristina Schneider de Carvalho

PhD em Travel Behavior Modelling and Analysis pela Eindhoven University of Technology (2019), mestra em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo (2013). Realizou estágio na Escola Politécnica da Universidade de Montreal (Canadá) com a aplicação de modelos de escolha discreta para previsão de demanda no transporte aéreo de passageiros (2003). Atua como analista de qualidade de dados na NavInfo (Europe) (Holanda). Possui vasta experiência em consultorias na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Planejamento e Organização do Sistema de Transporte, e em projetos de planejamento e reorganização/racionalização de transporte coletivo urbano. E-mail: lane_schneider@hotmail.com.

Fábio de Cristo

Doutor (2013) em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações pela Universidade de Brasília com pós-doutorado vinculado ao Laboratório de Psicologia Ambiental, mestre (2008) em Psicologia, especialista (2007) em Gestão de Pessoas e graduado (2005) em Psicologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente, é professor adjunto na UFRN, na unidade acadêmica de Santa Cruz/RN. Realiza pesquisas sobre comportamento no trânsito com foco de investigação, a partir da psicolo-

gia ambiental e da avaliação psicológica. Foi consultor do Conselho Federal de Psicologia na elaboração das *Referências técnicas para atuação de psicólogas(os) em políticas públicas de mobilidade humana e trânsito*. É autor de vários livros na área. Atua como coordenador da Rede Latino-Americana de Psicologia do Trânsito (RELAPSITRAN) e criador do Portal de Psicologia do Trânsito. E-mail: portalpsitran@gmail.com, fabiodecristo@gmail.com.

Luciany Oliveira Seabra

Doutora (2013) e mestra (2008) em Transportes pela Universidade de Brasília e graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2002). Tem experiência em Engenharia de Transportes em projetos de gestão e planejamento da mobilidade urbana, análise de tráfego, sinalização viária, gestão, planejamento e operação de transporte urbano, transporte intermunicipal e interestadual de passageiros. Atualmente, é professora da Faculdade de Engenharia civil da Universidade Federal de Uberlândia/Câmpus Monte Carmelo. Atua nos seguintes temas: gestão e planejamento da mobilidade urbana sustentável e segurança viária em rodovias. E-mail: lucianyseabra@gmail.com.

Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

Doutor (2019) em Ciências na área de concentração Infraestrutura de Transporte e mestre (2005) em Engenharia Civil na área de concentração Transportes pela Universidade de São Paulo, graduado (2002) em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. É professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Tem experiência acadêmica nas áreas de Planejamento (análise de demanda por transportes) e Infraestrutura de Transportes (misturas asfálticas) e experiência profissional como engenheiro civil nas áreas de Engenharia de Tráfego, projeto geométrico de vias urbanas e gerenciamento de transporte coletivo. E-mail: mmassulo@gmail.com.

Mateus Araújo e Silva

Doutor (2011) e mestre (2006) em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo (USP), com período em Eidgenössische Technische

Hochschule Zürich - ETHZ (Zurique/Suíça), bacharel (2003) em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia, com estágio em Duebendorf/Suíça. É consultor sênior em projetos na área de Concessão de Rodovias, Mobilidade Urbana e Serviços de Transportes, desenvolvendo modelos para estimativa da demanda de passageiros e carga com base em pesquisas de preferência revelada e declarada. Atua como coordenador do curso de Engenharia Civil da Universidade de Ribeirão Preto e como revisor de vários periódicos e congressos internacionais. E-mail: mateus@citatis.com.br.

Orlando Strambi

Doutor (1991) em Engenharia de Transportes pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, mestre (1981) em Planejamento de Transportes pela Cornell University, bacharel (1975) em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1975). É livre-docente (2000) em Transporte Urbano pela Universidade de São Paulo e professor titular sênior (aposentado) também por essa universidade. É bolsista de produtividade em pesquisa (nível 1C) do CNPq, membro titular (2007-2010) do Comitê de Assessoramento das Engenharias de Produção e Transportes do CNPq (representante da área de Engenharia de Transportes), membro do Comitê de Avaliação – Engenharias I (Civil) da CAPES e assessor *ad hoc* do CNPq, da CAPES, da FAPESP, da FAPERJ, da FAPERGS e de outras instituições de apoio à pesquisa. Pertence ao Conselho Editorial da *Transport Reviews* e ao International Steering Committee for Transport Survey Conferences. Participa como membro do comitê Traveler Behavior and Values e, anteriormente, dos comitês Transportation in the Developing Countries e International Cooperation do Transportation Research Board da National Academy of Sciences, do Comitê Técnico Internacional do Congresso Latino-Americano de Transporte Público e Transportes. É ex-diretor (2009-2012) da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Foi coeditor da *Transportes* e presidente e vice-presidente do Comitê Científico Internacional do Congresso Pan-Americano de Engenharia de Tráfego e Transportes. E-mail: ostrambi@usp.br.

Pablo Brilhante de Sousa

Doutor (2012) e mestre (2004) em Transportes pela Universidade de São Paulo, graduado (2001) em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. Atualmente, é professor da Universidade Federal da Paraíba e avaliador ad hoc INEP/MEC. Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Planejamento e Organização do Sistema de Transporte, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento de transportes; mobilidade urbana; análise da demanda; transporte não motorizado; implantação e qualidade de deslocamento em ciclovias e/ou ciclofaixas em áreas urbanas. E-mail: pablo@ct.ufpb.br.

Patrícia Vilela Margon

Doutora (2016) em Transportes da Universidade de Brasília, mestra (2002) em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) e bacharel (1996) em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Goiás. É professora efetiva do Instituto Federal de Goiás e coordenadora do curso de Engenharia de Transportes no IFG/Câmpus Goiânia. É integrante do Núcleo de Pesquisa e Planejamento em Engenharia de Transportes (NUPPET) e pesquisadora do grupo de pesquisas em Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias da Universidade de Brasília, registrado no CNPq. Possui experiência na área de Transportes, com ênfase em Planejamento de Transportes e Mobilidade Urbana. E-mail: patricia.margon@ifg.edu.br.

Ronny Marcelo Aliaga Medrano

Doutor (2016) e mestre (2012) em Transportes pela Universidade de Brasília, bacharel (2006) em Engenharia Civil pela Escuela Militar de Ingenieria na Bolívia. Atuou profissionalmente como analista de transporte na prefeitura do governo municipal de La Paz, Bolívia (2010). Foi assessor técnico na Empresa de Planejamento e Logística S.A. do Ministério do Transporte do Brasil (2015) e consultor no Plano Operacional Funcional do Metro/DF para empresa ENGEVIX Engenharia S. A. Atualmente, é professor do curso de Engenharia de Transporte da Universidade Federal de Goiás. Trabalha

na linha de pesquisa de Inovação, Inteligência em Transporte, com ênfase em Planejamento de Transportes, atuando principalmente nos seguintes temas: simulação de sistemas de transporte, big data e TIC, modelos de transporte, comportamento em transporte, space-time geography, inteligência artificial. E-mail: ronnymarcelo@ufg.br.

Sandra Ichikawa

Mestra (2002) em Engenharia de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Foi diretora do Departamento de Transporte Público da Prefeitura de São Carlos – SP. Fez pesquisas na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo na área de aplicação de mineradores de dados para caracterização de demanda em transportes. E-mail: ichikawa.sandra@gmail.com

Sebastian Seriani Awad.

Doctor en Transporte de University College London, magister en Proyecto Urbano de la Pontificia Universidad Católica de Chile y ingeniero civil en Obras Civiles de la Universidad de los Andes (Chile). Entre 2010 y 2012 trabajó como asesor ministro en la Dirección de Reconstrucción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. En 2012 se inició en la carrera académica en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de los Andes. Con más de 5 años de experiencia en docencia e investigación de ingeniería en transporte; se ha especializado en modelación y diseño para peatones y bicicletas, diseño del espacio público para la accesibilidad universal y movilidad urbana. Actualmente es Profesor Asistente del Grupo de Estudios de Transporte en Universidad de los Andes (Chile) y Honorary Lecturer de University College London. E-mail: sseriani@miuandes.cl.

CRÉDITOS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

Reitor

Jerônimo Rodrigues da Silva

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Paulo Francinete Silva Júnior

Coordenadora da Editora

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Conselho Editorial

Carlos de Melo e Silva Neto

Fábio Teixeira Kuhn

Fernando dos Reis de Carvalho

Lucas Nonato de Oliveira

Maria Aparecida de Castro

Maria de Jesus Gomides

Rita Rodrigues de Souza

Tânia Mara Vieira Sampaio

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Projeto Gráfico e Diagramação e Capa

Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Capa

Renata Rosa Franco

Revisão

Francielle Maria Rocha Alves (Editora IFRN)

Rodrigo Luiz Silva Pessoa (Editora IFRN)

Normalização

Olliver Robson Mariano Rosa

Conselho Científico

Adelino Cândido Pimenta (IFG)

Albertina Vicentini Assumpção (PUC/GO)

Alice Maria de Araújo Ferreira (UNB)

André Luiz Silva Pereira (IFG)

Angel José Vieira Blanco (IFG)

Antônio Borges Júnior (IFG)

Camila Silveira de Melo (IFG)

Cândido Vieira Borges Júnior (UFG)

Carlos Leão (PUC/GO)

Celso José de Moura (UFG)

Clarinda Aparecida da Silva (IFG)

Cláudia Azevedo Pereira (IFG)

Dilamar Candida Martins (UFG)

Douglas Queiroz Santos (UFU)

Gláucia Maria Cavasin (UFG)

Jullyana Borges de Freitas (IFG)

Jussanã Milograna (IFG)

Kellen Christina Malheiros Borges (IFG)

Kenia Alves Pereira Lacerda (IFG)

Liana de Lucca Jardim Borges (IFG)

Lídia Lobato Leal (IFG)

Lillian Pascoa Alves (IFG)

Manoel Napoleão Alves de Oliveira (IFG)

Marcelo Costa de Paula (IFG)

Marcelo Firmino de Oliveira (USP)

Maria Sebastiana Silva (UFG)

Marshal Gaioso Pinto (IFG)

Marta Rovey de Souza (UFG)

Mathias Roberto Loch (UEL)

Maurício José Nardini (MP/GO)

Pabline Rafaella Mello Bueno (IFG)

Paulo César da Silva Júnior (IFG)

Paulo Henrique do Espírito Santo Nestor (IFG)

Paulo Rosa da Mota (IFG)

Rachel Benta Messias Bastos (IFG)

Ronney Fernandes Chagas (IFG)

Rosana Gonçalves Barros (IFG)

Simone Souza Ramalho (IFG)

Waldir Pereira Modotti (UNESP)

Walmir Barbosa (IFG)

Formato 160 x 230mm

Tipografia Gotham Bold 11/14 (títulos)
Minion Pro 11/16 (texto)

Capa Boulevard Montmartre na
manhã de inverno. Óleo
sobre tela. Camille Pissarro
(1830–1903). The Metropolitan
Museum of Art, New York, NY,
Estados Unidos.

pesquisadores e profissionais interessados no tema Comportamento em Transportes.

Estimamos, igualmente, que esta publicação possa auxiliar os leitores interessados em conhecer a temática, reconhecendo a relevância de variáveis sociais, ambientais e comportamentais. Para aqueles que já conhecem o tema, esperamos que os estudos aqui apresentados possam estimular a curiosidade e o desejo de desenvolver novas pesquisas com foco em variáveis comportamentais no contexto dos transportes.

Desejamos, por fim, que os leitores possam aplicar os achados dos estudos científicos e acadêmicos desta coletânea em sua prática, ampliando as possibilidades de atuação profissional e acadêmica no âmbito do Comportamento em Transportes.

OS ORGANIZADORES

ÁGORA **á.**
COLEÇÃO
CIENTÍFICA

COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES:
TEORIAS, ANÁLISES E PERSPECTIVAS

O livro Comportamento em transportes: teorias, análises e perspectivas resulta de um esforço coletivo que se materializou em um conjunto de trabalhos de pesquisadores de diferentes instituições e áreas do conhecimento. Esta publicação inova ao trazer para o leitor aspectos relevantes para o entendimento de como os padrões de deslocamento são formados, mediante a influência de características socioeconômicas, do hábito, do estilo de vida e de fatores ambientais.

Neste livro, o leitor, iniciante ou não em estudos comportamentais em transportes, entrará em contato com diferentes vertentes da pesquisa científica, o que lhe permitirá apreender melhor o tema, refletir sobre as consequências a ele relacionadas e se posicionar acerca do aspecto comportamental em suas próprias investigações.

FABIANA S. DE ARRUDA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

