



Medidas de desempenho de infra-estruturas para pedestres. Estudos de caso: travessias semaforizadas na cidade de São Paulo

Georgia Penna de Araujo
Marilita Gnecco de Camargo Braga
 Programa de Engenharia de Transportes
 Coppe/UFRJ

E-mail: secexpet@pet.coppe.ufrj.br

Nancy Reis Shneider
 Companhia de Engenharia de Tráfego - CET
 São Paulo
 E-mail: spl@com.br

O Highway Capacity Manual de 1994 (HCM, 1994), no seu capítulo 13, analisa exclusivamente problemas relacionados com pedestres. Esta avaliação se dá com base em relações matemáticas existentes entre medidas de espaço, velocidade e fluxo de pessoas. Através do conceito de nível de serviço (NS), dá diretrizes para o projeto e avaliação de infra-estrutura de pedestres, com base em medidas quantitativas de fluxo, velocidade e densidade de usuários. Faz recomendações, entretanto, quanto à necessidade da consideração de fatores ambientais (ou qualitativos) que contribuam para uma melhor análise do NS observado para uma determinada infra-estrutura.

Certamente a consideração de fatores ambientais enriqueceria bastante a análise a ser feita, visto que estes exercem papel de grande importância na percepção do pedestre sobre o meio ambiente urbano no qual circula. Entretanto, o HCM, ao mesmo tempo em que recomenda a consideração destes e outros fatores ambientais na avaliação de infra-estruturas para pedestres, não define uma metodologia para tal.

Khisty (1994) sugere uma metodologia na qual considera medidas de desempenho (ou fatores ambientais) através das quais os próprios usuários da infra-estrutura em questão possam valorizar cada um dos fatores considerados em seu entorno. A pesquisa aqui desenvolvida testa a aplicação da metodologia de Khisty (1994). Para este trabalho, realizado mediante uma parceria entre o Programa de Engenharia de Transporte (PET) da Coppe/UFRJ e a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP), foi escolhida, para estudo de caso, a avaliação de travessias em cruzamentos semaforizados na cidade de São Paulo.



www.antp.org.br

ASPECTO RELEVANTES DA CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES

Segundo Davis (1993), o ato de andar não é somente o modo mais básico de transporte. É o mais justo, não violento, não poluente e conservador de energia. Mas é também um modo bastante vulnerável. O problema mais comumente abordado diz respeito aos riscos que os pedestres podem vir a correr, em termos de segurança de vida e bem estar, o que pode ser constatado através dos altos índices de acidentes e mortes com pedestres nas grandes metrópoles. Mas um outro ponto que deve ser lembrado é que “andar a pé é um meio de deslocamento essencial para a organização e o funcionamento dos sistemas de transporte coletivo e semi coletivo” (Codatu, 1980).

Botelho (1996) cita, em sua tese de mestrado, dados interessantes sobre o crescimento das viagens a pé: em 1977, as viagens a pé totalizavam 25% do total de deslocamentos e, em 1987, 36% desse total. Para confirmar ainda mais esta importância, uma pesquisa recente na Região Metropolitana do Rio de Janeiro constatou que, de cerca de 13 milhões de viagens que ocorrem por dia, 21% não são motorizadas (quase todas a pé) e que são realizadas 2,29 viagens a pé por dia por habitante contra 2,14 em automóveis (Aquino, 1997).

Esta situação mostra a relevância de se proceder a avaliações de “facilidades”, ou elementos de infra-estrutura de uso dos pedestres (EIUP). Estas “facilidades” também podem ser definidas como toda infra-estrutura física que permite ou promove o andar como um modo de transporte. O Highway Capacity Manual propõe metodologia de obtenção de nível de serviço para calçadas, travessias e esquinas, não impedindo que a técnica seja aplicada a outras EIUP's, tais como plataformas de espera para transporte público. Isto pode ser atribuído ao fato destas três EIUP's para pedestres serem aquelas onde se identifica maior probabilidade de ocorrência de conflito com o fluxo de tráfego.

A ABORDAGEM DO NÍVEL DE SERVIÇO

O conceito de nível de serviço foi criado inicialmente no Highway Capacity Manual de 1965 para aplicação na avaliação das vias para o tráfego veicular. Este tipo de análise foi desenvolvido tendo por base a consideração de volumes de serviço e uma avaliação qualitativa da conveniência dos motoristas, esta última incluindo a liberdade de escolher a velocidade de dirigir, a habilidade de ultrapassar e a liberdade de mudar de faixa.

Analogamente, o caso de pedestres deveria ser baseado na liberdade de uma pessoa escolher a velocidade de locomoção, a habilidade de ultrapassar outros pedestres mais vagarosos e, por fim, a facilidade de se mover cruzando vários grupos de pedestres (Fruin, 1971). Este

autor, primeiro a adaptar o conceito de nível de serviço para o caso de pedestres, criou o conceito de fricção e descreveu o corpo humano fazendo uma analogia com uma elipse, considerando as duas principais dimensões, vistas em planta. De acordo com essas dimensões da elipse, ele definiu seis níveis de serviço (A até F) para áreas de espera (ou filas), calçadas e escadas. A tabela 1 mostra este tipo de categorização feita para o caso de calçadas.

Tabela 1
Classificação de níveis de serviço para calçadas (Fruin, 1971)

| Nível de serviço (NS) | Área de ocupação média por pedestre (m ² /ped) | Volume médio (ped/m/min) |
|-----------------------|---|--------------------------|
| A | > 3,25 | < 23 |
| B | 2,32 - 3,25 | 23 - 33 |
| C | 1,39 - 2,32 | 33 - 50 |
| D | 0,93 - 1,39 | 50 - 66 |
| E | 0,46 - 0,93 | 66 - 83 |
| F | < 0,46 | 83 |

O Highway Capacity Manual de 1994 (HCM, 1994), a partir do trabalho de Fruin, continuou aplicando o conceito de nível de serviço para o caso de infra-estruturas para pedestres, revisando as medidas numéricas de velocidade, fluxo e densidade, exatamente as mesmas utilizadas para o caso do fluxo veicular.

Esses trabalhos abordavam exclusivamente a análise quantitativa. No entanto, outras características da infra-estrutura disponível para o uso dos pedestres também são importantes no sentido de incentivar ou desincentivar seu uso por parte destes usuários: são elementos qualitativos que podem gerar, nos pedestres, expectativas diversas quanto ao uso da infra-estrutura. Propõe-se, portanto, que paralelamente a medidas quantitativas que descrevam o que é ofertado, também se desenvolva uma avaliação que contemple aspectos relacionados com sua qualidade.

A CLASSIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO SEGUNDO A METODOLOGIA DE KHISTY

Khisty (1994) inicia a descrição de sua nova abordagem criticando, de certa maneira, a forma como até hoje tratou-se o tema nível de serviço para o caso de pedestres, em especial o método utilizado pelo Highway Capacity Manual de 1985, com base no fluxo, velocidade e densidade de pessoas. Esta crítica começa a partir do ponto que este

documento sugere claramente - a consideração de fatores ambientais (ou qualitativos) na análise -, ao mesmo tempo em que não propõe diretrizes para isto. A esses fatores qualitativos Khisty chamou de medidas de desempenho (MD) que, por sua vez, são descritas ou compostas por atributos. Esses atributos nada mais são do que características diretamente relacionadas com as respectivas MD's e que conseqüentemente podem melhor descrevê-las.

A escolha das medidas de desempenho

Para a escolha das MD's o autor primeiramente recorre a uma revisão da literatura relacionada com engenharia de tráfego e psicologia ambiental e, em seguida, a uma consulta a profissionais com experiência na área de pedestres. Para esta etapa, é aconselhável que se tenha até 10 MD's, caso contrário, o método poderia se tornar bastante trabalhoso e, portanto, impraticável. Fazendo uma filtragem nas 20 MD's inicialmente selecionadas, o autor reduz este número para sete unidades por motivos de duplicação de significados, relevância e disponibilidade de dados. A seguir são apresentadas e descritas, através de seus respectivos atributos, cada uma das medidas de desempenho escolhidas por Khisty:

1. Atratividade - esta MD compreende muito mais que o projeto estético e se relaciona basicamente com sensações de prazer, satisfação, interesse e exploração.

2. Conforto - esta MD é composta das seguintes características: proteção climática, abrigos devidamente projetados, condições da superfície, limpeza dos terminais e provisão de assentos adequados. Características de odor, ventilação, barulho, vibração e densidade de pessoas também podem ser incorporadas a esta classe de MD.

3. Conveniência - as distâncias a caminhar conectadas com atributos como direção do caminho, existência e localizações de rebaixamento do meio fio, direção das sinalizações, existência de mapas de atividades, conexões convenientes entre locais freqüentemente usados e outras características que tornam o ato de andar fácil ou descomplicado. As rampas nas esquinas destinadas a pessoas com deficiências locomotoras e também objetos tácteis para deficientes visuais fazem parte desta classe de MD.

4. Segurança - MD definida como fatores que reduzem os conflitos entre pedestres e veículos. Facilidade de movimento no andar, até mesmo em áreas de tráfego veicular proibido como shoppings, calçadas, passarelas, escadas, elevadores, rampas etc. Particularmente em redes viárias de tráfego bastante intenso, a provisão de recursos de controle bem projetados, promovendo tempo e espaço de separação do movimento veicular, é considerada uma parte essencial relacionada com a segurança.



www.antp.org.br

5. Segurança pública - linhas de visão desobstruídas, boa iluminação, ausência de áreas escondidas e vigilância através de câmeras de TV permitindo uma observação clara pelo público e pela polícia. O pedestre deve se sentir razoavelmente seguro e protegido com a sua vizinhança e com o nível de atividade nas ruas.

6. Coerência do sistema - imaginação e seletividade desempenham um importante papel na percepção e entendimento do tempo e do espaço. Entretanto, um pedestre não familiarizado com o local dará mais relevância à orientação na busca do seu destino do que à estética do lugar. Existe uma forte correlação entre as atividades presentes no local e as imagens cognitivas que as pessoas têm do meio ambiente físico. Até mesmo a percepção da distância é afetada pela geometria dos caminhos.

7. Continuidade do sistema - um sistema bem projetado pode ter todos os atributos relacionados com as MD's mencionadas anteriormente, mas falta uma característica essencial de continuidade e conectividade. Continuidade é particularmente importante para recursos multimodais conectados a caminhos de pedestres que unificam o sistema eficientemente.

Com a obtenção das sete MD's que definitivamente farão parte da análise das calçadas, Khisty parte para a pesquisa de campo com o objetivo de hierarquizar estas MD's, de acordo com o ponto de vista dos pedestres.

Hierarquização das medidas de desempenho

Para a aplicação da metodologia em campo, Khisty escolheu trechos de rotas e calçadas no próprio campus do Instituto de Tecnologia de Illinois. Dos 600 questionários distribuídos a estudantes, funcionários e professores, apenas 320 foram considerados válidos.

O método utilizado para a hierarquização das MD's é a combinação do método de comparação par a par com a técnica da soma constante. O primeiro deles é considerado um método psicométrico de grande utilidade em pesquisas sociais, pois permite a obtenção de um *ranking* de objetos a serem analisados. Resumidamente, o método consiste em fazer com que o respondente compare todas as possíveis combinações de pares de objetos em análise. O número de comparações é dado pela fórmula $n = 1/2 N (N-1)$, onde N é o número de objetos a serem ordenados de acordo com a preferência do respondente com relação à pergunta feita (qual o objeto melhor, pior, mais seguro etc.).

Já a técnica da soma constante permite ao respondente atribuir, ao mesmo tempo em que distribui, um valor (geralmente 10 ou 100) a cada um dos objetos em análise. Khisty em seu trabalho sugere a união dos dois métodos fazendo com que o entrevistado (o pedestre)

distribua 10 pontos entre cada par de possível combinação das sete MD's estabelecidas pelo referido autor e definidas anteriormente.

Através de processos matemáticos e estatísticos (média, média ponderada e desvio padrão), que não serão detalhados neste artigo, é possível chegar a um *ranking* ou ordenação das medidas de desempenho. Esta classificação, para o caso de calçadas no campus do IIT em Chicago (EUA), é mostrada na tabela 2 a seguir:

Tabela 2
Ranking e pesos das MD's (Khisty, 1994)

| Ranking | Medida de desempenho | Média | Desvio padrão | Peso (%) |
|---------|-------------------------|-------|---------------|----------|
| 1 | Segurança pública | 0,354 | 0,120 | 35 |
| 2 | Segurança | 0,241 | 0,108 | 24 |
| 3 | Conforto | 0,101 | 0,032 | 10 |
| 4 | Conveniência | 0,092 | 0,049 | 9 |
| 5 | Atratividade | 0,080 | 0,048 | 8 |
| 6 | Coerência do sistema | 0,071 | 0,029 | 7 |
| 7 | Continuidade do sistema | 0,061 | 0,027 | 6 |



www.antp.org.br

A ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PARA O CASO BRASILEIRO

Como dito anteriormente, o presente estudo irá se concentrar na avaliação de travessias na cidade de São Paulo, devido ao grande interesse da CET-SP em testar uma nova metodologia de avaliação de infra-estrutura de pedestres que leve em consideração a opinião dos próprios pedestres com relação a fatores qualitativos semelhantes àqueles acima citados. Sendo assim, a escolha de travessias em cruzamentos semaforizados foi definida primeiramente pelo fato do referido órgão estar em fase de avaliação e melhoria das referidas infra-estruturas na cidade de São Paulo. Outro fator contribuinte também para esta escolha reside no fato das travessias possuírem maior concentração de conflitos entre pedestres e veículos, tornando-se assim locais de grande risco para pedestres.

O HCM/94 define cinco fatores ambientais que contribuem para a experiência de andar e, portanto, para o nível de serviço percebido pelo usuário. Estes fatores são: conforto, conveniência, segurança pública (seguridade) e economia. Já a metodologia de Khisty define estes fatores como sendo medidas de desempenho (MD's) e também inclui, além daquelas acima mencionadas, atratividade e coerência do sistema. Sendo assim, a escolha das medidas de desempenho ocorreu primeiramente a partir de uma revisão bibliográfica bastante abran-

gente, tendo estes dois documentos (HCM, 1994 e Khisty, 1994) sido os principais selecionados como base de referência.

A definição das medidas de desempenho, era basicamente voltada para avaliação de calçadas e passeios para pedestres. Sendo assim, a análise para a escolha das MD's a serem utilizadas neste trabalho foi realizada sob o enfoque exclusivamente dos fatores que interferem diretamente nas travessias semaforizadas, devido ao próprio objetivo do trabalho. Chegou-se à conclusão de que as medidas de desempenho a serem adotadas inicialmente na classificação dos atributos pelos técnicos seriam definidas de acordo com o HCM (1994) e a metodologia de Khisty (1994), em conjunto. Estas podem ser entendidas, para travessias semaforizadas, de acordo com as definições abaixo:

1. Conforto - inclui fatores que promovem o bem estar e a sensação de conforto para o pedestre na hora de usar a travessia. Ex.: condições do pavimento, limpeza etc.
2. Conveniência - inclui fatores que tornam o ato de andar fácil e descomplicado, como, por exemplo: rampas, meio-fios rebaixados, ausência de obstáculos nas calçadas na proximidade do acesso à travessia, rampas para deficientes etc.
3. Segurança - inclui fatores que reduzem os conflitos entre pedestres e veículos. Ex.: sinalização, presença policial, largura da via etc.
4. Continuidade - inclui fatores que promovem a continuidade do trajeto a ser percorrido e ainda contribuem para a eficiência do sistema. Ex.: estacionamento irregular próximo à travessia, canteiro central etc.
5. Economia - inclui os fatores relacionados com o custo monetário e com a inconveniência dos atrasos nos tempos de viagem percebidos pelos pedestres, fator importante com relação ao risco aceito durante a travessia (Garcia e Braga, 1992).

Definidas as MD's que farão parte da análise das travessias, partiu-se para a primeira coleta de dados que consiste na obtenção dos atributos (ou características) que melhor descreverão as medidas acima citadas. Optou-se por uma pesquisa com técnicos do setor, promovendo-se uma discussão em grupo com esta finalidade. Uma primeira reunião foi realizada na CET-SP e contou com a participação e colaboração de 17 profissionais da área de trânsito atuando em educação, treinamento, segurança, projeto, planejamento e operações.

OBTENÇÃO DOS ATRIBUTOS

Questionário e discussão em grupo foram os métodos escolhidos para a obtenção dos dados junto aos técnicos da CET-SP. Esta fase

de escolha dos atributos pode ser melhor entendida através da descrição dos seus passos com os respectivos tempos de duração.

Passo 1 - apresentação aos técnicos do trabalho em desenvolvimento, com os devidos objetivos e etapas a serem cumpridos e distribuição dos questionários - (30 min).

Passo 2 - os técnicos retratam uma travessia semaforizada em um cruzamento qualquer na cidade de São Paulo e fazem um croquis da mesma considerando todos os detalhes em termos de recursos e equipamentos, características das vias etc. que ele (técnico) considera importantes. O fluxo de pedestres e veículos deve ser considerado variando de médio a elevado. Este croquis tem o objetivo de auxiliar na execução da etapa seguinte, que é a listagens dos atributos - (10 min).

Passo 3 - os técnicos fazem uma listagem na qual ele seja estimulado a descrever, segundo sua área de atuação dentro da CET-SP, os fatores ambientais (ou qualitativos) - atributos - que ele considera que têm efeitos importantes na percepção do pedestre em relação à travessia considerada, assim como as características da travessia que ele ache importantes enquanto profissional - (25 min.).

Passo 4 - tabulação e síntese dos dados (atributos) obtidos na etapa anterior. Neste passo, os atributos obtidos foram classificados em classes, por possuírem diferentes características. Esta classificação se deu de acordo com os seguintes elementos: via, pedestres, veículos, sinalização, semáforo, calçadas/canteiros, outros.

Passo 5 - discussão com os técnicos com o objetivo de eliminar superposições de respostas, esclarecer conceitos/idéias com relação aos atributos e, finalmente, obter um consenso com relação aos atributos a serem considerados definitivos. A tabela 3 mostra os atributos gerados após esta fase de debate com os técnicos e que serviu de base para a composição das medidas de desempenho.

Passo 6 - de posse dos atributos, partiu-se para a classificação dos mesmos de acordo com as medidas de desempenho consideradas. O conceito de medida de desempenho, assim como a definição de cada uma, é explicado com a finalidade de tornar esta etapa bastante esclarecida para os respondentes e sempre lembrando que um mesmo atributo poderia ser classificado em mais de uma MD. Esta etapa teve duração de aproximadamente 40 min.



www.antp.org.br

Tabela 3
Classificação dos atributos selecionados pelos técnicos da CET-SP

| Classe | Atributos |
|--------------------|---|
| Via | Tipo de via (fluxo), largura da via, visibilidade do pedestre e do motorista (intervisibilidade), movimento de giro/conversão, gradiente/inclinação, curva horizontal, iluminação (noturna/sombras), canalização do fluxo de pedestres, características do pavimento, faixa exclusiva para ônibus, mão dupla/única, sonorizadores, largura do canteiro central, drenagem, estacionamento [permitido/proibido (respeitado/não respeitado)], ponto de táxi, ponto de ônibus, lombadas, canteiro central/refúgio, percepção da existência do cruzamento. |
| Pedestres | Volume de pedestres, linha de desejo do pedestre, tipo de pedestre no local, uso do solo/pontos de referência/atividades no entorno, demanda concentrada ou dispersa (no tempo/no espaço), segurança pública, velocidade do pedestre, tempo de espera/atraso, área para aguardar o momento de atravessar. |
| Veículos | Velocidade, densidade do tráfego, volume de tráfego, composição de tráfego. |
| Sinalização | Faixa zebreada, faixa de retenção, largura da travessia, manutenção, sinalização de advertência da travessia, sinalização de orientação/advertência para o pedestre, não mudança de faixa nas proximidades do cruzamento. |
| Semáforos | Semáforo de pedestres/foco, semáforo de veículos, tempos para pedestres (verde/vermelho), tempos para veículos, ciclo do semáforo, botoeira, visibilidade do foco para pedestres, programação semaforizada variável, vermelho total para veículos + verde para pedestres. |
| Calçadas/canteiros | Ausência de obstáculos fixos, canteiro central desobstruído, gradil, degrau/meio-fio/rebaixamento, buracos/condições do passeio, prismas, ambulantes, largura da calçada/canteiro, avanço de passeio, recuo de edificações, declividade, desnível passeio/pista de rolamento, tipo de pavimento/revestimento. |
| Outros | Legendas (OLHE etc.), informação [mão de direção ↑↓ (sinalização vertical), botoeira], poluição visual, fiscalização, orientadores de travessia. |



www.antp.org.br

Ao final deste último passo, foi gerada uma primeira tabela de classificação dos atributos nas respectivas MD's, de acordo com o número de votos para cada um deles. Verificou-se que o número de atributos relacionados (total de 67) na reunião com os técnicos seria extremamente elevado para ser considerado na avaliação do pedestre na pesquisa de campo. Sendo assim, decidiu-se fazer uma redução neste número de atributos a fim de que a pesquisa de campo (entrevista com os pedes-

tres, na rua) fosse viável e fosse possível eliminar os atributos de menor relevância para a percepção dos pedestres. Para esta primeira filtragem, foram adotados critérios como a experiência como pedestre, o conhecimento técnico na área e o número de votos dados pelos técnicos.

Observando a lista gerada nesta primeira filtragem, verificou-se que o número de atributos continuava elevado ao mesmo tempo em que foram contatadas algumas discordâncias com relação às classificações presentes em Khisty (1994). A metodologia sugerida por Khisty não estipula um número fixo de atributos a serem considerados em cada MD e por isso optou-se por descrever cada MD utilizando apenas cinco atributos para facilitar a aplicação da pesquisa ao campo (menos tempo para realizar as entrevistas).

Para esta segunda filtragem, alguns procedimentos foram adotados. Primeiramente, a MD economia foi eliminada devido ao fato de poucos atributos terem sido escolhidos para compô-la e ainda pelo fato de serem melhor explicados em outras MD's. Alguns atributos foram também eliminados por estarem fora da área de atuação da CET-SP. Finalmente, concluiu-se que, para o caso de travessias semaforizadas, era razoável a aglutinação das MD's conforto e continuidade, visto que as diferenças nas definições seriam pouco perceptíveis para os pedestres. A MD resultante levou o nome conforto.

Uma terceira e última reunião foi realizada com três técnicos da CET-SP com o objetivo de definir os cinco atributos finais para cada MD a serem utilizados no pré-teste. As cinco medidas de desempenho com seus respectivos atributos são mostrados na tabela 4.

Tabela 4
Atributos relacionados com interseções semaforizadas, utilizados no pré-teste

| Conforto | Segurança | Continuidade |
|--|------------------------|---|
| Tempo de espera/atraso | Largura da via | Ausência de obstáculos fixos/ambulantes |
| Área para aguardar o de momento atravessar | Velocidade de veículos | Buracos/condições do passeio |
| Volume de pedestres | Visibilidade | Meio-fio/rebaixamento |
| Mão única | Iluminação | Semáforo de pedestres |
| Segurança pública | Gradil | Canteiro central/refúgio |

Os passos seguintes foram a realização de um pré-teste do questionário, a elaboração do questionário definitivo e a pesquisa de campo propriamente dita.

A PESQUISA COM OS PEDESTRES

O pré-teste e o questionário definitivo

Para a realização do pré-teste, foram aplicados 30 questionários-piloto no terminal Princesa Isabel de ônibus urbanos, localizado na praça Princesa Isabel, no centro da cidade de São Paulo. Este local foi escolhido para a pesquisa por concentrar grande volume de pedestres, principalmente nos horários de pico da manhã e da tarde.

Diante das principais dificuldades presenciadas durante as entrevistas, algumas modificações foram adotadas, tanto na própria estrutura do questionário quanto na forma de apresentação do mesmo. A tabela 5 mostra a relação dos atributos definitivos da pesquisa com pedestres, onde somente o atributo segurança pública foi substituído por condições do asfalto na rua (MD conforto).

O corpo do questionário definitivo, além de conter perguntas referentes a dados gerais do entrevistado, tais como idade, escolaridade, profissão etc., inclui também três perguntas relativas às MD's. O entrevistado era solicitado a distribuir 10 pontos entre três partes de MD's (número total de comparações possíveis para aplicação do método de comparação par a par): 1) conforto e segurança; 2) conforto e continuidade; 3) segurança e continuidade. Para facilitar a compreensão do pedestre entrevistado, a cada pergunta dois cartões eram mostrados, contendo cada um a relação de atributos que descrevia a MD em questão. O processo de apresentação de cartões é bastante eficiente, pois torna a manipulação e a visualização do próprio questionário mais fácil, tanto para o respondente quanto para o entrevistador.

Tabela 5
Atributos definitivos usados na pesquisa com pedestres

| Conforto | Segurança | Continuidade |
|---|---|---|
| Tempo de espera para travessia | Largura da via | Não ter obstáculos (camelôs/bancas de jornal, etc.) |
| Área para aguardar o momento de travessia | Velocidade de veículos | Buracos/más condições da calçada |
| Quantidade de pedestres | Consegue ver bem os carros e consegue servisto (visibilidade) | Rebaixamento da guia |
| Mão única | Boa condição de iluminação | Semáforo de pedestres |
| Condições do asfalto da rua | Gradil | Canteiro central (ilha) |



www.antp.org.br

Para a realização da pesquisa de campo, foi adotada a definição de tamanho de amostra para universos infinitos com nível de confiança de 95% e com erro de estimação de 5%. De acordo com estes parâmetros, 426 pedestres foram entrevistados em quatro terminais de ônibus urbanos, equilibrando-se o número de entrevistados em cada terminal.

A hierarquização das MD's

Finalmente, para a obtenção da hierarquização das medidas de desempenho, fez-se uso da combinação do método de comparação par a par com a técnica da soma constante.

No questionário utilizado, cada pedestre entrevistado tinha que avaliar a importância das características (MD's) de uma travessia em cruzamento. O pedestre foi solicitado a comparar cada possível combinação de pares de MD's. Ou seja, para cada um desses pares (segurança x conforto, continuidade x segurança e conforto x continuidade) era pedido que o pedestre dividisse 10 pontos entre cada par de MD, de acordo com a técnica da soma constante.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos 426 questionários, apenas dois foram invalidados. Para a obtenção do peso relativo de cada MD, no caso do método de comparação par a par, é comum o uso de uma matriz de comparações, onde cada célula (menos aquelas da diagonal principal) é dividida em duas partes (superior direita e inferior esquerda) para cada respondente. Em cada célula, são colocadas as notas que o pedestre atribuiu para cada par de medidas de desempenho. O peso (média ponderada) de cada MD, atribuído por cada uma das 424 pessoas entrevistadas, foi calculado. Finalmente, o produto da classificação geral (peso) das MD's foi obtido através da média aritmética de todos os 424 pesos e é mostrado na tabela 6:

Tabela 6
Classificação e pesos das medidas de desempenho para travessias semaforizadas na cidade de São Paulo

| Classificação | Medida de | Média desempenho | Desvio padrão | % Peso |
|---------------|--------------|------------------|---------------|--------|
| 1 | Segurança | 0,38 | 0,10 | 38 |
| 2 | Continuidade | 0,32 | 0,11 | 32 |
| 3 | Conforto | 0,30 | 0,10 | 30 |
| Soma | | 1 | | 100 |

Testes estatísticos foram realizados com o objetivo de testar a significância entre as médias de cada par de MD. O primeiro foi o teste t

para dados “emparelhados”, utilizando para isto a distribuição t de Student (método paramétrico), cuja curva é derivada da curva normal de distribuição. Para amostras grandes, com mais de 100 observações, pode-se assumir que a distribuição é normal (Bland, 1995). Fixando o nível de significância em 5% ($t_p = +/- 1,96$), obteve-se valores da estatística t ($t_{seg} \times t_{conf} = 10,30$; $t_{seg} \times t_{cont} = 6,78$ e $t_{conf} \times t_{cont} = -2,15$) que levaram à conclusão que as médias (pesos) entre cada par de MD se diferenciavam significativamente. Ou seja, os pedestres souberam diferenciar de maneira bastante significativa as MD's quando comparadas duas a duas.

CONCLUSÕES

A metodologia na qual se baseia este trabalho (Khisty, 1994) vem primeiramente questionando a importância da consideração de fatores ambientais na análise de infra-estruturas para pedestres, com o objetivo de complementar as análises feitas tradicionalmente com a abordagem de nível de serviço quantitativo, as quais se baseiam em medidas de fluxo, velocidade e densidade de pessoas.

O presente trabalho teve como alvo principal a hierarquização de fatores relacionados com a qualidade (medidas de desempenho) de travessias semaforizadas em cruzamentos na cidade de São Paulo, de acordo com o ponto de vista do próprio pedestre. Essas medidas de desempenho (MD's), obtidas através de pesquisa bibliográfica e consulta a técnicos da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, foram descritas através de cinco atributos cada uma.

Para este trabalho, foi realizada uma pesquisa de campo, através de questionário, com 424 pedestres (questionários válidos), distribuídos em quatro terminais de ônibus urbanos na cidade de São Paulo, os quais atribuíram notas (0 até 10) quando comparavam as MD's duas a duas. As MD's escolhidas foram conforto, segurança e continuidade.

Concluiu-se, através de pesos atribuídos a cada MD, que os pedestres consideram prioritários os fatores relacionados com a segurança. em uma travessia semaforizada, tais como: largura da via, velocidade de veículos, visibilidade, condições de iluminação e presença de gradil de proteção. Em segundo lugar, a MD continuidade foi considerada a mais importante, composta pelos seguintes atributos: presença de obstáculos nas proximidades da travessia, condições da calçada, rebaixamento de meio fio, semáforo para pedestres e presença de canteiro central (ilha). Finalmente, em terceiro lugar, a MD conforto foi escolhida com as seguintes características: tempo de espera para atravessar, área para aguardar o momento de atravessar, quantidade de pedestres na travessia, mão única na via e condições do asfalto da rua.



www.antp.org.br

Para testar a significância dos pesos das MD's quando comparadas duas a duas pelos pedestres, foi realizado o teste t de Student (teste paramétrico) para dados emparelhados. Este teste comprovou a hipótese de que as médias das MD's diferem significativamente quando comparadas duas a duas. Pode-se concluir daí que os pedestres souberam, a um nível de significância de 5%, diferenciar as medidas de desempenho entre si.

Esta análise possibilitou identificar quais fatores ambientais podem interferir na percepção do usuário de determinada infra-estrutura. Fatores relacionados com a segurança, como esperado, mais uma vez são os mais priorizados pelos pedestres no ato de realizar uma travessia. Estes podem ser indicadores de quais características das travessias devem merecer tratamento privilegiado, visando torná-las mais seguras e confortáveis, garantindo, ao mesmo tempo, a continuidade dos trajetos. Reforçar o tratamento destes elementos pode contribuir para canalizar a travessia das vias para aqueles pontos específicos da rede viária onde estes elementos estão presentes. Os fatores ambientais aqui testados merecem ser levados em consideração, portanto, num processo de avaliação qualitativa do nível de serviço das travessias demarcadas em cruzamentos semaforizados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, W. A. de (1997) A demanda por transportes no Rio de Janeiro, *Revista Via Urbana*, ano 7, pp. 43-44.
- BLAND, M. (1995) *An introduction to medial statistics*, Oxford University Press, New York.
- BOTELHO, F. V. U. (1996) *As viagens a pé na Região Metropolitana de São Paulo. Um estudo da mobilidade dos pedestres*, Dissertação de mestrado em Transportes Urbanos, Universidade de Brasília.
- CODATU (1980) Relatório da Conferência de Dacar sobre Transportes Urbanos, *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, (09), pp. 45-69.
- DAVIS, R. (1993) *Death on the streets - cars and the mythology of road safety*, Leading Edge Press and Publishing Ltd., North Yorkshire.
- FRUIN, J.J. (1971) *Pedestrian planning and design*, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, New York.
- GARCIA, M. C. L. e M. G. C. BRAGA (1992) Travessias exclusivas para pedestres: suas deficiências e a desobediência por parte dos motoristas. *Anais do VI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Anpet, Rio de Janeiro, vol 1, pp. 222-235.
- KHISTY, C.J. (1994) Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept, *Transportation Research Record* 1438, TRB, National Research Council, Washington D.C., 45-50.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1994) *Special Report 209: Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington D.C..