

Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP

A ANTP, fundada em 1977, é uma associação civil de caráter privado, sem fins lucrativos, que tem por objetivo promover ações que contribuam para a garantia do direito ao transporte público de qualidade, à cidadania no trânsito e à mobilidade urbana sustentável, assim como promover e difundir estudos e conhecimento especializado sobre questões referentes à mobilidade urbana, transporte, trânsito e saúde, abrangendo as dimensões técnico-científicas, políticas, sociais, culturais, econômicas, ambientais e urbanísticas, incluídas ações de pesquisa, preservação e comunicação.

Com sede na cidade de São Paulo, possui um escritório em Brasília e sete coordenações regionais - Espírito Santo, Minas Gerais, Norte, Nordeste, Paraná, Rio de Janeiro e Centro-Oeste. Conta com associados dos setores públicos e privados de todos os segmentos, como prefeituras municipais e órgãos públicos em geral, indústria, operadores de transporte, consultorias, sindicatos patronais e de trabalhadores, universidades e organizações não governamentais. A entidade mantém em funcionamento permanente comissões técnicas e grupos de trabalho que reúnem cerca de centenas de técnicos que trabalham de forma voluntária sobre questões específicas, produzindo, sistematicamente, estudo, proposições e projetos de grande significado para a mobilidade urbana.

A ANTP promove, bianualmente, o Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito e, periodicamente, seminários, cursos e outros eventos destinados ao debate e busca de soluções para os problemas de mobilidade nas cidades brasileiras.

A ANTP edita desde 1978 a *Revista dos Transportes Públicos*, com 149 edições publicadas, o informativo eletrônico semanal, assim como *Manuais Técnicos* e *Cadernos Técnicos*, sempre com a mesma finalidade de difundir estudos e experiências mais importantes realizadas no transporte urbano no Brasil e na América Latina. A ANTP publicou três livros de referência para o setor - o primeiro em 1997, o segundo em 2003 e o terceiro em 2007, reunindo as melhores experiências de transporte e trânsito no País.

A ANTP mantém um Portal na Internet (www.antp.org.br), diariamente atualizado, com informações relevantes sobre o tema da mobilidade urbana produzidas no setor ou publicadas nos grandes jornais do País, além de artigos técnicos, agenda de eventos, entre outras informações. No Portal da ANTP é mantida ainda uma biblioteca com todo o acervo técnico produzido pela ANTP em todas as suas frentes de atuação, onde estão catalogados mais de cinco mil documentos em meio digital, que podem ser acessados livremente por qualquer pessoa.

Criado em 1995, o Prêmio ANTP de Qualidade foi instituído com o objetivo de estimular as entidades atuantes no transporte urbano na busca da excelência dos serviços prestados e na melhoria da qualidade do transporte e da gestão empresarial, cumprindo um importante papel ao longo destes 22 anos, tendo realizado mais de 300 eventos, dos quais participaram mais de 20 mil profissionais, contribuindo dessa maneira para a capacitação e o incentivo para a implantação nas empresas do Modelo de Excelência de Gestão (MEG). Encerrada esta etapa, a ANTP vem estruturando outros projetos alinhados com a estrutura do MEG.

A ANTP secretaria as atividades do Fórum Nacional de Secretários e Dirigentes Públicos de Mobilidade Urbana e dos Fóruns Regionais: Mineiro, Paulista e Paranaense.

A ANTP tem desenvolvido importantes parcerias com entidades nacionais, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Instituto Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, Ministério da Saúde, Ministério das Cidades, Ministério de Ciência e Tecnologia e a Frente Nacional de Prefeitos, como também no âmbito internacional com o Banco Mundial e com a Bernard van Leer Foundation.

Com o apoio do BNDES e do Ministério das Cidades implantou o Sistema de Informações de Mobilidade - Simob, atualizado anualmente e acessível no Portal da ANTP, que apresenta indicadores temáticos - economia, mobilidade, custos para os usuários, uso de recursos humanos, usos de energia e emissão de poluentes - que permitem apoiar as decisões das políticas voltadas à mobilidade.

ANTP

Rua Marconi, 34, 2º andar, conj. 21 e 22, República, CEP 01047-000, São Paulo, SP, Brasil
Tel.: (11) 3371-2299, fax: (11) 3253-8095
Email: antpsp@antp.org.br, home page: www.antp.org.br



REVISTA DOS TRANSPORTES PÚBLICOS

ANO 40, 2º QUADRIMESTRE 2018

149





EDITORIAL

Expansão desenfreada da mancha de ocupação urbana: a quem interessa, a quem prejudica?

REDES CICLOVIARIAS

Explorando dados de pesquisas origem-destino para o planejamento de novas redes cicloviárias

PLANEJAMENTO E TRANSPORTE

Discrepâncias na estimativa da distância de viagens segundo diferentes métodos a partir de dados da Pesquisa Origem e Destino de São Paulo

APLICATIVO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL

Uber – Uma análise do serviço oferecido ao usuário na cidade do Rio de Janeiro

PLANEJAMENTO E TRANSPORTES

Um modelo determinístico de filas para análise do dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque em terminais rodoviários de passageiros

CALÇADAS

Entraves para a acessibilidade nas calçadas – Um estudo exploratório na área urbana de Bauru-SP

PLANEJAMENTO E TRANSPORTE

Avaliação da distribuição de viagens na cidade do Rio de Janeiro

TRANSPORTE E MEIO AMBIENTE

Análise dos níveis médios de pressão sonora provocada pelos modais de transporte em Taguatinga e Águas Claras-DF

Ano 40 • 2º quadrimestre 2018 • nº 149



www.antp.org.br

Revista dos Transportes Públicos - ANTP

Publicação da

Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP

Destinada a difundir informações e estudos sobre

transporte público de passageiros, trânsito e mobilidade urbana

ISSN 0102 - 7212

Conselho editorial Ana Odila de Paiva Souza
Antonio Carlos de Moraes
Ayrton Camargo e Silva
Carlos Paiva Cardoso
César Cavalcanti de Oliveira
Cláudio de Senna Frederico
Eduardo Alcântara Vasconcellos
Eli Bensoussan Canetti
Helcio Raymundo
João Alberto Manaus
Laura Ceneviva
Marcos Pimentel Bicalho
Peter L. Alouche
Regis Rafael Tavares da Silva
Renato Nunes Balbim
Rogerio Belda

Diretor técnico Peter L. Alouche
Editor Alexandre Pelegi
Secretária de edição Miriã Paula

Preparação de texto Regina Maria Nogueira

Produção gráfica PW Gráficos e Editores Associados
Redação Rua Marconi, 34 - 2º andar, conj. 21 e 22, República
01047-000, São Paulo, SP
Tel.: (11) 3371-2299 - Fax: (11) 3253-8095

A qualidade das imagens expostas nos artigos não é responsabilidade da ANTP. Isso depende da resolução dos originais enviados pelos autores. Gráficos, tabelas, fotos, ilustrações têm tratamento limitado quanto à qualidade, principalmente quando os arquivos originais possuem baixa resolução. Solicitamos sempre aos autores que esta regra seja cumprida, exatamente para não prejudicar a compreensão do artigo.

Encaminhado um exemplar à Biblioteca Nacional em cumprimento à Lei do Depósito Legal. Decreto Federal 1.825 de 20.12.1907.



Sumário

- 5 EDITORIAL
Expansão desenfreada da mancha de ocupação urbana: a quem interessa, a quem prejudica?
Alexandre Pelegi
- 7 REDES CICLOVIARIAS
Explorando dados de pesquisas origem-destino para o planejamento de novas redes cicloviárias
Thais de Cássia Martinelli Guerreiro, Antônio Néson Rodrigues da Silva e Rui Antônio Rodrigues Ramos
- 25 PLANEJAMENTO E TRANSPORTE
Discrepâncias na estimativa da distância de viagens segundo diferentes métodos a partir de dados da Pesquisa Origem e Destino de São Paulo
Mateus Pedrucci Romanholi, Cláudio Makoto Kanai, Priscila Missaki Nakamura, Leandro Martin Totaro Garcia e Thiago Hérick de Sá
- 39 APLICATIVO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL
Uber – Uma análise do serviço oferecido ao usuário na cidade do Rio de Janeiro
Marcelo Dantas da Silva e Ronaldo Balassiano
- 61 PLANEJAMENTO E TRANSPORTES
Um modelo determinístico de filas para análise do dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque em terminais rodoviários de passageiros
Carlos Alberto Bandeira Guimarães, Maria Teresa Françoso, Jorge Luís Alves Trabanco e Juliano Marçal Lopes



- 79 CALÇADAS
Entraves para a acessibilidade nas calçadas – Um estudo exploratório na área urbana de Bauru-SP
Nathália Wacked Dias Perroca, Barbara Stolte Bezerra e Gustavo Garcia Manzato
- 101 PLANEJAMENTO E TRANSPORTE
Avaliação da distribuição de viagens na cidade do Rio de Janeiro
Bruno Moraes Lemos, Romulo Dante Orrico Filho e Marcelino Aurélio Vieira da Silva
- 117 TRANSPORTE E MEIO AMBIENTE
Análise dos níveis médios de pressão sonora provocada pelos modais de transporte em Taguatinga e Águas Claras-DF
Mariana Cerqueira S. M. Souto, Clarissa Melo Lima, Evaldo César Cavalcante Rodrigues, Augusto César de M. Brasil, Paulo Celso Gomes dos Reis e Amanda Araújo Ribeiro
- 126 Entidades associadas
- 128 Calendário de eventos

EDITORIAL

Expansão desenfreada da mancha de ocupação urbana: a quem interessa, a quem prejudica?

Alexandre Pelegi

Editor

E-mail: alepelegi@gmail.com



Ao longo da nossa história não houve política permanente e consistente de desenvolvimento urbano organizado. A expansão das cidades foi determinada principalmente por dois processos: o interesse de rentabilidade da indústria imobiliária – fortemente associado aos interesses da elite e das classes médias – e a necessidade de acomodação legal ou ilegal da população de renda mais baixa, que ocorreu predominantemente nas periferias.

Começa assim o 3º capítulo do livro *Mobilidade humana para um Brasil urbano*, lançado pela ANTP no 21º Congresso de Transporte e Trânsito, no final de junho de 2017, ano em que a Associação completou 40 anos de fundação.

O capítulo intitulado “Desenvolvimento urbano” faz uma análise de como o espalhamento das cidades causou impactos definitivos para a mobilidade, principalmente para as pessoas de menor renda: “esta forma de expansão ampliou a área urbana de baixa densidade e aumentou as distâncias a serem percorridas pelas pessoas, mas especialmente pelos mais pobres, que dependiam do transporte público”.

Apesar de ser evidente a relação direta entre espalhamento das cidades e os custos dos serviços públicos, poucos administradores se preocuparam nas últimas décadas em criar mecanismos que impedissem a expansão deste modelo.

Esse problema, contudo, não é recente. Várias cidades médias brasileiras repetiram a mesma história nas últimas décadas. Araraquara, na região central do estado de São Paulo, tinha uma cidade vazia dentro da cidade real no início dos anos 1980. Um estudo realizado na época



www.antp.org.br

por economistas do campus da Unesp local demonstrou que a quantidade de áreas livres e ociosas era quase a mesma das áreas habitadas. E mesmo assim a cidade continuava se expandindo, com loteamentos cada vez mais distantes do centro.

O crescimento da população, de per si, não explica o fenômeno.

Uma pista que remete à resposta pode ser lida no capítulo 3 do livro *Mobilidade humana para um Brasil urbano*:

Tomando como base a expansão da população das maiores cidades do país no período mais longo entre 1950-2010, que foi de 48 milhões de pessoas, pode-se avaliar o grau do crescimento físico destas áreas. Adotando uma densidade populacional de 10 mil habitantes por km² (100 habitantes por hectare), a área urbanizada destas regiões metropolitanas aumentou de 789 km² para 5.611 km², fazendo com que o raio médio das áreas (se fossem circulares) triplicasse, com grande impacto nas distâncias percorridas pelas pessoas.

Para a mobilidade das pessoas o resultado direto e esperado se verifica nos tempos de viagens, como conclui o texto do livro da ANTP:

Estudo especial do Ipea (2013) mostrou que, entre 1992 e 2009, o tempo médio de percurso casa-trabalho aumentou em oito das dez regiões metropolitanas analisadas (São Paulo, Belo Horizonte, Fortaleza, Recife, Salvador, Belém, Brasília e Curitiba). O aumento médio foi da ordem de 15%. Adicionalmente, a proporção de viagens com mais de uma hora de duração aumentou em nove das dez áreas. No entanto, houve grande diferença no aumento entre os grupos de renda, sendo que o decil mais pobre sofreu aumentos maiores.

A distribuição dos custos, como se vê, é desproporcional e injusta socialmente. Os mais pobres acabam pagando um preço muito alto pela expansão urbana alimentada pela especulação imobiliária, que concentra renda e privilégios.

Os automóveis particulares que se multiplicam em progressão geométrica são apenas uma das facetas desse modelo de cidade que vem se replicando no país. Em contrapartida, o transporte coletivo é uma das grandes vítimas desse processo e, numa inversão absurda de valores, acaba sendo vendido por muitos formadores de opinião como o grande vilão.

REDES CICLOVIARIAS



Explorando dados de pesquisas origem-destino para o planejamento de novas redes cicloviárias

Thais de Cássia Martinelli Guerreiro

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Transportes, São Carlos-SP, Brasil
E-mail: tguerreiro@usp.br

Antônio Néelson Rodrigues da Silva

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Transportes, São Carlos-SP, Brasil
E-mail: anelson@sc.usp.br

Rui António Rodrigues Ramos

Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal
E-mail: rui.ramos@civil.uminho.pt

Poluição atmosférica, alto consumo de recursos naturais, segregação dos espaços urbanos e elevado número de acidentes de trânsito são algumas das principais consequências da falta de planejamento urbano e da não adoção de alternativas ditas sustentáveis (Benicchio, 2012). Como alternativa a esta situação, a redistribuição dos espaços urbanos e a consolidação da bicicleta como um efetivo modo de deslocamento urbano podem contribuir para a melhoria da vida na cidade. Recentemente, foi sancionada no estado de São Paulo a Lei nº 15.318, que institui a “Política de mobilidade sustentável e incentivo ao uso da bicicleta e dá outras providências” (São Paulo, 2014). Além de estimular o uso da bicicleta como meio de transporte, visando à redução do uso do automóvel, esta lei também tem como objetivo estimular a ligação entre as cidades através de redes cicloviárias seguras e adequadas aos deslocamentos.

Entretanto, somente a instituição da lei não é suficiente para estimular o uso da bicicleta como alternativa de transporte. É necessário garantir segurança, conforto e rapidez aos deslocamentos por bicicleta, o que, em muitos casos, exige a criação e implantação de novas infraestruturas. O planejamento de infraestruturas condizentes com as localizações dos usuários e com as características urbanas e de tráfego ainda é, no entanto, uma prática não consolidada nas prefeituras do Brasil, em parte porque faltam métodos claros e objetivos para tal. Diante do



www.antp.org.br

exposto, este estudo tem por objetivo explorar a utilização de dados de pesquisas domiciliares de origem-destino para o desenvolvimento de um método de planejamento de novas redes cicloviárias.

O artigo está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, uma breve contextualização teórica é apresentada, evidenciando estudos referentes à infraestrutura e aos métodos de planejamento de redes cicloviárias. Posteriormente, é apresentado o método proposto, bem como os resultados e as conclusões obtidas a partir de uma aplicação real na cidade de São Carlos, seguidas das referências.

REVISÃO DA LITERATURA

Alguns dos itens de infraestrutura considerados necessários para as viagens sustentáveis têm sido discutidos por vários autores, tais como Litman *et al.* (2002), Rodríguez & Joo (2004), Crow (2007), Zahran *et al.* (2008) e Heinen *et al.* (2011). Especificamente com relação ao trabalho de Litman *et al.* (2002), estes descreveram as características da demanda e os diferentes tipos de infraestrutura que podem ser utilizados nos deslocamentos por bicicleta. Complementarmente, Crow (2007) enfatizou os elementos principais para o desenvolvimento de uma rede cicloviária: coesão, diretura (no original, “directness”), segurança, conforto e atratividade.

Especificamente com relação aos métodos de planejamento de redes cicloviárias, alguns estudos com diferentes abordagens vêm sendo desenvolvidos ao redor do mundo. As variáveis consideradas e o método utilizado em tais estudos são apresentados, de forma resumida, no quadro 1.

Quadro 1

Resumo das variáveis e métodos considerados na bibliografia consultada

Autor (ano) País	Variáveis de entrada	Método
Huang e Ye (1995) EUA	Dados referentes à topografia, rede viária, população, empregos, tráfego de automóveis e condições da superfície	Desenvolvimento de uma base de dados Análise espacial (modelo gravitacional) e SIG Agregação dos dados (valores da quantidade de viagens por tramo viário)
Hopkinson e Wardman (1996) Reino Unido	Amostra = 6.286 indivíduos	Pesquisa de preferência declarada Estimativa do número de viagens em cada rota Estimativa de custos (investimentos em infraestrutura) e benefícios (ganho de tempo e aumento da segurança)

Continua

Quadro 1 (continuação)

Autor (ano) País	Variáveis de entrada	Método
Hyodo <i>et al.</i> (2000) Japão	Pesquisa OD com 754 pessoas de duas cidades Considerou como destino um único ponto (estação de trem) Tipos de infraestrutura cicloviária existente	Desenvolvimento de um método para escolha da rota
Stinson & Bhat (2003) EUA	Pesquisa de preferência com 3.145 pessoas Fatores relacionados ao tempo de viagem, à qualidade do pavimento, às características sociodemográficas e ao uso do solo Apresentação de cenários com diferentes rotas a serem escolhidas	Modelo Logit Cálculo de uma função utilidade, associada à rota escolhida Cálculo de probabilidade para a escolha da rota
Kirner (2006) Brasil	Pesquisa de preferência com 106 pessoas Delimitação da área de influência dos polos Definição das linhas de desejos das viagens por bicicleta Levantamento dos itinerários percorridos pelos entrevistados	Identificação de polo potencial para geração de viagens Coleta de dados Identificação dos tramos de vias com maior potencial de demanda de viagens Avaliação do nível de serviço dos tramos viários escolhidos Priorização dos segmentos de vias com maior necessidade de melhoramentos
Menghini <i>et al.</i> (2010) Suíça	Amostra = 2.498 pares origem-destino e 73.493 viagens	GPS Algoritmo de escolha
Rybarczyk & Wu (2010) EUA	Fatores de atração de viagens: população e polos de atração de viagens Fatores inibidores: crimes	Avaliação multicritério SIG Análise exploratória de dados espaciais (ou ESDA, na sigla original em inglês)
Mesbah <i>et al.</i> (2012) Austrália	Rede hipotética contendo 15 origens e dois destinos Volume de tráfego Extensão do sistema viário	Definição de uma função linear objetiva Definição de dois níveis de otimização Escolha de uma rede cicloviária ótima

Continua

Quadro 1 (continuação)

Autor (ano) País	Variáveis de entrada	Método
Souza (2012) Brasil	Obtenção de dados socioeconômicos e do número de viagens realizadas em ciclovias/ciclofaixas Contagens volumétricas	Caracterização dos dados socioeconômicos, de viagens e de infraestrutura cicloviária Modelo de escolha discreta Construção de cenários Comparação entre contagens volumétricas Estimativa da demanda cicloviária
Guerreiro & Rodrigues da Silva (2013) Brasil	Pesquisa OD contendo 1.217 viagens em um campus universitário Modos de transporte utilizados por alunos de graduação Viagens realizadas por bicicleta Localização georreferenciada das origens e destinos Mapa do sistema viário	Obtenção de uma amostra de usuários Análise de consistência dos dados Georreferenciamento utilizando SIG Identificação das viagens atuais de bicicletas Obtenção de quatro possíveis rotas de cada origem para cada destino Identificação de tramos do sistema viário com maior número de viagens Traçado de uma rede de rotas cicláveis Cômputo das viagens de bicicleta já existentes que se beneficiariam da rede ciclável Revisão da rede proposta
Guerreiro <i>et al.</i> (2013) Brasil	Rede ciclável proposta por Guerreiro & Rodrigues da Silva (2013) Pesquisa OD contendo 2.343 viagens em um campus universitário Modos de transporte utilizados por alunos de graduação, de pós-graduação, servidores técnico-administrativos e servidores docentes Localização georreferenciada das origens das viagens Mapa do sistema viário	Rede de rotas cicláveis Construção de bandas de largura variável (100, 200, 300 e 400 metros) ao redor da rede proposta Avaliação dos impactos potenciais da rede proposta sobre os outros modos de transporte, de acordo com as bandas Avaliação dos impactos potenciais da rede proposta sobre os diferentes tipos de usuários do campus, de acordo com as bandas

Continua



www.antp.org.br

Quadro 1 (continuação)

Autor (ano) País	Variáveis de entrada	Método
Larsen <i>et al.</i> (2013) Canadá	Dados de entrevistas com ciclistas	Definição e identificação de indicadores
	Dados de acidentes de trânsito com bicicletas	Cruzamentos das informações dos indicadores com a malha viária
	Dados de pesquisa OD	Cálculo de um índice de priorização
		Visualização espacial dos indicadores e do índice
		Intervenções na infraestrutura
Milakis & Athanasopoulos (2014) Grécia	Oito polos geradores de viagens	Identificação de polos geradores de viagens
	14 zonas de tráfego	Desenvolvimento de cenários de rotas cicloviárias
		Avaliação e seleção do melhor cenário
		Avaliação da cobertura da rede selecionada

Dentre os estudos listados no referido quadro, alguns consideraram as escolas como polos geradores de viagens. Notadamente estudantes até 14 anos correspondem à parcela estudantil mais vulnerável no trânsito. Isto ocorre devido às características próprias desta faixa etária, dentre elas: visão periférica e percepção audiomotora não totalmente desenvolvidas, baixa estatura e desatenção (Denatran, 2008). Estas características, aliadas à execução de uma rede cicloviária nas proximidades das escolas, pode não somente ajudar a inculcar nos jovens a importância da realização das viagens utilizando modos de locomoção sustentáveis, como também contribuir para a redução do número de acidentes de trânsito envolvendo estudantes, para a redução do volume de tráfego e de congestionamentos, e para um aumento do tempo dedicado às atividades físicas e disposição dos estudantes (deixando-os mais alertas), além da prevenção de doenças como a obesidade (Bicycle Network, 2014).

Apesar dos alguns avanços teóricos encontrados na literatura, o procedimento prático de emprego mais simples e direto de planejamento de novas redes cicloviárias ainda é o desenho da rede de forma exploratória. Neste caso, a avaliação da cobertura das redes propostas é feita em SIG, por meio de bandas sobrepostas aos dados de população, geralmente associados a setores censitários. O principal problema deste procedimento reside no fato de que os dados de população obtidos desta maneira são extremamente agre-

gados, o que a princípio já introduz dois problemas. O primeiro é o viés associado ao problema de agregação de dados conhecido como “falácia ecológica”, que advém do fato de se admitir que a população considerada esteja distribuída de forma absolutamente homogênea em cada setor censitário, o que em geral não acontece na realidade. O segundo problema é o fato de que não se identificam, nesta população, os usuários do modo cicloviário, sejam eles usuários efetivos ou potenciais usuários.

Uma estratégia alternativa ao método anteriormente mencionado seria considerar informações de viagens reais realizadas por bicicleta. Estas são, no entanto, de difícil obtenção, tendo em vista que não são usualmente objeto de pesquisas por parte do poder público. Uma das poucas fontes de dados desta natureza seriam as pesquisas origem-destino domiciliares. Seu emprego para o fim proposto, no entanto, também enfrenta algumas dificuldades. Um problema é ainda a pequena quantidade de pesquisas desta natureza no Brasil. Outra limitação é a ausência de procedimentos sistematizados para aplicação dos dados existentes no planejamento de redes cicloviárias. Os dados destas pesquisas poderiam ser divididos, para fins de planejamento de uma nova rede, em dois grupos. No primeiro grupo estariam os dados das viagens efetivamente realizadas pelo modo cicloviário, enquanto que no segundo grupo estariam os dados de entrevistados com características de potenciais usuários do modo cicloviário. Cada um dos grupos exige um tratamento diferenciado para que sejam considerados como fontes de informação para o planejamento de uma nova rede cicloviária. Este estudo visa explorar o caso relacionado com os dados do primeiro grupo, ou seja, dados das viagens efetivamente realizadas pelo modo cicloviário obtidas por meio de pesquisas domiciliares de origem-destino, como base para o desenvolvimento de um método de planejamento de novas redes cicloviárias.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo, de forma a cumprir o objetivo de explorar a utilização de dados de pesquisas domiciliares de origem-destino para o desenvolvimento de um método de planejamento de novas redes cicloviárias, foram utilizados dados de São Carlos, cidade de porte médio localizada no estado de São Paulo (Rodrigues da Silva, 2008). Estes dados apresentaram-se desagregados, sendo possível a identificação individual dos mesmos, inclusive sua localização geográfica. Foram também utilizados dados censitários agregados, relativos ao ano de 2010, quando a cidade abrigava 212.465 habitantes na área urbanizada (IBGE, 2013).



www.antp.org.br

O método proposto está dividido em três etapas. A primeira refere-se ao traçado de propostas de redes cicloviárias, a partir de dados de origem-destino e da contabilização dos tramos de vias com maior número de possíveis rotas sobrepostas. Os procedimentos nesta etapa, que no caso estudado considerou três propostas de redes cicloviárias, são:

- i. Obtenção da base de dados desagregada e georreferenciada referente a uma pesquisa domiciliar de origens e destinos, com informações sobre o motivo das viagens;
- ii. Identificação dos pares origem-destino das viagens realizadas por bicicleta;
- iii. Obtenção de quatro possíveis rotas de cada origem para cada destino associado, através do emprego de rotinas de caminho mínimo disponíveis no SIG (no caso estudado utilizou-se o *software* TransCAD, mas outros programas também podem ser utilizados);
- iv. Identificação de tramos do sistema viário que concentram um número de possíveis rotas sobrepostas superior a um ou mais valores pré-estabelecidos;
- v. Traçado de três propostas de redes cicloviárias, com base nos tramos de vias com maior número de possíveis rotas (item *iv*), volume e sentido do fluxo de tráfego de automóveis e topografia das vias (neste caso, evitam-se vias com volume de tráfego motorizado superior a um limite predeterminado – por exemplo, 120 veículos/hora/faixa – e elevados aclives/declives – por exemplo, acima de 5% –, uma vez que as mesmas não constituem uma boa solução para os deslocamentos realizados por bicicleta).

Para a execução da segunda etapa, duas estratégias de avaliação das redes propostas foram adotadas, em ambos os casos considerando uma banda com largura igual a 400 metros ao redor das redes traçadas. A primeira estratégia se baseia em informações obtidas na própria pesquisa origem-destino (itens *vi* a *xi*), enquanto que a segunda estratégia de avaliação da rede proposta considera dados das redes cicloviárias propostas e dados agregados da população fornecidos pelo IBGE (itens *vi* e *xii*). Para tanto, os itens considerados nos procedimentos realizados foram:

- vi. Cômputo da extensão total das redes cicloviárias propostas;
- vii. Cômputo do total de viagens realizadas de acordo com o motivo;
- viii. Cômputo do total de origens identificadas de acordo com o motivo;
- ix. Cômputo da média das distâncias das origens das viagens até as redes cicloviárias propostas;



www.antp.org.br

- x. Cômputo das viagens de bicicleta já existentes e cujas origens estão contidas na banda traçada;
- xi. Cômputo do percentual da extensão total das viagens realizadas utilizando cada uma das três redes traçadas (extensão das viagens realizadas dentro da rede), bem como da extensão das viagens realizadas fora da rede, para cada origem e respectivo motivo;
- xii. Cômputo da população (absoluta e relativa) referente aos setores censitários e contida na banda traçada, através de um procedimento de sobreposição de informações geográficas.

A terceira e última etapa refere-se a uma comparação de custos e benefícios das redes propostas, para seleção da melhor proposta. Esta comparação considera os seguintes elementos de custo (C1 a C4) e benefício (B1 a B4):

- C1. Extensão total da rede. Quanto maior a extensão obtida, maior é o custo de construção, e pior é a alternativa;
- C2. Número de interseções ao longo da rede. Quanto maior o número de interseções na rede traçada, maior o tempo de espera, e pior é a alternativa;
- C3. Distância média da origem das viagens até a rede – refere-se à distância percorrida por cada usuário para acessar as redes propostas. Quanto maior o valor, pior é o atendimento da rede, visto que é maior a distância percorrida pelo usuário, e pior é a alternativa;
- C4. Distância média da origem de polos geradores de viagem significativos para o modo cicloviário até a rede – neste caso, refere-se à distância entre escolas (públicas e privadas) e os traçados das redes propostas. Quanto maior a distância, pior é o atendimento da rede, e pior é a alternativa;
- B1. Percentual da origem das viagens cobertas pela rede: esta variável é fornecida pela relação entre a quantidade de origens de viagens contidas em uma banda de 400 metros ao redor das redes propostas e o total de origens de viagens. Quanto maior, melhor é o atendimento fornecido pela rede;
- B2. Percentual das viagens realizadas dentro da rede, representada pelo percentual da extensão das viagens percorridas dentro da rede para acessar o destino relativamente à extensão total da rede. Quanto maior, melhor é o atendimento fornecido pela rede;
- B3. Percentual de população atendida (IBGE), representada pelo percentual da população contida nos setores censitários e em uma banda de largura igual a 400 metros ao redor da rede relativamente à população total da cidade. Quanto maior, melhor é o atendimento realizado pela rede;

B4. Número de escolas atendidas pela rede: variável fornecida pela quantidade de escolas públicas e privadas contidas em uma banda de 400 metros ao redor das redes propostas. Quanto maior, melhor é a cobertura da rede.

Uma vez que os elementos de avaliação utilizados em cada estratégia são diferentes, a avaliação de custos e benefícios também o é. Para a avaliação considerando dados da pesquisa origem-destino, todos os elementos de custo e benefício são utilizados, exceto o B3. No caso da avaliação realizada utilizando dados censitários agregados, somente os elementos C1 e B3 são utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor compreensão do método proposto, a apresentação dos resultados do estudo de caso seguirá a mesma sequência de etapas descritas na seção anterior.

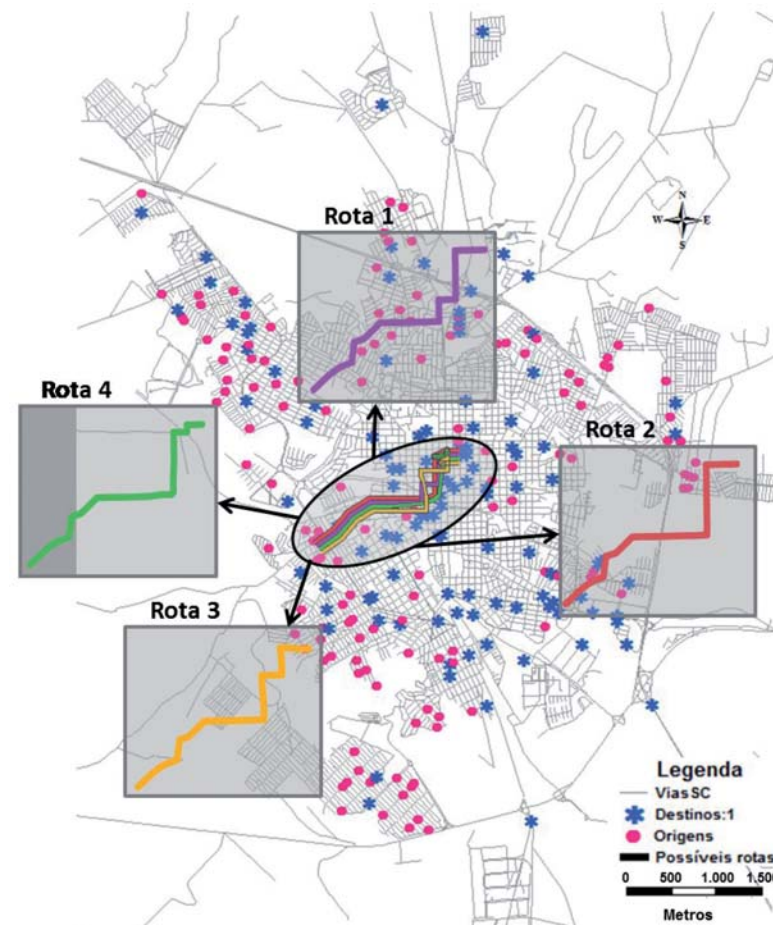
Traçado de novas redes cicloviárias

No que diz respeito à obtenção da base de dados desagregada e georreferenciada, foi obtida uma amostra referente aos deslocamentos diários de 6% da população da cidade para o período 2007-2008, ou 19.784 viagens (Rodrigues da Silva, 2008). Os modos de transporte considerados na pesquisa OD foram: automóvel (como motorista), automóvel (como passageiro), motocicleta, ônibus, a pé, bicicleta, além de outros modos não informados.

Especificamente com relação aos deslocamentos realizados por bicicleta, foram consideradas, para fins deste estudo, 186 viagens, para as quais foi possível identificar os respectivos pares origem-destino e os motivos. A partir da identificação dos pares origem-destino, foram traçadas quatro possíveis rotas entre cada origem e o respectivo destino, utilizando rotinas de caminho mínimo presentes no TransCAD, tal como apresentado no exemplo da figura 1. Quando examinadas em conjunto, estas rotas poderiam se aproximar da condição real de deslocamento realizado por cada indivíduo entrevistado. Ferramentas de seleção do SIG foram também utilizadas para identificar as origens associadas aos seguintes motivos de viagens: trabalho, estudo, recreação, saúde, compras e outros.



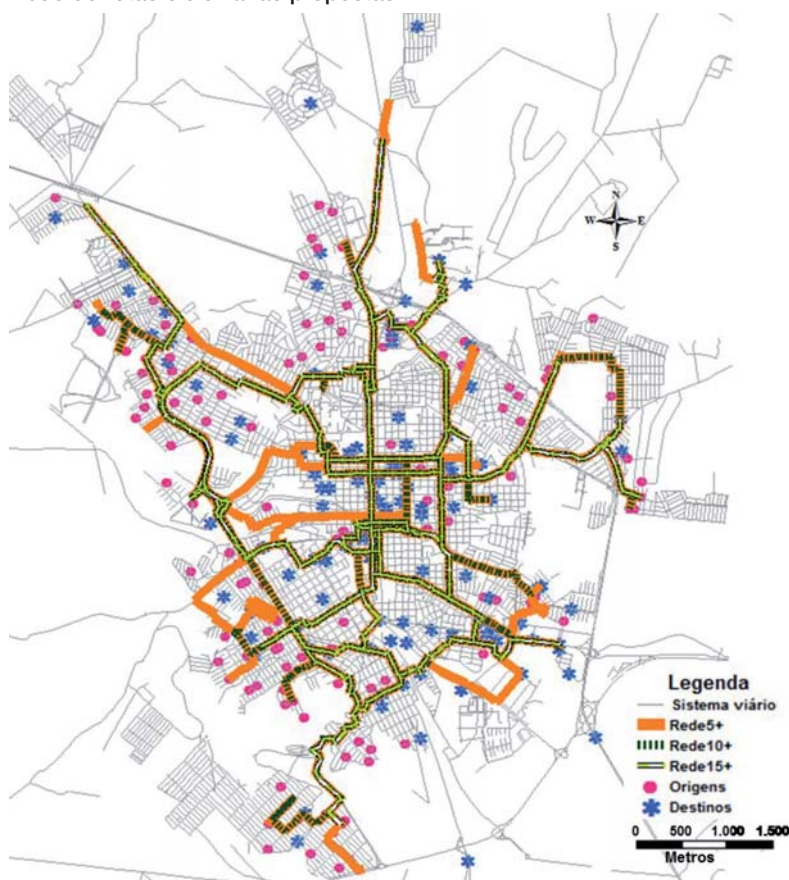
Figura 1
Georreferenciamento de origens e destinos das viagens por bicicleta e um exemplo de quatro rotas possíveis a partir de um ponto de origem



Após o traçado das quatro possíveis rotas entre os respectivos pares origem e destino, foram identificados os tramos do sistema viário que concentraram um número de possíveis rotas sobrepostas superior a um ou mais valores pré-estabelecidos (item *iv* do método). Para fins deste estudo foram considerados três valores: no primeiro caso, todos os tramos do sistema viário com mais de cinco rotas sobrepostas; no segundo, com mais de 10 rotas sobrepostas; e o terceiro caso, com mais de 15 rotas sobrepostas, aqui denominadas Rede₅₊, Rede₁₀₊ e Rede₁₅₊,

respectivamente, tal como apresentado na figura 2. Estes traçados também consideraram os volumes e os sentidos dos fluxos de tráfego de automóveis e a topografia das vias. No caso de haver duas ou mais vias com o mesmo número de possíveis rotas sobrepostas superior a um dos valores pré-estabelecidos, escolheu-se a que apresentava menor volume de tráfego motorizado. Além disso, sempre que possível, evitou-se definir as redes em sentido contrário ao do fluxo motorizado já estabelecido nas vias existentes. Com relação à topografia, em muitas situações a análise do terreno para a definição do traçado da rede cicloviária foi realizada com o programa Google Earth, tal como sugerido por Guerreiro & Rodrigues da Silva (2013) e Guerreiro *et al.* (2013).

Figura 2
Rede de rotas cicloviárias propostas



Avaliação das redes cicloviárias propostas

Para que fosse possível avaliar as redes propostas, foi necessário calcular e comparar os valores das variáveis referentes aos dados desagregados da pesquisa domiciliar de origem-destino (avaliação I) e as referentes aos dados agregados do IBGE (avaliação II), como apresentados no quadro 2.

Quadro 2

Variáveis calculadas para avaliação das redes cicloviárias propostas

a) Rede₁₅₊

60,94 km (5,60% da extensão total do sistema viário da cidade)

Avaliação I

Baseada em informações obtidas na própria pesquisa origem-destino

Variáveis	Motivos das viagens						Total
	Trabalho	Estudo	Recreação	Outros	Saúde	Compras	
Número total de viagens	105	63	9	6	2	1	186
Número total de origens	84	53	9	5	2	1	154
Distância média da origem das viagens até a rede (m)	340,44	266,09	323,99	253,85	200,06	143,98	309,10
Origens das viagens contidas em uma banda de 400 m	54 (64%)	35 (66%)	6 (67%)	4 (80%)	2 (100%)	1 (100%)	102 (66%)
Extensão total do comprimento das viagens realizadas (km)	531,73	218,29	31,09	20,99	10,28	3,31	815,68
Extensão total das viagens realizadas dentro da rede (km)	475,66 (89%)	186,53 (87%)	25,86 (83%)	17,51 (83%)	9,59 (93%)	3,16 (96%)	721,31 (88%)
Extensão total das viagens realizadas fora da rede (km)	56,07 (11%)	28,76 (13%)	5,23 (17%)	3,48 (17%)	0,69 (7%)	0,14 (4%)	94,37 (12%)

Avaliação II

Baseada na população do IBGE

População (Censo IBGE) 122.407 habitantes
contida em uma banda de 400 m (58% da população total da cidade)

b) Rede₁₀₊

74,48 km (6,84% da extensão total do sistema viário da cidade)

Avaliação I

Baseada em informações obtidas na própria pesquisa origem-destino

Variáveis	Motivos das viagens						Total
	Trabalho	Estudo	Recreação	Outros	Saúde	Compras	
Número total de viagens	105	63	9	6	2	1	186
Número total de origens	84	53	9	5	2	1	154
Distância média da origem das viagens até a rede (m)	218,77	188,17	250,90	223,88	104,55	145,89	208,51
Origens das viagens contidas em uma banda de 400 m	65 (77%)	43 (81%)	7 (78%)	4 (80%)	2 (100%)	1 (100%)	122 (79%)
Extensão total do comprimento das viagens realizadas (km)	491,85	204,60	26,96	24,35	9,42	3,39	760,57
Extensão total das viagens realizadas dentro da rede (km)	451,63 (92%)	183,94 (90%)	23,23 (86%)	21,22 (87%)	9,01 (96%)	3,24 (96%)	692,27 (91%)
Extensão total das viagens realizadas fora da rede (km)	40,22 (8%)	20,66 (10%)	3,74 (14%)	3,13 (13%)	0,41 (4%)	0,15 (4%)	68,30 (9%)

Continua

Quadro 2 (continuação)

Avaliação II							
Baseada na população do IBGE							
População (Censo IBGE)	150.974 habitantes						
contida em uma banda de 400 m	(71% da população total da cidade)						
c) Rede ₅₊							
95,01 km (8,73% da extensão total do sistema viário da cidade)							
Avaliação I							
Baseada em informações obtidas na própria pesquisa origem-destino							
	Motivos das viagens						
Variáveis	Trabalho	Estudo	Recreação	Outros	Saúde	Compras	Total
Número total de viagens	105	63	9	6	2	1	186
Número total de origens	84	53	9	5	2	1	154
Distância média da origem das viagens até a rede (m)	163,18	173,19	155,93	221,90	103,79	145,89	167,38
Origens das viagens contidas em uma banda de 400 m	73 (87%)	45 (85%)	9 (100%)	4 (80%)	2 (100%)	1 (100%)	134 (87%)
Extensão total do comprimento das viagens realizadas (km)	480,26	198,30	23,03	20,83	8,88	3,39	734,70
Extensão total das viagens realizadas dentro da rede (km)	448,88 (93%)	180,70 (91%)	20,83 (90%)	18,01 (86%)	8,47 (95%)	3,24 (96%)	680,14 (93%)
Extensão total das viagens realizadas fora da rede (km)	31,38 (7%)	17,60 (9%)	2,20 (10%)	2,82 (14%)	0,41 (5%)	0,15 (4%)	54,56 (7%)
Avaliação II							
Baseada na população do IBGE							
População (Censo IBGE)	166.272 habitantes						
contida em uma banda de 400 m	(78% da população total da cidade)						

OBS.: População urbana total (Censo 2010) = 212.465 (IBGE, 2014).
Extensão total do sistema viário da cidade = 1.088.66 km.

Verifica-se que a Rede₅₊ possui uma extensão total de 95,01 km, ou seja, é 28% maior do que Rede₁₀₊ (74,48 km) e 56% maior do que a Rede₁₅₊ (60,94 km) (quadro 2). Este acréscimo de extensão representou um uso adicional do sistema viário igual a 1,89% quando a Rede₅₊ é comparada à Rede₁₀₊, e 3,13%, no caso da Rede₅₊ com relação à Rede₁₅₊. Na avaliação dos impactos das origens das viagens separadas por motivos, a Rede₅₊ também resultou em maiores valores percentuais de origens englobadas para todos os motivos, como se poderia antecipar. Por cobrir uma área urbana menor, a Rede₁₅₊ retornou maiores valores de distância média das origens das viagens até a rede para todos os motivos considerados, exceto para o motivo compras.

Utilizando-se os dados de população dos setores censitários (avaliação II), foi possível verificar que a Rede₅₊ retornou estimativas 7% maiores da população que poderia ser atendida com a infraestrutura cicloviária do que a Rede₁₀₊ e 20% maiores do que a Rede₁₅₊. Entretanto, com esta estratégia de avaliação não é possível obter dados mais específicos acerca da quantidade de viagens por motivo que

também poderiam ser contempladas, bem como a proximidade ou não dos usuários às redes (como foi feito no caso da avaliação I).

Comparação de custos e benefícios para seleção da melhor proposta

Com relação à terceira etapa, para comparação dos custos e benefícios apresentados pelas alternativas propostas, os valores são os apresentados no quadro 3. Para os dados desagregados, a Rede₅₊ retornou menores valores dos custos C3 e C4 e maior valor do custo C2 (29% maior com relação à Rede₁₅₊ e 26% maior com relação à Rede₁₀₊). Com relação aos benefícios, a Rede₁₀₊, de uma maneira geral, retornou valores próximos aos obtidos pela Rede₅₊, sendo esta a rede que apresentou os maiores valores. Considerando os dados agregados, um aumento do custo (C1) de 34,07 km (56%) da Rede₅₊ em relação à Rede₁₅₊, retornou um acréscimo de benefício (B3) igual a 20%.

Quadro 3
Comparação direta de custos e benefícios

Redes/ Variáveis	Custos				Benefícios			
	C1	C2	C3	C4	B1	B2	B3	B4
Rede ₁₅₊	60,94 km	1156	309,10 m	546,56 m	66%	88%	58%	68%
Rede ₁₀₊	74,48 km	1184	208,51 m	465,57 m	79%	91%	71%	78%
Rede ₅₊	95,01 km	1487	167,38 m	417,97 m	87%	93%	78%	83%

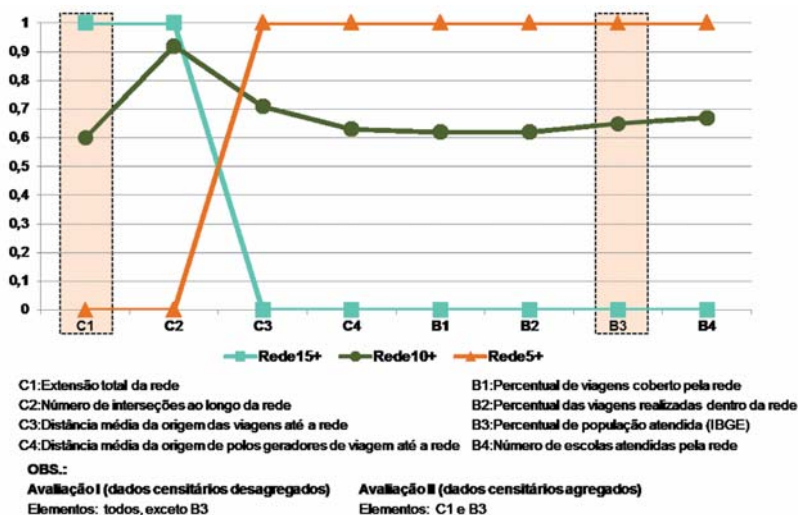
Com o objetivo de tornar mais fácil a comparação entre os resultados obtidos, foi aplicada uma normalização aos mesmos. Esta normalização foi efetuada considerando o intervalo 0 e 1 e a normalização de cada custo e cada benefício foi efetuada separadamente, pois os valores extremos antes da normalização eram diferentes. Ainda para os custos, quanto menor o valor obtido, melhor a alternativa e, portanto, foi atribuído o valor 1 para o valor menor em análise. Para o valor maior em análise, o valor 0 foi atribuído. Por outro lado, para os benefícios, quanto maiores os percentuais e valores obtidos, melhor a alternativa, ou seja, foi atribuído o valor 1 ao valor mais alto, e o valor 0 ao valor mais baixo. Os valores intermediários entre 0 e 1 foram obtidos através da interpolação entre os valores extremos. Os resultados são apresentados na figura 3.

Analisando os custos e benefícios normalizados na figura 3, a Rede₅₊ e a Rede₁₅₊ apresentaram valores diretamente opostos, para todos os elementos considerados. Concomitantemente, a Rede₁₀₊ apresentou todos os elementos com valores intermediários em comparação às duas outras redes e mais próximos da melhor condição de custos e benefícios, menor variação entre os valores calculados e ausência de valores nulos.



www.antp.org.br

Figura 3
Normalização de elementos de custos e benefícios considerados para as três redes cicloviárias propostas



CONCLUSÕES

Este estudo explorou a utilização de dados de pesquisas domiciliares de origem-destino para o desenvolvimento de um método de planejamento de novas redes cicloviárias. Três propostas, baseadas na identificação de trechos do sistema viário com um determinado número de possíveis rotas sobrepostas, foram consideradas no estudo de caso aqui realizado para aplicação do método: a primeira com cinco ou mais rotas sobrepostas, a segunda com 10 ou mais e a terceira, com 15 ou mais rotas sobrepostas. Foram analisados custos e benefícios das redes propostas de duas maneiras. A primeira utilizou informações provenientes de própria pesquisa origem-destino, enquanto que a segunda considerou dados agregados de população associados aos setores censitários do IBGE.

Com relação ao método de planejamento de novas redes cicloviárias, a utilização de dados provenientes de uma pesquisa origem-destino mostrou-se eficaz. Utilizando dados precisos de localização dos indivíduos, é possível traçar rotas mais condizentes com os seus destinos. Assim, além de servir melhor aos usuários atuais do modo, admite-se que a proximidade à rede traçada pode promover a “fidelização” de ciclistas esporádicos ao modo cicloviário.

No que diz respeito às estratégias de avaliação das redes, o estudo demonstrou que a utilização de dados provenientes de pesquisas

domiciliares origem-destino torna possível obter resultados mais detalhados com relação à quantidade de viagens realizadas especificamente por bicicleta que poderiam se beneficiar das redes propostas. Esta estratégia de avaliação requer, no entanto, um tempo considerável para o processamento e análise dos dados utilizados. Em virtude deste problema, para estudos que contenham uma maior quantidade de dados, seria inclusive recomendável a adoção de procedimentos que agilizassem tais tarefas. A avaliação com dados agregados de população, tal como antecipado, mostrou-se de fácil aplicação para qualquer indivíduo ou órgão gestor, uma vez que informações referentes à população dos setores censitários são disponibilizadas gratuitamente na base de dados do IBGE. No entanto, embora forneça uma estimativa do número total de pessoas que pode ser atendido pela infraestrutura cicloviária proposta, não permite a extração de informações detalhadas destes usuários, por exemplo, com relação à sua proximidade à rede. Justamente a informação não disponível neste caso pode ser importante para a adesão de novos usuários ao modo cicloviário, tendo em vista que origens ou destinos muito distantes da rede podem muitas vezes desestimular o uso do modo por parte de alguns usuários.

Com relação à comparação dos custos e benefícios das três redes propostas, obteve-se que a adoção de limites maiores do número de possíveis rotas sobrepostas por trecho do sistema viário para definição da rede cicloviária, embora tenha possibilitado um maior refinamento das vias potencialmente utilizadas nos deslocamentos realizados por bicicleta, por outro lado, retornou benefícios menores. Uma rede mais extensa retornou maiores custos e maiores benefícios enquanto que uma rede com valores intermediários de rotas sobrepostas retornou também valores intermediários de custo e benefício. Especificamente com relação a esta rede, os valores dos benefícios obtidos foram mais próximos dos obtidos para a rede mais extensa, o que pode indicar que a adoção de valores intermediários de rotas sobrepostas atende satisfatoriamente os usuários de bicicleta, inclusive com um custo menor de construção da infraestrutura (assumindo de forma simplificada que o custo linear da infraestrutura é igual em qualquer uma das ruas já existentes na cidade, o que pode não ocorrer).

Os resultados encontrados sugerem que a metodologia proposta é promissora, mas certamente ainda apresenta inúmeros aspectos que podem ser aprimorados. Um deles refere-se à identificação dos trechos do sistema viário que devem ser considerados na proposta de traçado da rede. Aqui foram testadas três possibilidades, tendo como referência valores de 5, 10 e 15 possíveis rotas sobrepostas. Outros valores poderiam ser testados ou, ainda melhor, poderia ser desenvolvida uma metodologia que identificasse qual o valor mais adequado para ser usado como referência, dado que este é um problema de



www.antp.org.br

otimização que envolve custos e benefícios. Outra questão a ser considerada seria a avaliação do potencial das redes propostas de atrair novos usuários. Neste caso, deveriam ser considerados os dados de entrevistados com características de potenciais usuários do modo cicloviário. A sua identificação, no entanto, exigiria a utilização de outras técnicas de modelação e análise de dados, como por exemplo, técnicas de mineração de dados (inclusive das características espaciais) ou modelos capazes de replicar a dinâmica dos deslocamentos e suas interações, como os modelos baseados em agentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de estudos concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENICCHIO, T. Bicicletas transformando a cidade. In: PADOVANO, Bruno Roberto; SALA, Patrícia Bertacchini; NAMUR, Marly (org.). *São Paulo: em busca da sustentabilidade*, vol. 1. São Paulo: Pini-Edusp, 2012, p. 216-230.
- BICYCLE NETWORK. *Active paths*. 2014. Disponível em: <<https://www.bicyclenetwork.com.au/general/programs/358/>>. Acesso em: set. 2014.
- CROW, E. Design manual for bicycle traffic. *Record* n. 25, Ede: The Netherlands, 2007.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. *Sinalização de áreas escolares*. 2008. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/AreasEscolares.pdf>>. Acesso em: set. 2014.
- GUERREIRO, T. C. M. & RODRIGUES DA SILVA, A. N. A computer-aided approach for planning sustainable trips to large trip generators: the case of cycling routes serving university campuses. In: GEERTMAN, Stan; TOPPEN, Fred; STILLWELL, John (org.). *Lecture notes in geoinformation and cartography*. 1ª edição. Springer Berlin Heidelberg, 2013, p. 297-308.
- GUERREIRO, T. C. M.; STEIN, P. P.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Potencial de uma infraestrutura cicloviária para diferentes usuários de um polo gerador de viagens: o caso de um campus universitário. In: XXVII ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. *Anais*. Belém: Anpet, 2013.
- HEINEN, E.; MAAT, K.; VAN WEE, B. The role of attitudes toward characteristics of bicycle commuting on the choice to cycle to work over various distances. *Transportation Research Part D*, vol. 16, n. 2, 2011, p. 102-109.
- HOPKINSON, P. & WARDMAN, M. Evaluating the demand for new cycle facilities. *Transport Policy*, vol. 3, n. 4, 1996, p. 241-249.
- HUANG, Y. & YE, G. Selecting bicycle commuting routes using GIS. *Berkeley Planning Journal*, vol. 10, n. 1, 1995, p. 75-90.
- HYODO, T.; SUZUKI, N.; TAKAHASHI, K. Modeling of bicycle route and destination choice behavior for bicycle road network plan. *Transportation Research Record* 1705, 2000, p. 70-76.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Menu Censo 2010. 2013. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/>. Acesso em: ago. 2014.



www.antp.org.br

- KIRNER, J. *Proposta de um método para a definição de rotas cicláveis em áreas urbanas*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- LADEIRA, M. C. M. & MICHEL, F. D. Utilização da análise hierárquica de processos na definição dos trechos prioritários para implantação de ciclovia em Porto Alegre. In: XXII ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. *Anais*. Rio de Janeiro: Anpet, 2008.
- LARSEN, J.; PATTERSON, Z.; EL-GENEIDY, A. Build it. But where? The use of geographic information systems in identifying locations for new cycling infrastructure. *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 7, 2013, p. 299-317.
- LIN, J. & YU, C. A bikeway network design model for urban areas. *Transportation*, vol. 40, 2013, p. 45-68.
- LITMAN T.; BLAIR, R.; DEMOPOULOS, B.; EDDY, N.; FRITZEL, A.; LAIDLAW, D.; MADDOX, H.; FORSTER, K. *Pedestrian and bicycle planning: a guide to best practices*. 2002. Victoria Transport Policy Institute, Canadá. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/nmtguide.doc>>. Acesso em: out. 2012.
- MENGHINI, G.; CARRASCO, N.; SCHÜSSLER, N.; AXHAUSEN, N. Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A* 44, 2010, p. 754-765.
- MESBAH, M.; THOMPSON, R.; MORIDPOUR, S. Bilevel optimization approach to design of network of bike lanes. *Transportation Research Record* 2284, 2012, p. 21-28.
- MILAKIS, D.; ATHANASOPOULOS, K. What about people in cycle network planning? Applying participative multicriteria GIS analysis in the case of the Athens Metropolitan Cycle Network. *Journal of Transport Geography*, vol. 35, 2014, p. 120-129.
- RODRIGUES DA SILVA, A. N. Pesquisa origem-destino da cidade de São Carlos. Relatório do projeto de pesquisa Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) nº 04/15843-4. São Carlos, 2008.
- RODRÍGUEZ, D. A. & JOO, J. The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D*, vol. 9, n. 2, 2004, p. 151-173.
- RYBARCZYK, G.; WU, C. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. *Applied Geography*, vol. 30, 2010, p. 282-293.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 15.318, de 13 de fevereiro de 2014. Institui a Política de mobilidade sustentável e incentivo ao uso da bicicleta e dá outras providências. São Paulo, 2014.
- STINSON, M. A. & BHAT, C. R. Commuter bicyclist route choice – analysis using a stated preference survey. *Transportation Research Record* 1828, 2003, p. 107-115.
- SOUZA, P. B. Análise de fatores que influem no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário. Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- ZAHARAN, S.; BRODY, S. D.; MAGHELAL, P.; PRELOG, A.; LACY, M. Cycling and walking: explaining the spatial distribution of healthy modes of transportation in the United States. *Transportation Research Part D*, vol. 13, n. 7, 2008, p. 462-470.

Discrepâncias na estimativa da distância de viagens segundo diferentes métodos a partir de dados da Pesquisa Origem e Destino de São Paulo

Mateus Pedrucci Romanholi

Bacharel em Geografia (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo)
E-mail: mateus.roma@gmail.com

Cláudio Makoto Kanai

Tecnólogo em Transporte Terrestre (Faculdade de Tecnologia Victor Civita – Tatuapé)
E-mail: claudiokanai@gmail.com

Priscila Missaki Nakamura

Doutora em Ciências da Motricidade (Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho). Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Muzambinho; Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
E-mail: pri_nakamura@yahoo.com.br

Leandro Martin Totaro Garcia

Doutor em Ciências (Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo). Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz
E-mail: leandromtg@gmail.com

Thiago Hérick de Sá

Doutor em Nutrição e Saúde Pública (Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo). Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde, Universidade de São Paulo
E-mail: thiagoherickdesa@gmail.com

O planejamento de políticas públicas no transporte urbano não prescinde de pesquisas sobre o tráfego urbano, que são capazes de verificar as tendências de deslocamento no tempo e no espaço, e a frequência com que os distintos modos de transporte são utilizados de acordo com as variáveis sociodemográficas.

Na Região Metropolitana de São Paulo, as pesquisas de origem e destino são realizadas por meio de questionários, a cada dez anos, desde 1967. A última pesquisa foi realizada em 2017 (dados ainda não disponíveis) pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô.



www.antp.org.br

Desde 1997, as distâncias das viagens têm sido calculadas pelo método das distâncias euclidianas (linha reta) entre os pontos georreferenciados dos endereços de origem e destino informados pelos entrevistados. A estimativa das distâncias, componente fundamental do planejamento de políticas, depende dos cuidados obtidos no processo de coleta de dados e dos métodos utilizados para sua estimação.

Com a ampla disponibilização de serviços para o cálculo de rotas, como o Google Maps, e de bases de dados e ferramentas livres necessárias para o cálculo de rotas, como o OpenStreetMap e o QGIS, criaram-se possibilidades de se obter distâncias mais acuradas – levando-se em conta a malha viária ou regras de trânsito – a partir das mesmas pesquisas de origem e destino utilizadas para o cálculo das distâncias em linha reta, uma vez que somente as coordenadas geográficas de início e fim de cada trecho são utilizadas como dados de entrada para essas ferramentas. Ao mesmo tempo, os diferentes métodos de estimação demandam níveis distintos de capacidade técnica, recursos materiais e tempo.

Temos, portanto, como objetivo deste estudo, avaliar, com base nos dados da Pesquisa Origem e Destino realizada em 2007, as diferenças entre as estimativas de distâncias percorridas por pessoa e por modo, a partir de três métodos distintos: (1) distância euclidiana disponível nos microdados da pesquisa de origem e destino; (2) serviço online do Google Maps; e (3) dados abertos e colaborativos de malha viária do OpenStreetMap como base para algoritmos de roteamento da extensão pgRouting para o banco de dados espaciais PostgreSQL/PostGIS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fonte de informação e variáveis utilizadas

A principal fonte de dados deste estudo é a Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP de 2007 (OD 2007), que compreende as 39 cidades da RMSP, com área de aproximadamente 8.000 km² e uma população, naquele ano, superior a 19 milhões de habitantes (Seade, 2018). A OD 2007 fornece uma fonte abrangente de dados para 29.957 domicílios, 91.405 pessoas e 169.665 viagens.

Os dados da OD 2007 foram obtidos e registrados de forma padronizada para cada membro da família por meio de entrevista domiciliar referente a um dia de semana (segunda a sexta-feira). O questionário incluiu informações sobre o número de bens de uso doméstico, incluindo bicicletas e veículos; dados individuais, tais como idade, sexo, escolaridade, situação profissional, renda e local de trabalho e estudo; dados de todas as viagens realizadas no dia anterior à entrevista, como origem e destino, motivo, modo de viagem, distância,

número e locais de transferência de modo de transporte, e horário de partida e de chegada da viagem.

Para este estudo, foram utilizadas as informações sociodemográficas e os dados de origem e destino de toda a amostra. A aprovação deste estudo foi obtida junto ao Comitê de Ética da Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (protocolo nº 1138578).

Cálculo das distâncias euclidianas

As distâncias euclidianas já constavam no banco de dados original da pesquisa OD 2007. O cálculo das distâncias efetuado pelo Metrô considerou a distância em linha reta, desprezando, portanto, dados sobre o sistema viário e qualquer regra de trânsito. As coordenadas utilizadas pelo Metrô estavam referenciadas à projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23 Sul, e foram adquiridas para os pontos de origem e destino de cada viagem exclusiva (viagem sem transferência) e para os pontos de origem ao local de transferência e finais de transferência ao destino de cada trecho das viagens não exclusivas (viagem com uma ou mais transferências).

As distâncias foram convertidas em quilômetros, com precisão de duas casas decimais, a partir das distâncias em metros já presentes no banco de dados originais.

Cálculo de distâncias utilizando Google Maps

O cálculo das distâncias por meio do Google Maps foi executado com o auxílio de ferramentas de automação (doravante “robôs”) que informavam as coordenadas de origem e destino ao serviço de roteamento do Google Maps, que retornava, por sua vez, os valores de distâncias.

As coordenadas em UTM presentes no banco de dados original da pesquisa OD 2007 foram convertidas em coordenadas geográficas (latitude e longitude), formatação exigida para as variáveis de entrada do serviço. Para as viagens não-exclusivas, os cálculos foram executados por trecho, considerando o modo de viagem de cada um deles.

O cálculo pelo Google Maps foi realizado em agosto de 2012, antes da adição das atuais opções de pesquisas de rotas que levam em consideração as variáveis de tráfego, tipo de via, data e hora de partida e chegada de viagem, e os modos de transporte ampliados, que atualmente contemplam, além do carro e a pé, os modos bicicleta, avião, transporte público e transporte rodoviário de ônibus.

Dessa forma, para o presente estudo foram elaboradas duas configurações de “robôs” para o cálculo das distâncias: um deles conside-



rando viagens a pé e outro considerando viagens de carro. Por simplicidade, os modos de viagem da pesquisa OD 2007 foram agrupados para serem calculados somente por um dos modos dos “robôs”, de carro ou a pé, conforme quadro 1. No caso das viagens exclusivas, o banco foi dividido segundo grupos de modos, enquanto nas viagens não-exclusivas, o banco foi dividido em trechos de viagens, para otimizar o cálculo.

As distâncias foram armazenadas em quilômetros, com precisão de duas casas decimais.

Quadro 1
Equivalência dos modos de viagem para o cálculo das distâncias a partir do Google Maps

Modo carro	Modo a pé
Ônibus do município de São Paulo	Metrô
Ônibus outros municípios	Trem
Ônibus metropolitano	Bicicleta
Ônibus fretado	A pé
Ônibus escolar	Outros
Dirigindo automóvel	
Passageiro de automóvel	
Táxi	
Micro-ônibus ou van do município de São Paulo	
Micro-ônibus de outros municípios	
Micro-ônibus ou van metropolitano	
Motocicleta	

Cálculo de distâncias utilizando OpenStreetMap e pgRouting

O sistema viário utilizado como base para o cálculo das rotas foi extraído do banco de dados do OpenStreetMap em 02/10/2015, abrangendo a área da Região Metropolitana de São Paulo. Dentre as feições espaciais disponíveis no banco de dados (ciclovias, caminhos, rios, limites administrativos, linhas de alta tensão, entre outras), foram selecionadas, por meio dos atributos disponíveis para cada feição, apenas as que compunham o sistema viário. Por ser uma base criada e editada por diversos usuários, os quais geralmente não possuem treinamento ou conhecimento sobre a elaboração de bases cartográficas, existe a possibilidade da atribuição incorreta de atributos às feições originadas do OpenStreetMap, falhas que são propagadas para a etapa de quebra dos trechos e para a posterior definição das rotas.

No software ArcMap, as linhas que definem os eixos dos logradouros foram quebradas em suas intersecções, edição necessária para que os dados do sistema viário fossem adequados à construção de rotas. Apenas as linhas que definiam viadutos, túneis e passagens de nível não foram quebradas. Por fim, foi atribuído à base o datum SIRGAS2000 e a projeção UTM fuso 23 Sul, na qual foi calculado o comprimento de cada segmento.

O banco de dados livre PostgreSQL foi escolhido para a inserção dos dados do sistema viário e a construção das rotas, por meio das extensões PostGIS e pgRouting. Devido à natureza dos dados utilizados nesta pesquisa, que consistem em tabelas contendo as coordenadas iniciais e finais de cada viagem ou trecho de viagem, identificados por meio de um código único, escolhemos a função do pgRouting “pgr_fromAtoB”, que cria rotas a partir de coordenadas de início e fim, identificando o trecho de logradouro mais próximo das coordenadas inseridas na função, caso os pontos não fossem localizados exatamente sobre um trecho (pgRouting, 2014).

Deve-se enfatizar que a função “pgr_fromAtoB” desconsidera o sentido de circulação das vias como fator para o cálculo das rotas mais curtas, invertendo os sentidos dos vetores sempre que necessário. Por essa razão, na prática, todas as vias são consideradas com sentido duplo de circulação.

As distâncias foram armazenadas em quilômetros, com precisão de duas casas decimais.

Análise estatística

A variável dependente foi a distância (em km) percorrida segundo cada estratégia de cálculo, apresentada como média populacional, com seu respectivo desvio-padrão, e mediana populacional com seu respectivo intervalo interquartil, estratificada pelas características da viagem e socioeconômicas das pessoas que realizaram a viagem. A concordância entre a distância em linha reta e as distâncias estimadas por cada estratégia de cálculo foi avaliada por meio da análise de Bland-Altman e do coeficiente de concordância de Lin.

A análise de Bland-Altman permite encontrar o viés entre os valores obtidos por um segundo método de medição e os valores obtidos por um método tido como referência, e traçar limites de concordância dentro dos quais se espera que 95% dos valores obtidos pelo segundo método estejam em relação ao método de referência, que não deve ser considerado como livre de erros.

O coeficiente de correlação de Lin assume perfeita concordância entre pares de medidas quando estas se alinham próximas a uma

reta perfeitamente diagonal em um gráfico que relaciona as duas medidas, indo além, portanto, da correlação de Pearson, que indicaria apenas o quão linearmente relacionados estão os pares de medidas. De acordo com o critério de McBride (2005), a correlação é pobre se o coeficiente de Lin for inferior a 0,90, e moderada se estiver entre 0,90 e 0,95.

As diferenças na distância de viagem estimada pelas três estratégias estudadas foram comparadas por meio de regressão linear multinível de efeitos mistos, de modo a considerar o agrupamento das viagens no nível do indivíduo. Polinômios fracionais foram utilizados para construir equações preditivas da relação entre a distância em linha reta e aquela calculada pelas demais estratégias, considerando a equação com a maior capacidade preditiva expressa por meio do seu R^2 .

Foram consideradas diferenças estatisticamente significantes aquelas com valor- $p \leq 0,05$, bem como diferenças relevantes aquelas de magnitude superior a 500 m nas comparações estudadas. Todas as análises descritas foram feitas utilizando o software Stata 12.0.

RESULTADOS

Um total de 152.284 viagens exclusivas (compostas por apenas um trecho) e 17.381 viagens não-exclusivas apresentaram estimativas de distância em linha reta no banco original da OD 2007. O cálculo por meio do Google Maps foi capaz de estimar distâncias para todas elas, enquanto o cálculo pelo PostGIS estimou as distâncias para 145.713 viagens exclusivas (95,7%) e 16.976 viagens não-exclusivas (97,7%).

A tabela 1 apresenta as distâncias estimadas por estratégias de cálculo estratificadas por modo de viagem, motivo, número de transferências, sexo, faixa etária e renda familiar. Como esperado, as médias e medianas das distâncias estimadas pelo Google Maps e pelo PostGIS são sistematicamente maiores do que aquelas estimadas em linha reta. Na comparação entre estes dois modos, as médias e medianas das estimativas via Google Maps são superiores às obtidas por meio do PostGIS para qualquer estratificação, com exceção das viagens de modo principal a pé ou de bicicleta.

A tabela 2 apresenta os resultados da análise de regressão linear multinível de efeitos mistos, na qual foi possível verificar que, em média, as diferenças entre as distâncias euclidianas e estimadas via Google Maps e PostGIS foi de 350 m e 230 m, respectivamente. É interessante notar também que a quantidade de transferências na viagem contribui de forma importante na diferença entre os cálculos usando Google Maps e PostGIS com a distância em linha reta.



Tabela 1
Distâncias por estratégias de cálculo, estratificadas por modo de viagem, motivo, número de transferências, sexo, faixa etária e renda familiar

Características	Distância em linha reta (km)				Distância Google Maps (km)				Distância PostGIS (km)						
	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão
Modo da viagem															
Coletivo	6,10	2,91	11,80	8,55	7,78	9,20	4,50	17,70	12,83	11,64	7,96	3,81	15,60	11,34	10,53
Individual	3,48	1,58	7,14	5,57	6,25	5,30	2,50	10,50	8,22	8,93	4,41	2,09	8,72	6,82	7,43
A pé	0,58	0,30	1,06	1,24	3,18	0,80	0,45	1,40	1,67	4,01	0,85	0,46	1,51	1,73	4,05
Bicicleta	1,72	0,91	3,36	2,86	3,93	2,30	1,20	4,50	3,98	6,00	2,38	1,18	4,49	3,80	5,10
Motivo da viagem															
Trabalho	4,56	1,48	10,08	7,09	7,67	6,90	2,20	15,00	10,56	11,35	5,94	2,07	12,92	9,23	9,97
Escola	1,16	0,52	3,36	2,99	4,72	1,80	0,80	5,10	4,43	6,86	1,65	0,77	4,46	3,95	6,10
Outros	2,55	1,04	5,95	4,77	6,21	3,90	1,60	8,60	6,97	8,86	3,31	1,40	7,49	6,08	7,85
Número de transferências															
0	2,10	0,75	5,45	4,26	5,74	3,20	1,10	7,90	6,15	8,07	2,80	1,07	6,87	5,32	6,89
1	10,76	6,73	16,35	12,37	7,71	16,80	11,40	24,40	19,19	11,01	14,98	9,85	22,21	17,12	10,16
2	16,50	11,37	23,52	18,12	9,30	27,70	20,10	36,60	29,93	13,95	24,69	17,14	33,48	26,39	13,47
3	23,16	16,59	30,60	24,87	11,19	39,10	29,90	52,30	41,67	16,78	33,14	25,09	48,48	36,19	16,85
Sexo															
Masculino	2,97	0,95	7,90	5,76	7,20	4,50	1,40	11,60	8,51	10,53	3,93	1,36	9,91	7,44	9,22
Feminino	2,27	0,77	6,13	4,71	6,21	3,50	1,10	9,10	7,00	9,14	3,01	1,09	7,83	6,15	8,09



www.antp.org.br

Continua

Tabela 1 (continuação)

Características	Distância em linha reta (km)				Distância Google Maps (km)				Distância PostGIS (km)						
	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Média	Desvio padrão
0 a 9	0,85	0,43	2,01	2,10	3,98	1,30	0,65	3,10	3,13	5,52	1,25	0,65	2,75	2,85	5,06
10 a 18	1,18	0,54	3,16	2,92	4,72	1,70	0,80	4,80	4,34	6,89	1,67	0,80	4,26	3,91	6,15
19 a 29	4,33	1,34	9,61	6,69	7,23	6,50	2,00	14,10	9,92	10,66	5,64	1,90	12,18	8,73	9,44
30 a 39	3,42	0,98	8,52	6,09	7,30	5,10	1,50	12,50	9,01	10,72	4,48	1,40	10,79	7,87	9,37
40 a 49	3,22	1,13	8,04	5,91	7,16	4,90	1,70	11,80	8,81	10,63	4,22	1,58	10,12	7,67	9,30
50 a 59	3,07	1,15	7,38	5,66	6,98	4,70	1,70	10,90	8,36	10,22	3,97	1,56	9,31	7,25	8,97
60 ou mais	2,52	1,01	5,99	4,69	6,14	3,90	1,50	8,70	6,85	8,67	3,24	1,37	7,45	5,92	7,68
Quintos de renda familiar															
1º (mais pobre)	1,53	0,57	5,89	4,77	7,21	2,30	0,85	8,90	7,08	10,56	2,22	0,85	7,90	6,41	9,49
2º	2,17	0,68	7,52	5,46	7,36	3,30	1,00	11,40	8,14	10,88	3,01	0,99	10,05	7,28	9,70
3º	2,75	0,86	7,51	5,50	6,96	4,20	1,30	11,20	8,13	10,24	3,67	1,22	9,68	7,16	9,02
4º	3,03	1,07	7,41	5,41	6,50	4,60	1,60	10,90	7,98	9,47	3,91	1,47	9,21	6,87	8,19
5º (mais rico)	3,24	1,37	6,56	5,01	5,60	4,90	2,20	9,50	7,39	8,11	4,10	1,81	8,04	6,21	6,89
Total	2,59	0,85	6,94	5,23	6,74	4,00	1,30	10,30	7,74	9,88	3,43	1,20	8,87	6,78	8,69

Tabela 2

Relação entre distância euclidiana e estimada via Google Maps e PostGIS, usando regressão linear multinível de efeitos mistos, ajustada pelo modo de viagem, motivo, número de transferências, sexo, faixa etária e renda familiar

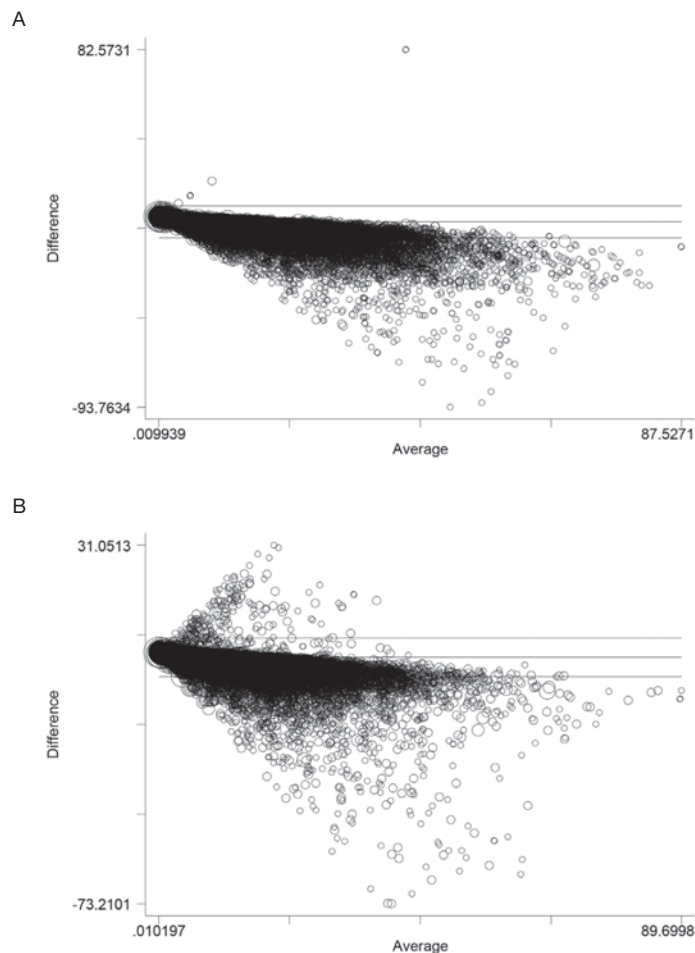
Características	Distância Google Maps			Distância PostGIS		
	Coef.	IC 95%		Coef.	IC 95%	
Distância em linha reta (km)	0,65	0,65	0,65	0,77	0,77	0,77
Motivo da viagem						
Trabalho	1			1		
Escola	-0,10	-0,13	-0,08	-0,09	-0,11	-0,06
Outros	-0,03	-0,05	0,00	-0,07	-0,09	-0,05
Modo da viagem						
Coletivo	1			1		
Individual	-0,30	-0,33	-0,26	-0,09	-0,12	-0,06
A pé	-0,31	-0,34	-0,27	-0,34	-0,37	-0,32
Bicicleta	-0,28	-0,41	-0,15	-0,40	-0,52	-0,28
Número de transferências						
0	1			1		
1	-0,64	-0,68	-0,60	-1,15	-1,19	-1,12
2	-1,90	-1,98	-1,82	-2,53	-2,60	-2,46
3	-3,06	-3,28	-2,84	-4,01	-4,20	-3,83
Sexo						
Masculino						
Feminino	-0,07	-0,10	-0,04	-0,04	-0,06	-0,01
Faixa etária (em anos)						
0 a 9	1			1		
10 a 18	0,07	0,01	0,13	0,08	0,02	0,13
19 a 29	0,25	0,20	0,31	0,23	0,17	0,28
30 a 39	0,24	0,18	0,30	0,23	0,17	0,29
40 a 49	0,17	0,11	0,23	0,16	0,10	0,22
50 a 59	0,20	0,14	0,26	0,19	0,12	0,25
60 ou mais	0,18	0,12	0,25	0,23	0,16	0,29
Quintos de renda familiar						
1° (mais pobre)	1			1		
2°	-0,01	-0,05	0,03	0,02	-0,02	0,06
3°	0,03	-0,01	0,08	0,08	0,04	0,13
4°	0,05	0,00	0,09	0,14	0,09	0,18
5° (mais rico)	0,02	-0,03	0,06	0,12	0,08	0,17

IC 95%: Intervalo de confiança de 95%.



Os resultados da análise de Bland-Altman apontam que as distâncias calculadas pelo método de linha reta são em média 2,5 km menores que as distâncias calculadas pelo Google Maps (figura 1.A) e 1,5 km menores que o método do PostGIS (figura 1.B). As diferenças encontradas são sistemáticas e significantes, uma vez que a um intervalo de confiança de 95%, as médias das diferenças entre o método de linha reta e os métodos do Google Maps e PostGIS são inferiores a zero.

Figura 1
Bland-Altman da relação entre distância (km) em linha reta e distância Google Maps (A) e PostGIS (B).



Observa-se, ainda, que 95% das diferenças entre o método de linha reta e o Google Maps estão entre -10,4 km e 5,4 km. Já entre o método de linha reta e o PostGIS, o intervalo de concordância a 95% está entre -7,2 km e 4,1 km. Para ambas as comparações, a análise gráfica de Bland-Altman destaca que as diferenças entre os valores obtidos crescem conforme as distâncias das viagens aumentam. Porém, os gráficos também mostram uma maior quantidade de viagens para as quais o método do PostGIS resulta em distâncias menores que o método de linha reta, em relação ao método do Google Maps, implicando que, em uma escala de ± 1 , esse último método possui maior correlação linear negativa com o método linha reta (-0,806) se comparado ao método do PostGIS (-0,685).

Para viagens com distâncias menores ou iguais a 100 quilômetros, o coeficiente de concordância de Lin é de 0,852 entre as distâncias de linha reta e as distâncias calculadas pelo Google Maps, e de 0,917 se comparadas às distâncias calculadas no PostGIS, em uma escala de ± 1 . Os resultados implicam, ainda, que as distâncias calculadas pelo Google Maps crescem em uma proporção maior, em relação ao método de linha reta, que as calculadas pelo PostGIS.

Por fim, foram testados 44 modelos de polinômios fracionais de segundo grau e as potências que mais se adequaram em ambas as equações foram 1 e 2, com R^2 de 0,9173 para a distância do Google Maps e R^2 de 0,9282 para a distância do PostGIS. Em (1) e (2) têm-se as equações preditivas das distâncias do Google Maps e do PostGIS, respectivamente, a partir da distância em linha reta.

$$\begin{aligned} \text{dis_gmaps} = & 7,909025 \\ & + 15,09195 * (\text{dis_metro}/10 - 0,5227763889) \\ & - 0,37369 * [(\text{dis_metro}/10)^2 - 0,2732951528] \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{dis_postgis} = & 6,851672 \\ & + 12,80519 * (\text{dis_metro}/10 - 0,5267008729) \\ & - 0,15676 * [(\text{dis_metro}/10)^2 - 0,2774138095] \end{aligned} \quad (2)$$

O termo constante em (1) (7,909025) é maior que em (2) (6,851672), e em ambas as equações os coeficientes do 1º termo são positivos e os do 2º termo são negativos. Também em ambas, o valor da distância em linha reta (dis_metro) é inicialmente dividido por 10.

DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que as distâncias calculadas pelo Google Maps são sistematicamente maiores que as distâncias calculadas pelo PostGIS e, como esperado, ainda maiores se comparadas ao método de cálculo de linha reta. O fato do algoritmo do Google Maps considerar o sentido de circulação das vias no cálculo das rotas deve explicar os valores sistematicamente maiores encontrados para este método de cálculo.



www.antp.org.br

Poucos estudos na literatura buscaram compreender o impacto dos métodos de cálculo sobre a estimativa de distância das viagens em pesquisas origem e destino. Wang & Xu (2011) apontam diversas vantagens do cálculo por meio do Google Maps na comparação com métodos por GIS, como o fato de conter regras de trânsito e de demandar menos esforços de preparação e conhecimento, embora centre a discussão em torno da comparação das estimativas de tempo obtidas a partir das distâncias calculadas. Ao mesmo tempo, os autores apresentam uma série de limitações do cálculo automatizado pelo Google Maps, como o limite de estimativas por dia, falhas periódicas na comunicação entre a plataforma online e o robô (o mesmo ocorreu em nosso estudo) e a pouca transparência dos dados espaciais utilizados.

As equações desenvolvidas em nosso estudo, que apresentam boa capacidade preditiva, têm o potencial de abreviar o tempo de estimativa e os limites apresentados tanto para o cálculo pelo Google Maps quanto pelo PostGIS, posto que a distância em linha reta já está disponível nos microdados da OD desde 2007.

O número de transferências na viagem foi o principal fator responsável por diferenças relevantes na comparação entre os métodos em nosso estudo. Isto é coerente com os resultados de Bland-Altman, que apontam que a diferença média entre as distâncias aumenta quanto maior forem as distâncias percorridas (viagens com mais transferências tendem a serem viagens com distância maiores). Ao mesmo tempo, vale destacar que não há instrumentos para aquisição de dados sobre viagens que sejam altamente sensíveis e específicos. O GPS, por exemplo, é específico, pois informa com maior precisão e detalhe as paradas e percursos, porém é pouco sensível, pois está sujeito a falhas na recepção de sinais na área urbana (Kelly *et al.*, 2013). Na comparação entre estimativas de distância obtidas pelo GPS e calculadas por GIS a partir do relato da origem e destino dos participantes, Stewart *et al.* (2016) e Panter *et al.* (2014) apontaram uma contribuição importante da geometria da viagem, refletida no número de transferências e na diferença obtida entre os métodos.

Apesar de trazer resultados inovadores, nosso trabalho apresenta algumas limitações. Primeiro, o sistema de equivalência de modos usado para gerar as estimativas via Google Maps não utilizou toda a capacidade disponível atualmente pela ferramenta. Ademais, o algoritmo de definição da rota não é proprietário e não é possível avaliá-lo. Segundo, o OpenStreetMap é editado, em parte, por usuários sem treinamento ou conhecimento sobre elaboração de bases cartográficas, o que pode trazer imprecisões na definição das rotas. Por fim, as rotas estimadas por meio dessas duas ferramentas podem não representar acuradamente as rotas efetivamente utilizadas pelos entrevistados.

CONCLUSÕES

Como esperado, o método de estimação em linha reta apresenta menores valores de distância quando comparado com o método do PostGIS e Google Maps. As maiores diferenças dependeram, sobretudo, do número de transferências da viagem. Os modelos preditivos desenvolvidos podem ser úteis para a estimação de medidas de distância presumivelmente mais precisas, como aquelas obtidas a partir dos métodos PostGIS e Google Maps, a partir da distância em linha reta, mais comumente obtida por sua maior simplicidade de cálculo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KELLY, P. *et al.* Quantifying the difference between self-reported and global positioning systems-measured journey durations: a systematic review. *Transport Reviews*, vol. 33, n. 4, 2013, p. 443-459.
- MCBRIDE, G. B. *A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient.* 2005. Disponível em: <https://www.medcalc.org/download/pdf/McBride2005.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- PANTER, J. *et al.* Development of methods to objectively identify time spent using active and motorised modes of travel to work: how do self-reported measures compare? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 11, n. 1, 2014, p. 1.
- PGROUTING. *pgRouting workshop manual.* 2014. Disponível em: <http://workshop.pgRouting.org/>. Acesso em: 25 out. 2015.
- STEWART, T. *et al.* Adolescent school travel: is online mapping a practical alternative to GPS-assessed travel routes? *Journal of Transport & Health*, vol. 5, 2017, p. 113-122.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Planejamento e Gestão. Seade – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. *Perfil dos municípios paulistas.* 2018. Disponível em: <http://www.perfil.seade.gov.br/>. Acesso em: 22 abr. 2018.
- _____. Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Companhia do Metropolitanos de São Paulo – Metrô. *Pesquisa Origem e Destino 2007: síntese das informações - pesquisa domiciliar.* 2008. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD2007/sintese-od2007.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- _____. Companhia do Metropolitanos de São Paulo – Metrô. *Pesquisa Origem e Destino 2007: Banco de dados em formato Dbase.* Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD2007/dbase.zip>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- WANG, F; XU, Y. Estimating O-D travel time matrix by Google Maps API: implementation, advantages, and implications. *Annals of GIS*, vol. 11, n. 4, 2011, p. 199-209.



www.antp.org.br



CONHEÇA MELHOR A ANTP

Suas Comissões Técnicas e Grupos de Trabalho

- Bicicletas • Sistemas Inteligentes de Transporte - ITS •
- Marketing • Meio Ambiente • Metroferroviária •
- Pesquisa de Opinião • Qualidade e Produtividade •
- Trânsito • Mobilidade • Ônibus

Seus Programas e Projetos

Sistema de Informações da Mobilidade Urbana
Prêmio ANTP - ABRATI de Boas Práticas

Visite o *site* da entidade - <http://www.antp.org.br>

APLICATIVO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL

Uber – Uma análise do serviço oferecido ao usuário na cidade do Rio de Janeiro

Marcelo Dantas da Silva

E-mail: marcelo.dantas@pet.coppe.ufrj.br

Ronaldo Balassiano

PET/COPPE/UFRJ

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



O surgimento de serviços de transportes baseados na utilização de aplicativos para celular, têm provocado um grande debate sobre seu papel no transporte urbano. Esse tipo de serviço, surgido nos Estados Unidos, permite que qualquer proprietário de veículo, após se associar a uma empresa, trabalhe transportando passageiros sem uma rota fixa. É um modo que possui características de transporte privado, pois, para sua realização, os envolvidos precisam estar cadastrados no aplicativo (tanto motoristas quanto passageiros) e não possui uma rota regular e contínua, tornando-se similar, nesse sentido, ao táxi.

O *ridesourcing*, denominação desse tipo de serviço nos Estados Unidos, combina dinamicamente a oferta e a demanda, permitindo que os viajantes solicitem um serviço de carro em tempo real usando um aplicativo de *smartphone*. A fim de oferecer segurança e uma otimização no tempo do trajeto, as viagens são amparadas por algum aplicativo de trânsito, fornecendo ao motorista, em tempo real, o melhor trajeto (Cervero, 2016). Dentre as empresas que surgiram oferecendo esse tipo de serviço, destaca-se a Uber.

A empresa Uber se distingue dos táxis tradicionais, dentre outras coisas, por possuir um algoritmo de correspondência dinâmica, que permite gerar uma tarifa dinâmica: quando muitas pessoas estão solicitando um carro e não há motoristas suficientes, a tarifa ganha um multiplicador (que pode ser de 1,3 x ou 1,9 x, por exemplo), tornando a corrida mais cara. Segundo a empresa, isso é feito para equilibrar a demanda e garantir que todos consigam pegar um carro — quem quiser pagar mais caro pode solicitar um motorista imediatamente; quem julgar o preço muito alto pode pedir para que o aplicativo envie uma notificação quando a tarifa baixar.



www.antp.org.br

A entrada da Uber no mercado trouxe descontentamento da indústria de táxis e gerou preocupação entre os órgãos reguladores de transporte. O serviço oferecido pela Uber levanta uma série de questões de interesse público. Os adeptos veem o serviço como parte de um conjunto de opções de transporte que facilitam a locomoção do cidadão, contribuindo para uma mobilidade urbana sustentável, flexível e até mesmo mais segura. Ao fornecer uma alternativa atrativa para a condução e o preenchimento de lacunas na rede de transporte público, esses serviços possuem potencial para atrair usuário do carro individual, em algumas de suas viagens, contribuindo ainda para a redução dos impactos ambientais associados (Metcalfe e Warburg, 2012; Silver e Fischer-Baum, 2015). No entanto, alguns críticos desse serviço consideram que esse tipo de transporte pode contribuir para aumentar os índices de congestionamento, competindo com o transporte público, uma vez que atende majoritariamente a um público de maior poder aquisitivo, podendo ainda gerar alguns problemas de segurança pública (Flegenheimer e Fitzsimmons, 2015; Laurent e Katz, 2013; Sabatini, 2014; apud Cervero, 2016). É importante frisar que talvez seja necessário algum tipo de regulamentação para minimizar ações negativas e outras falhas de mercado inerentes ao setor.

A controvérsia mais importante centra-se em questões jurídicas decorrentes da sua capacidade de contornar os regulamentos em vigor no mercado de táxi (Daus, 2012). A empresa Uber, em particular, enfrenta muitos desafios legais e, em várias cidades do mundo, para muitos taxistas, os motoristas da Uber oferecem concorrência desleal por não possuírem a mesma norma reguladora que eles (Eskenzi, 2014; Diamondis, 2014). Os controles de entrada estão no centro desse debate. Em quase todas as cidades americanas e europeias, o taxista precisa de uma licença para operar. Entretanto, para os “uberistas” (termo utilizado para os motoristas de Uber) não existe tal solicitação.

À medida que o serviço Uber começa a operar em uma cidade, torna-se importante conhecer dados sobre o seu uso e analisar seus impactos no sistema de transportes existente. Até o momento, poucos dados sobre os usuários foram disponibilizados publicamente. Há poucos estudos sobre os impactos gerados pelo serviço Uber (Bialik *et al.*, 2015, Silver e Fischer-Baum, 2015, Cervero, 2016) e os que existem foram conduzidos pela própria empresa (Hall e Krueger, 2015), tendo por base entrevistas qualitativas com motoristas (Anderson, 2014).

Este artigo buscou preencher essa lacuna de dados e informações gerais sobre a operação do serviço e apresentar as principais características do usuário do Uber na cidade do Rio de Janeiro. Considera-se que, a partir da análise do perfil do seu usuário e das características específicas desse novo serviço, será possível entender o porquê

esse modelo de negócio está se expandindo de forma acelerada em diferentes cidades do mundo.

O trabalho se propõe a responder quatro perguntas específicas: (1) Qual o perfil dos usuários do Uber? (2) Qual o motivo para a escolha desse serviço? (3) O usuário do Uber é o mesmo dos táxis tradicionais? (4) Existe realmente competição entre o Uber e o serviço de transporte público?

Após essa introdução, que apresentou um panorama geral desse novo serviço de transportes, a seção 2 apresenta o serviço antecessor do Uber (*carsharing*). Já a seção 3 descreve sobre a origem da empresa Uber, bem como as suas particularidades no Brasil. Na seção seguinte, é abordado o aspecto da regulamentação e a sua competição com a indústria de táxi. A seção 5 descreve os resultados da pesquisa e a seção 6 desenvolve uma análise sobre os mesmos. Por fim, a conclusão discorre sobre as implicações do serviço e apresenta sugestões para futuras pesquisas.

CARSHARING – O ANTECESSOR DO UBER

Entre empresários, empresas estabelecidas, formuladores de políticas, meios de comunicação e pesquisadores acadêmicos existe um crescente interesse na natureza e nos impactos da economia compartilhada, uma vez que ela pode ser vista como uma forma de promover práticas de consumo sustentável e diminuição nos impactos ambientais.

Heinrichs (2013) identifica que a economia compartilhada é um “novo caminho, com muito potencial, para a sustentabilidade”; enquanto isso, Botsman e Rogers (2010) argumentam que isso irá interromper as práticas de hiperconsumo que impulsionam as economias capitalistas. Essas opiniões contrastantes são apenas algumas das várias que existem sobre o tema, tornando-o extremamente complexo.

Aplicando uma perspectiva de transição, a economia de compartilhamento é conceituada como um nicho (Smith e Raven, 2012; Martin *et al.*, 2015), um campo de inovações relacionadas (isto é, as plataformas econômicas) e os intermediários que apoiam e promovem o desenvolvimento dessas inovações são os defensores dessa economia e seus investidores (Martin, 2015).

Para Martin e Shaheen (2011) o *carsharing*, serviço de compartilhamento de carro, diminui a aquisição de automóveis pelos residentes urbanos. Isto é, permite que famílias com maior poder econômico e que já possuem um veículo não necessitem comprar mais um automóvel.

Pesquisas anteriores descobriram que o compartilhamento de carro facilitou uma mudança considerável nos padrões de viagens dos

membros. Esses impactos abrangem desde o tipo de viagem realizada até a mudança no conceito de propriedade de um veículo (Martin e Shaheen, 2011).

Diversos estudos europeus relatam reduções notáveis na propriedade do veículo privado, com 10 a 60% dos membros vendendo um veículo depois de participar de um programa de compartilhamento de carro. O *carsharing* foi desenvolvido para permitir que os membros substituíssem grande parte de suas viagens por modos alternativos, como transporte público, caminhadas e ciclismo (Bauh, 1994; Harms, 1998).

Na Europa, vários países começaram a adotar esse tipo de serviço. Inglaterra, Holanda e Alemanha são exemplos do sucesso do serviço. Na Suécia, houve um decréscimo dos quilômetros percorridos pelos usuários do serviço. Antes, quando possuíam seus veículos próprios e não faziam parte do compartilhamento de carro, eram percorridos, em média, 13.200 km anualmente. Após aderirem ao *carsharing*, essa distância caiu para 11.000 km, com uma redução de 18%. Além disso, muitos membros decidiram vender seus veículos próprios e utilizar apenas o *carsharing*. Com isso, também houve uma redução nos níveis de poluição e no impacto ao meio ambiente (Muheim, 1998). Já na Inglaterra, o uso do compartilhamento de carro reduziu, dentro de outras coisas, o congestionamento nos horários de pico (Shaheen, 1998).

No mercado norte-americano, o compartilhamento de carro cresceu de forma constante na última década, com mais de um milhão de usuários que compartilham veículos (Shaheen e Cohen, 2014). Ao associar-se ao clube, o usuário passa a ter a sua disposição uma frota de veículos que fica estacionada em locais estratégicos da cidade. Ele faz contato com a administração do clube e localiza o carro mais próximo ao local de origem da viagem. Um cartão magnético dá acesso ao veículo reservado e ao final da viagem o usuário retorna o veículo em algum dos pontos próximo ao seu destino. Uma taxa é cobrada pelo número de horas utilizadas e pelos quilômetros rodados. Não existem gastos com combustível, seguros, impostos e manutenção (Balassiano, 2012). Assim como na Europa, o uso do compartilhamento trouxe benefícios à sociedade, tais como: diminuição do consumo de combustível e dos quilômetros percorridos e o aumento da acessibilidade dos setores mais pobres da população (Cervero, 2007).

De acordo com a consultoria Frost e Sullivan (2015), uma das maiores empresas de análise de dados do mundo, existem mais de sete milhões de pessoas que utilizam alguma plataforma de compartilhamento. No Brasil, existem hoje seis empresas que operam o serviço, entre as quais Zazcar, Joycar e Fleety. Desde 2012, 17 novas empresas foram introduzidas no mercado em cidades em desenvolvimento



(e quatro deixaram de funcionar), fazendo com que o número passasse de nove em 2012 para 22 em 2015. Quanto maior o número de empresas que oferecem o serviço, maior a concorrência no setor e, também, as opções de escolha para os usuários. Abaixo, pode-se observar o crescimento do serviço em países emergentes.

Figura 1
Crescimento do *carsharing*



Fonte: RI Ross Center for Sustainable Cities (2016).

Como a figura mostra, a indústria do *carsharing* vem crescendo nos países emergentes a uma taxa sem precedentes. Tendo inovações contínuas, investimento por parte de empresários e o reconhecimento e apoio de parte dos governos locais, os sistemas de compartilhamento de veículos podem desempenhar um papel de destaque na construção de cidades sustentáveis para as próximas gerações.

Nesse cenário aberto a inovações e ao compartilhamento surge um novo tipo de serviço, derivado do *carsharing*, que vem a ser o serviço de transporte por aplicativo. Liderados pela Uber, o serviço permite que os usuários solicitem um veículo em tempo real através de um aplicativo de smartphone, que comunica a localização do passageiro aos motoristas mais próximos a ele. Após o motorista aceitar a solicitação, o passageiro pode visualizar a localização em tempo real do veículo e a hora estimada de sua chegada. O aplicativo fornece navegação habilitada para GPS, ajudando os motoristas não profissionais a encontrar destinos e reduzindo as chances de escolha de uma rota errada. O pagamento na maioria das vezes é realizado pelo cartão de crédito do passageiro, sendo que o motorista recebe uma parte do valor cobrado, ficando a outra parcela restante com a Uber. Os preços podem variar dinamicamente em relação à demanda, aumentando a probabilidade



de encontrar valores mais altos nos horários de pico. Entretanto isso também torna os preços menos previsíveis. Esse tipo de serviço cresce a cada dia em todos os países do mundo (Uber, 2016).

UBER – DOS ESTADOS UNIDOS PARA O MUNDO

A Uber é uma empresa multinacional norte-americana, prestadora de serviços eletrônicos na área do transporte privado urbano e baseada em tecnologia disruptiva em rede (termo usado para descrever uma inovação tecnológica). Através de um aplicativo é possível solicitar um serviço de transporte semelhante ao táxi tradicional.

A empresa trouxe uma inovação no serviço de transporte, com a possibilidade de solicitar um veículo a qualquer hora usando apenas o celular. Com o uso cada vez maior dos *smartphones* – atualmente sete bilhões de pessoas possuem o aparelho – a empresa californiana tornou possível o uso do transporte privado à maioria das pessoas (ONU, 2016).

A empresa foi fundada em 2009 na cidade de São Francisco (EUA), com uma proposta inicial de oferecer um serviço semelhante a um táxi luxuoso. Com o uso cada vez maior do serviço, a Uber expandiu o serviço pelos Estados Unidos e em 2012 começou a operar na Europa, na cidade de Londres (Inglaterra). Hoje, a empresa atua em todos os continentes e em mais de 662 cidades ao redor do mundo, tendo valor de mercado de mais de U\$ 60 bilhões (Bloomberg Markets, 2014).

A Uber no Brasil

De acordo com o responsável pelas operações da Uber na América Latina e na Ásia, o Brasil é o terceiro país que mais utiliza o serviço da companhia, ficando atrás de Estados Unidos e da Índia. O objetivo ao trazer o serviço para os países latino-americanos era crescer em pouco tempo e superar competidores subfinanciados. A Índia, do ponto de vista econômico, continua sendo uma aposta desafiadora, por ser uma das maiores populações do mundo e possuir uma das maiores desigualdades sociais (Phud, 2017). Já na Europa é preciso enfrentar uma série de regulamentos e o mesmo acontece nos Estados Unidos. De acordo com a empresa TXN Solutions (2017), que analisa o poder de mercado das empresas, a Uber chegou a perder mais de U\$ 100 milhões no ano de 2015, em sua disputa com a forte rival Lyft (empresa que fornece o mesmo tipo de serviço que a Uber).

A primeira cidade a receber o Uber no Brasil foi o Rio de Janeiro, em maio de 2014, seguido por São Paulo, no final de junho do mesmo ano. Hoje o serviço é disponibilizado para mais de 30 cidades brasileiras.

A fim de expandir a empresa pelo Brasil, a Uber investe para recrutar motoristas, divulgando seus serviços e enfrentando as autoridades regulatórias e as companhias de táxi estabelecidas. A empresa também pagou incentivos aos passageiros dando descontos em suas viagens. No início do ano, um executivo afirmou em uma entrevista que a companhia quintuplicaria o número de motoristas no Brasil, passando de 10 mil para 50 mil, até outubro de 2016. Para atrair novos clientes – afinal, a Uber alega que quem contrata a empresa é o motorista, não o contrário – a empresa lançou uma campanha de marketing que panfletava ganhos de até sete mil reais por mês (Uber, 2017), fazendo com que a empresa crescesse e se popularizasse.

UBER E REGULAMENTAÇÃO

No Brasil e no mundo a regulamentação do serviço oferecido pela Uber tem provocado muitas discussões e debates. Grande parte desse conflito se dá pelo fato do serviço não ser regulamentado, diferentemente do serviço de táxi. O Uber atraiu críticas significativas de seu concorrente mais direto, o táxi, que o vê como um serviço ilegal que não respeita as leis existentes e compete de forma predatória. Entretanto, as empresas de táxi têm enfrentado problemas com a confiabilidade do serviço e até com a qualidade do mesmo (Balassiano, 2011).

Assim como em outros países, no Brasil o crescimento das empresas de serviço de transportes por aplicativo foi considerável. Isso ocorreu principalmente pelo apoio e fidelidade de seus clientes (Cervero, 2016).

Avaliar como um serviço de transportes gerencia a sua operação pode contribuir na definição dos regulamentos aplicáveis. Para avaliar o grau de dificuldade que os reguladores enfrentam na especificação dos serviços de transporte por aplicativos, torna-se importante conhecer a operação da empresa Uber.

O funcionamento do serviço Uber

Com o objetivo de oferecer um serviço diferenciado, a Uber inovou ao investir em um novo método de serviço de transporte. Não seria mais necessário realizar ligações telefônicas ou até mesmo se dirigir a um ponto específico para solicitar um veículo (como ocorre com o táxi convencional). O usuário teria apenas que possuir um *smartphone* e acesso à internet para poder baixar o aplicativo da Uber.

Após o *download* do aplicativo Uber, o usuário insere seu nome, informações do cartão de crédito e o destino para então solicitar o transporte. Quando o usuário solicita uma viagem, o aplicativo notifica os

motoristas mais próximos. Esses motoristas possuem veículos particulares registrados no site da empresa e concordam com a licença de software e o acordo de serviços online da Uber. As notificações fornecem a esses motoristas o nome, localização e classificação do usuário. Se o condutor aceitar a solicitação, o usuário recebe o nome do motorista, a foto, o número da placa do veículo, a classificação, a estimativa da tarifa e pode acompanhar o percurso do veículo pelo aplicativo até sua chegada (Uber, 2017).

Quando o usuário entra no carro, o motorista aciona o início da viagem no aplicativo, que registra o tempo da viagem. Um calculador de tarifa virtual calcula com base neste tempo e cobra ao cartão de crédito do usuário (atualmente é possível pagar a viagem em dinheiro diretamente ao motorista). A Uber, através do seu sistema computacional, calcula a porcentagem do valor da viagem que será repassado ao motorista. Ao término da viagem, o usuário recebe um recibo e é solicitado a fazer uma avaliação do motorista, criando um padrão de qualidade no serviço (Uber, 2017).

A competição entre Uber e táxi

A competição entre Uber e táxi é um dos principais problemas envolvendo a Uber em todo o mundo. A empresa recebeu críticas importantes, em sua maioria, do seu concorrente direto – a indústria do táxi – que vê o Uber como um serviço ilegal, que viola leis existentes e compete de forma injusta. Esse é o cenário em vários países do mundo. E ainda há várias queixas contra a Uber por operar com uma tarifa mais baixa. As empresas de táxi apontam que isso só é possível porque a Uber opera de forma clandestina, já que não existe uma regulamentação que defina direitos e deveres do serviço (Rached e Farias, 2017). Vários casos ajudam a ilustrar como cidades, estados e nações estão respondendo às afirmações da Uber de que não se enquadra no quadro regulamentar existente. Como há pouca uniformidade, as jurisdições classificam o Uber através de diferentes aspectos.

Há a alegação de que existe uma ligação de contrato entre a empresa e o autônomo. Com isso, o motorista não seria um autônomo, mas sim um funcionário com direitos equivalentes a tal posição. Entretanto, a Uber se posiciona contrária a essa afirmação, alegando que os motoristas são apenas parceiros sem direitos trabalhistas. De acordo com fontes públicas, pode-se perceber o problema que a falta de regulamentação tem causado em diversos países. Abaixo, pode-se observar alguns.

- França: As mobilizações dos taxistas em protesto contra a Uber e outros serviços de transporte que não compram a licença obriga-



tória de 200 mil euros são bem intensas. No ano de 2015, o serviço Uber Pop (serviço de transporte compartilhado) foi proibido no país inteiro e também retirado do ar pela direção da empresa na França para garantir a segurança dos motoristas. A revolta contra o aplicativo levou a atos de violência.

- Índia: A Uber facilitou os deslocamentos dos indianos nas grandes cidades, pois os táxis eram poucos em comparação com a demanda. Porém, o governo de Nova Délhi tomou a decisão de proibir o aplicativo, após uma passageira ter sido estuprada por um motorista do aplicativo em 2014. Em resposta, a Uber criou, em fevereiro de 2015, um botão de pânico para o seu aplicativo, com o objetivo de tentar melhorar a segurança das mulheres no país. Mesmo com a interdição, o serviço continua funcionando nas ruas da capital indiana.
- Colômbia: Dezenas de pessoas foram presas em Bogotá, em 2016, após terem protestado contra a Uber. Milhares de taxistas se manifestaram na capital, congestionando as ruas, fazendo com que as autoridades colombianas multassem a Uber em 150 mil dólares por serviços ilegais de transporte.
- Brasil: No país, há cidades que regulamentaram o serviço (como São Paulo, em 2016), entretanto, a grande maioria não regulamentou. Em protestos que se multiplicam no país contra a atuação dos milhares de motoristas Uber, taxistas consideram o aplicativo um concorrente desleal.

Uso de aplicativos por táxis convencionais

A Uber buscou oferecer um novo tipo de serviço de transporte aos cidadãos de todo o mundo. Uma das consequências dessa nova forma de serviço foi uma significativa migração do usuário do táxi convencional para o serviço oferecido pela Uber (*Economist*, 2014). Com isso, foi necessária uma nova adequação às novas práticas de mercado. Analisando alguns estudos sobre o potencial da tecnologia dos *smartphones* e como ela mudou a forma de solicitação desse tipo de serviço (Goldwyn, 2014), a indústria de táxi passou a utilizá-lo como forma alternativa de atender o usuário.

Segundo Harding (2016), os aplicativos de táxi são um fenômeno recente e que têm potencial para impactar positivamente o transporte urbano. É provável que esses aplicativos de táxi não afetem o trânsito devido à diferença de preço entre eles e os transportes de massa (como ônibus, metrô e trem). Isso significa que o primeiro geralmente não substitui o último, embora possa, em excepcionais circunstâncias (viagens com bagagem, restrições de tempo etc.), ter um impacto maior no uso privado de veículos motorizados.



Com opções de tarifas mais baixas que os serviços tradicionais, o novo sistema de táxi (assim como o Uber) pode levar à substituição de viagens realizadas por automóveis particulares pelas viagens de táxi, tendo implicações para os níveis de propriedade do carro e o uso do espaço público (Harding, 2016).

No Brasil, existem vários serviços de aplicativos de táxis. Dentre eles, destacam-se: Easy Táxi e o 99 Táxi. Entretanto, há nesses aplicativos uma diversidade de categorias de serviços, em que o usuário pode solicitar uma viagem em um táxi convencional, mas também pedir um serviço similar ao Uber, também operado por carro particular. O 99 Táxi, por exemplo, está presente em 550 cidades do país, oferecendo um serviço que pode chegar a ser 30% mais barato que o do táxi convencional (99 Táxi, 2017).

SERVIÇOS OFERECIDOS PELA UBER

Com o crescimento da demanda, a Uber não se limitou em oferecer apenas uma atividade de transporte similar ao táxi. Inicialmente, era apenas oferecido o Uber Black, porém a empresa apostou na criação de outros tipos de serviço, como o Uber Bike e o Uber Bags. Entretanto, não há uma homogeneização dos serviços e os mesmos se dividem da seguinte forma:

- Uber X: É a modalidade mais convencional da Uber. Similar ao serviço de táxi, é possível solicitar um veículo com quatro portas e ar condicionado, podendo transportar até quatro pessoas.
- Uber Black: É similar ao Uber X, com o diferencial de que os veículos são de luxo e bancos de couro. Em compensação, essa modalidade é a que tem o valor mais alto de serviço.
- Uber Pool: Ocorre o compartilhamento da viagem com outras pessoas que estiverem indo para o mesmo destino, com a vantagem no preço. Quanto mais pessoas dividirem a mesma corrida, menor fica o valor da viagem.
- Uber Bag: Todos os carros possuem enormes porta-malas, sendo ideal para passageiros que estão querendo transportar grandes volumes.
- Uber Bike: Essa modalidade da Uber são veículos equipados para transportar passageiros com suas bicicletas.
- Uber English: São veículos que possuem motoristas que falam inglês.
- Uber Eats: São veículos que fazem a entrega de alimentos.

Pelo quadro 1 é possível sugerir que a Uber realiza uma predileção nas escolhas das cidades onde serão implantados os serviços. Cidades com maior renda per capita, como São Paulo e Rio de Janeiro (em destaque no quadro), tiveram disponibilizado pela empresa todos os

serviços. Já Aracaju, cidade que ocupa a 22ª posição no ranking, possui apenas o Uber X (IBGE, 2017).

Quadro 1

Tipos de serviços oferecidos pela Uber

Cidade	Uber X	Uber Black	Uber Bike	Uber Bag	Uber English	Uber Eats	Uber Pool
Aracaju	✓						
Belo Horizonte	✓	✓					
Brasília	✓	✓					
Campo Grande	✓						
Cuiabá	✓						
Curitiba	✓						
Florianópolis	✓						
Fortaleza	✓						
Goiânia	✓						
João Pessoa	✓						
Maceió	✓						
Natal	✓						
Porto Alegre	✓	✓					
Recife	✓						
Rio de Janeiro	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Salvador	✓			✓			
São Paulo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Teresina	✓						
Vitória	✓						

Fonte: Uber, 2016.

Para realizar o estudo do perfil do usuário Uber era importante selecionar uma cidade que possuísse todos os serviços oferecidos pela empresa. Com base nas informações do quadro 1, a cidade do Rio de Janeiro foi escolhida por atender esse requisito essencial para o trabalho.

METODOLOGIA DA COLETA DE DADOS

Para coletar dados sobre usuários e as viagens realizadas foi feita uma pesquisa de interceptação na cidade do Rio de Janeiro durante os meses de junho, julho e agosto de 2017. Ela foi operacionalizada através de entrevistas a usuários que utilizam o serviço de aplicativo para viagens, tendo por base dezesseis perguntas que envolveram questões como: propósito de viagem, escolha modal anterior, utilização do serviço de táxi anteriormente à Uber e se o entrevistado possuía carro próprio.



www.antp.org.br

Dimensionamento da amostra

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, a cidade do Rio de Janeiro possuía quase 6,2 milhões de habitantes divididos em quatro grandes regiões geográficas: zona central, zona norte, zona oeste e zona sul. A seguir, pode-se observar a população residente em cada uma dessas áreas.

Tabela 1

Distribuição espacial da população no Rio de Janeiro

Zona	População (hab.)	Percentual correspondente à população da cidade do Rio de Janeiro
Zona Sul	1.008.558	15,95
Zona Central	295.227	4,68
Zona Norte	2.645.526	41,85
Zona Oeste	2.371.135	37,52
Total	6.320.446	100

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Como se pode observar, a maior parte da população está concentrada nas zonas norte e oeste. Juntas, essas duas zonas representam quase 80% da população carioca e, do ponto de vista de distribuição por gênero, cerca de 53% são mulheres, enquanto 47% são homens. Abaixo, é possível observar a pirâmide etária da cidade do Rio de Janeiro.

Figura 2

Pirâmide etária da cidade do Rio de Janeiro



Fonte: IBGE (2010).

A análise procurou respeitar essas distribuições ao selecionar a amostra para estudo. Esse procedimento foi necessário para que o resultado da análise não fosse tendencioso, o que permitiu uma conclusão confiável.

Arkin e Colton (1963) desenvolveram uma tabela, conforme apresentada a seguir, em que, para cada tamanho da população, é possível encontrar o tamanho de amostra equivalente, seja diretamente ou pela interpolação dos resultados. Nota-se que para uma mesma população há diferentes tamanhos de amostras relativas aos distintos erros amostrais considerados.

Quadro 2
Tamanho da amostra

Tamanho da Amostra	1%	2%	3%	4%	5%	10%
< 1000					222	83
1000				385	286	91
1500			638	441	316	94
2000			714	476	333	95
2500		1250	769	500	345	96
3000		1364	811	517	353	97
3500		1458	843	530	359	97
4000		1538	870	541	364	98
4500		1607	891	549	367	98
5000		1667	909	566	370	98
6000		1765	938	574	375	98
7000		1842	949	579	378	99
8000		1905	976	584	381	99
9000		1957	989	592	383	99
10000	5000	2000	1000	600	383	99
15000	6000	2143	1034	606	390	99
20000	6667	2222	1053	606	392	100
25000	7143	2273	1064	610	394	100
50000	8333	2381	1087	617	397	100
100000	9091	2439	1099	621	398	100
>100000	10000	2500	1111	625	400	100

Fonte: Arkin e Colton (1963).

Como se observa no quadro acima, para uma população superior a 100 mil pessoas (como a do Rio de Janeiro), levando em consideração um erro aceitável de 5%, é preciso uma amostra de 400 pessoas.

RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA COM USUÁRIOS

Distribuição do serviço Uber

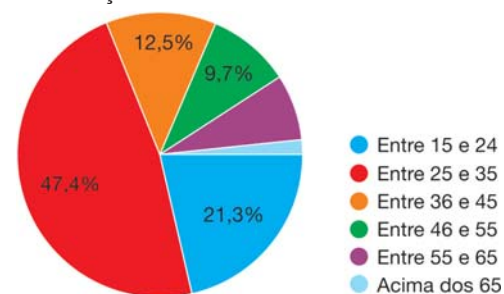
Das 400 pessoas entrevistadas, a grande maioria (93%) utiliza algum serviço da Uber. De todos os serviços de viagens oferecidos pela

Uber, o Uber X foi o mais utilizado (92%), enquanto outros serviços (como o Black e o Pool) representaram juntos 8%.

Aspectos demográficos

Os entrevistados da pesquisa de Uber eram geralmente jovens, obedecendo à média da população carioca, como é possível observar na figura abaixo.

Figura 3
Distribuição etária dos entrevistados



É possível observar que a maior concentração dos entrevistados (47,4%) se situa entre os 25 e 35 anos. Em geral, os participantes do questionário eram relativamente pessoas bem instruídas (cerca de 79% possuíam pós-graduação ou ensino superior), índice bem maior do que o encontrado para a população geral do Rio de Janeiro (IBGE, 2010). Entretanto, os clientes da Uber pesquisados destoam do perfil de renda da cidade carioca. A renda média dos cariocas é de dois salários mínimos, enquanto que a dos entrevistados oscilava entre dois e cinco. Outro aspecto interessante é que a maioria dos entrevistados possui algum veículo próprio, como se nota abaixo.

Figura 4
Nível de escolaridade dos entrevistados

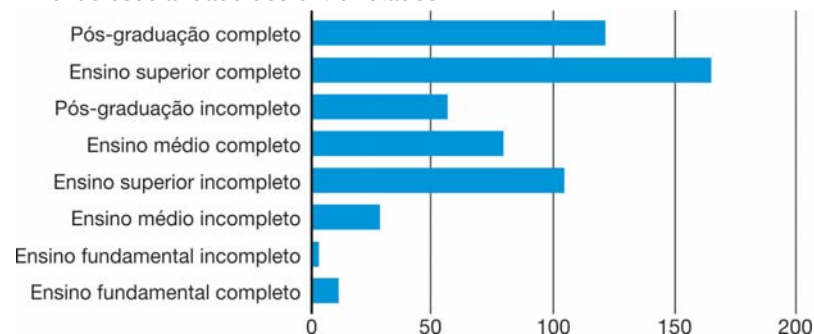


Figura 5
Posse de veículos pelos entrevistados

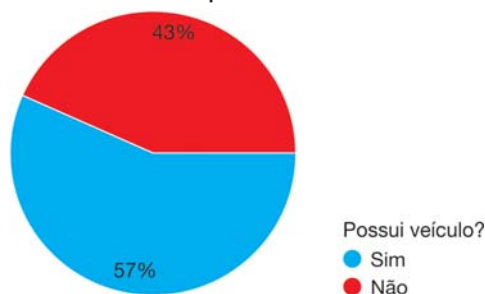
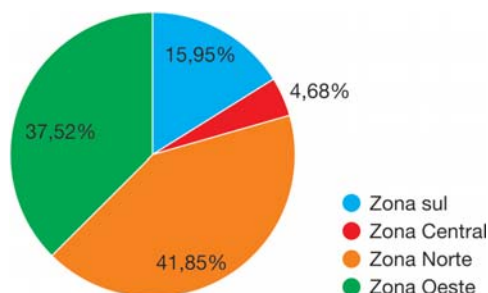


Figura 6
Renda mensal dos entrevistados



Tendo como premissa a residência de cada pessoa, os entrevistados refletem a distribuição espacial da população na cidade. No total, os dados da pesquisa não refutam a alegação de que o Uber serve desproporcionalmente aos residentes mais jovens de posição socioeconômica mais elevada. No entanto, não é claro se os resultados são ou não tendenciosos pelo método de amostragem e se o mercado de Uber se difere dos táxis.

Figura 7
Distribuição espacial dos entrevistados



www.antp.org.br

Motivo da viagem

A figura abaixo apresenta os objetivos de viagem relatados na pesquisa. De todas as respostas, 72% foram sociais/lazer (bar, restaurante, concerto, amigos/família). Menos de 13% usavam para ir ao trabalho, 8% para ir ou voltar do aeroporto e 7% por motivos diversos (consulta médica, ir ao mercado etc.). Uma grande porcentagem das viagens (53%) começou em algum lugar que não a casa ou trabalho – um restaurante, bar, academia etc. – e 40% utilizaram para ir para casa. A pesquisa também aferiu que 50,5% utilizavam, quando não existia o Uber, algum transporte público (trem, metrô ou ônibus). Mais da metade (55%) das pessoas entrevistadas preferem utilizar algum serviço da Uber a solicitar (também por aplicativo) um serviço de táxi (seja ele 99 Táxi ou Easy Táxi). Esses números sugerem que o Uber não é apenas usado como opção de transporte de lazer, mas também pode ser um modo de viagem mais comum do que os táxis.

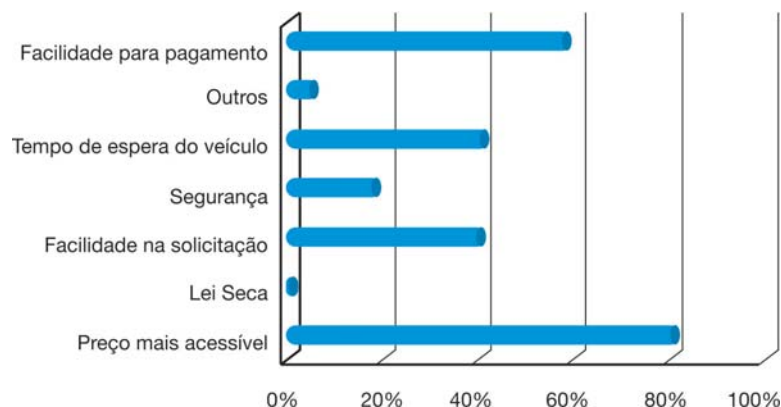
Figura 8
Motivo da viagem dos entrevistados



Razões para a escolha do Uber

Quando perguntado o porquê da preferência pelo Uber, o preço e a facilidade para a solicitação do serviço foram as principais razões demonstradas, mas outras razões também foram importantes. Mais de 40% disseram que a facilidade no pagamento da corrida era um fator muito importante. A segurança foi outro fator essencial apontado por 18% e apenas 1% disseram que queriam evitar beber e dirigir para não serem pegos em uma possível fiscalização das autoridades de controle do trânsito (Lei Seca).

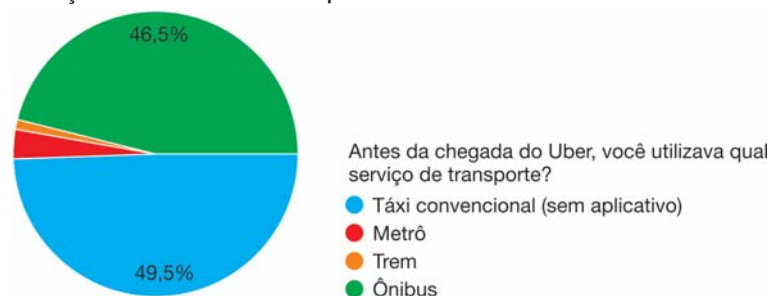
Figura 9
Motivo da escolha dos entrevistados



Comparação com o táxi e o transporte público

Foi investigado até que ponto o serviço concorre com o táxi, ou até mesmo com o transporte público. Para isso foi perguntado aos entrevistados qual era o modo de transporte utilizado antes da chegada deste novo serviço à cidade. Para quase 50% dos entrevistados o meio de transporte utilizado anteriormente era o táxi convencional, como pode ser observado na figura 10.

Figura 10
Serviço usado antes do Uber pelos entrevistados



É importante observar que mais de 50% utilizavam algum tipo de transporte público (ônibus, metrô ou trem). Entretanto, com a chegada do Uber, este usuário optou pela troca. Com o crescimento da Uber, os motoristas de táxi adotaram a mesma estratégia, ou seja, passaram a usar aplicativos para *smartphone* onde fosse possível solicitar



um táxi. Porém, a ideia de que a Uber oferece um serviço melhor (seja pelo preço, pela qualidade do automóvel ou até mesmo pelo tempo de espera) faz com que a maioria dos entrevistados opte por ela (muitas vezes sem ao menos pesquisar qual serviço oferecia o menor preço naquele momento), como se pode observar abaixo.

Figura 11
Utilização de novos aplicativos pelos entrevistados



Para 55% dos entrevistados o serviço da Uber é melhor que o de táxi. É importante ressaltar o trabalho de fidelização desenvolvido pela empresa, pois a maioria dos seus usuários acredita que o serviço oferecido é superior ao prestado por táxis, descartando assim qualquer tipo de comparação (seja de preço ou tempo de chegada do veículo).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Uber é muitas vezes visto como um serviço prestado especificamente para uma população jovem que utiliza *smartphone*. A pesquisa confirmou que os usuários eram jovens e possuíam um maior grau de escolaridade. Observou-se ainda que o Uber atende preferencialmente jovens de maior poder aquisitivo. Porém, um aspecto importante a ser verificado em futuras pesquisas é se haverá, ao longo dos anos, uma maior popularização do Uber entre todas as faixas etárias. Os dados da pesquisa sugerem que as pessoas sem posse de automóvel estão mais propensas a usar o Uber, em comparação com as que possuem veículos próprios. Essa constatação pode indicar que ainda não existe transferência modal significativa de usuários do carro privado.

A pesquisa mostrou ainda que Uber e táxis atendem a um mesmo grupo de usuários. A maioria dos entrevistados afirmou que antes do serviço ser disponibilizado, usavam o táxi como alternativa modal para realizar a mesma viagem. Os resultados indicaram que, além de substituir algumas viagens de táxi, um número significativo de entrevistados substituiu viagens normalmente realizadas por transportes

públicos pelo Uber. O tempo de espera para a chegada do veículo talvez seja uma das possíveis razões pela qual o Uber esteja atraindo muitos usuários do táxi convencional. Estudos anteriores encontraram no tempo de espera um fator crítico de decisão para o usuário (Evans, 2004; Turnbull e Pratt, 2003; Cervero, 2016). Entretanto, não está claro se a vantagem observada no tempo de espera pelo serviço Uber surge de aspectos relacionados com novas tecnológicas (o uso do *smartphone* como fator diferencial) ou de um maior número de veículos disponíveis no mercado de transportes. Identificar a origem dessa vantagem é uma tarefa para novas pesquisas e será essencial à medida que as cidades começam a discutir a regulamentação do serviço.

Não está claro o motivo pelo qual se identificou alguma transferência modal do transporte público para o Uber no caso do Rio de Janeiro. Entretanto, alguns estudos apontam para a precarização do serviço de transporte público. Superlotação, congestionamentos, falta de segurança e confiabilidade no serviço são alguns dos motivos que podem ter contribuído para essa mudança (Balassiano, 2012; Nassi, 2013).

A pesquisa indica que o Uber pode reduzir o número de viagens de proprietários de veículos. Pouco mais da metade dos entrevistados afirmou que usou o Uber ao invés de dirigir seus próprios carros em algumas viagens. Uma possível explicação para essa escolha é a de que esses usuários usaram o serviço para evitar beber e dirigir – claramente um efeito positivo no que se refere à segurança no trânsito. O uso do Uber para viagens a lazer, principalmente durante o período noturno, pode ser justificado pelo fato de o Rio de Janeiro possuir vários bairros com oferta muito reduzida de transporte público. Outro possível fator é a escassez de estacionamentos públicos. Por fim, ainda há o crescimento do roubo de carros na cidade que, de acordo com estatísticas publicadas, teve um crescimento de 50% em 2017 em relação ao ano anterior.

O Rio de Janeiro provavelmente possui uma das maiores taxas de utilização do serviço no Brasil, o que implica uma maior densidade de motoristas e usuários e, portanto, eficiência em comparação com outras cidades. O sucesso do Uber na cidade pode ser explicado por diferentes motivos: o serviço de táxi registra inúmeras reclamações dos usuários (SMTR, 2014); o número de vagas de estacionamento é reduzido; o sistema de transporte público é limitado.

CONCLUSÕES

Este artigo apresentou evidências que permitem descrever o perfil do usuário e seu comportamento ao usar o serviço Uber. Além disso, os dados levantados sugerem que o Uber atende a uma demanda reprimida de viagens urbanas, atraindo usuários geralmente mais jovens e

com maior nível de escolaridade que, algumas vezes, buscam evitar alguns inconvenientes como procurar vaga de estacionamento e não poder ingerir bebida alcoólica antes de dirigir. O Uber compete com o transporte público para algumas viagens individuais, mas também com o táxi convencional. Isso ocorre principalmente pelo usuário considerar que o Uber oferece maior facilidade para pagamento, preço mais acessível e menor tempo de espera pela prestação do serviço. Finalmente, o Uber tem potencial em alguns casos para substituir o uso do automóvel particular. Embora seja um estudo de caso, a pesquisa, no entanto, indica que o Uber expande as opções de mobilidade para os moradores da cidade do Rio de Janeiro, onde há dificuldade de estacionamento e o transporte público opera, em geral, com baixa qualidade. Assim, propostas existentes para proibir a operação do Uber negariam esses ganhos de mobilidade. O Uber também pode ter aspectos negativos não abordados neste estudo – como o aumento do congestionamento – que podem exigir algum tipo de regulação.

Com a chegada do Uber é possível que haja uma diminuição na aquisição de um veículo próprio. Isso pode ocorrer porque, em certas situações, os proprietários de carro podem optar por solicitar o serviço Uber a usarem o seu próprio veículo, o que pode levar a uma diminuição no impacto ambiental nos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. N. “Not just a taxi”? For-profit ridesharing, driver strategies, and VMT. *Transportation* 41, p. 1.099-1.117. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-014-9531-8>, 2014.
- ARKIN, H. & COLTON, R. R. *Tables for statisticians*. 2ª ed. Nova York: Barnes & Nobel, 1963.
- BALASSIANO, Ronaldo. *Global taxi schemes and their integration in sustainable urban transport systems*. Rio de Janeiro: BNDES, 18-19 maio, 2011.
- _____. *Mobilidade urbana no âmbito da economia verde*. Brasília: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2012.
- BAUM, H. & PESCH, S. *Untersuchung der Eignung von Car-Sharing im Hinblick auf die Reduzierung von Stadtverkehrsproblemen* (in German). Bonn, Alemanha: Federal Ministry for Traffic, 1994.
- BIALIK, C.; FLOWERS, Andrew; FISCHER-BAUM, R.; MEHTA, D. *Uber is serving New York's outer boroughs more than taxis are*. FiveThirtyEight, 2015.
- BLOOMBERG, 2014. *At \$40 bn, Uber would eclipse Twitter and Hertz*. 26 nov. 2014. Disponível em: <http://www.bloomberg.com/news/2014-11-26/uber-said-close-to-raising-funding-at-up-to-40b-value.html>.
- BOTSMAN, R. & ROGERS, R. *What's mine is yours: how collaborative consumption is changing the way we live*. Londres, UK: Collins, 2010.
- BRASIL – IBGE. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do universo por setor censitário, 2010.



www.antp.org.br

- CERVERO, R. Paratransit in America: redefining mass transportation. Westport, CT: Greenwood Publishing Group, 1997.
- _____. Just a better taxi. *Transport Policy* 45, 2016, p. 168-178.
- DAUS, M. W. "Rogue" smartphone applications for taxicabs and limousines: innovation or unfair competition? A National Regulatory Review of safety, accountability and consumer protection legal issues, transportation practice group. Nova York: Windels Marx Lane and Mittendorf, 2012.
- DIAMANDIS, P. Uber vs the Law (my money's on Uber). *Forbes*, 8 set. 2014. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/peterdiamandis/2014/09/08/ubervs-the-law-my-moneys-on-uber/>>.
- Economist*, 2014. Ubers attempt to revolutionise taxi market price gouging, 29 março 2014. Disponível em: <<http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21599766-microeconomics-ubers-attempt-revolutionise-taxi-markets-pricing-surge>>.
- ESKENAZI, L. The French taxi case: where competition meets- and overrides-regulation. *J. Euro. Compet. Law Pract.*, 2014, p. 5, 6.
- EVANS, J. E. Transit scheduling and frequency. *Traveler Response to Transportation System Changes Handbook. TCRP Report 95*, chapter 9. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2004.
- FLEGENHEIMER, M. & FITZSIMMONS, E. City Hall and Uber clash in struggle over New York streets. *The New York Times*, Nova York, 2015.
- FROST & SULLIVAN. *Future of carsharing market to 2025*, 2015. Disponível em: <http://www.frost.com/sublib/display-report.do?id=MB4D-01-00-00-00>.
- GOLDWYN, E. *The most important transportation innovation of the decade is the smartphone*. Citylab, 2014.
- HALL, J. & KRUEGER, A. *An analysis of the labor market for Uber's driver-partners in the United States*. San Francisco: Uber Technologies, 2015.
- HARDIN, Garrett. The tragedy of the commons. *Science* 162 (3859), 1968, p. 1.243-1.248.
- HARMS, S. & TRUFFER, B. *The emergence of a nation-wide carsharing co-operative in Switzerland*. Dübendorf, Suíça: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 1998.
- HEINRICHS, H. Sharing economy: a potential new pathway to sustainability. *Gaia* 22, 2013, p. 228-231.
- LAURENT, J. & KATZ, A. Joint Workshop Report for the workshop held on April 10-11 2013. San Francisco: California Public Utilities Commission, 2013.
- MARTIN, C. J. & UPHAM, P. Grassroots social innovation and the mobilisation of values in collaborative consumption: a conceptual model. *J. Clean. Prod.*, 2015.
- MARTIN, C. J.; UPHAM, P.; BUDD, L. Commercial orientation in grassroots social innovation: insights from the sharing economy. *Ecol. Econ.*, 2015, n. 118, p. 240-251.
- MARTIN, E. & SHAHEEN, S. The impact of carsharing on public transit and nonmotorized travel: an exploration of North American carsharing survey data. *Energies* 4, 2011, p. 2.094-2.114.
- _____. *Greenhouse gas emission impacts of carsharing in North America*. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., 2011, in press.



www.antp.org.br

- METCALFE, G. & WARBURG, J. A policy agenda for the sharing economy. *The Urbanist*, 2012.
- NASSI, Carlos; KOCH, Jacob; LINDAU, Luís Antônio. *Transporte nas favelas do Rio de Janeiro*. Lincoln Institute of Land Policy, 2013.
- MUHEIM, P. & partner. *CarSharing der Schlüssel zur kombinierten Mobilität. Synthese-Bericht (Car-sharing – the key to combined mobility. Synthesis report)*. Lucerne: Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (commissioned by the Swiss Federal Office for Energy), 1998.
- ONU, 2016. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>.
- PNDU, 2017. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/RelatoriosDesenvolvimento/undp-br-2016-human-development-report-2017.pdf>
- RACHED, G & FARIAS, E. Regulação do transporte individual de passageiros: um estudo sobre o caso Uber no Brasil. *Revista de Direito da Cidade*, vol. 9, 2017.
- RI – Ross Center for Sustainable Cities, 2016. Disponível em: <http://www.wrirosscities.org/research/publication/carsharing-vehicle-sustainable-mobility-emerging-markets>.
- SABATINI, J. SF exploring ways to regulate ride services like Uber, Lyft. *Examiner*. San Francisco, 2014.
- SHAHEEN, S.; SPERLING, D.; WAGNER, C. Car-sharing in Europe and North America: past, present, and future. *Transportation Quarterly*, 1998.
- SHAHEEN, S.; SPERLING, D.; NERENBERG, V. Smart car linking in the San Francisco bay area: a market evaluation. In: EIGHTH ANNUAL MEETING OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM OF AMERICA. *Proceedings*. 1998.
- SHAHEEN, S. & COHEN, A. Innovative mobility carsharing outlook: carsharing market overview. *Anal*, 2014.
- SILVER, N. & FISCHER-BAUM, R. *Public transit should be Uber's new best friend*. FiveThirtyEight, 2015.
- SMITH, A. & RAVEN, R. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Res. Policy* 41, 2012, p. 1.025-1.036.
- SMTR – Secretaria Municipal de Transportes. Rio de Janeiro, 2014.
- TURNBULL, K. & PRATT, R. H. Transit information and promotion, traveler response to Transportation System Changes Handbook, chapter 11, *TCRP Report n. 95*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2003.
- TXN Solutions, 2017. <https://www.usatoday.com/story/tech/news/2017/06/13/uber-market-share-customer-image-hit-string-scandals/102795024/>.
- Uber, 2016. <https://www.uber.com/pt-BR/>.
- Uber, 2017. <https://www.uber.com/pt-BR/our-story/>.
- 99 Táxi, 2017. <https://suporte.99taxi.com/hc/pt-br>.



Um modelo determinístico de filas para análise do dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque em terminais rodoviários de passageiros

Carlos Alberto Bandeira Guimarães

E-mail: cabguima@fec.unicamp.br

Maria Teresa Françoso

E-mail: mteresa@fec.unicamp.br

Jorge Luís Alves Trabanco

E-mail: trabanco@fec.unicamp.br

Juliano Marçal Lopes

E-mail: lopesjuliano@msn.com

Departamento de Geotecnia e Transportes, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

O transporte intermunicipal e interestadual de passageiros no Brasil é, em grande parcela, realizado pelo modo rodoviário. Assim, a existência de terminais que atendam a esta demanda nas cidades brasileiras é uma questão relevante para os planejadores dos sistemas de transporte. Neste sentido, órgãos estatais nacionais e internacionais relacionados à regulamentação e fiscalização deste serviço têm disponibilizado manuais que orientam os planejadores no projeto e implantação deste tipo de terminal, como o Manual de implantação de terminais rodoviários de passageiros – Miterp do DNIT (1986), o Manual de implantação de terminais rodoviários intermunicipais de passageiros do estado de Minas Gerais – Mite publicado pelo DER-MG (2014), o manual PTIM, publicado pelo Departamento de Transportes e Vias Principais do estado de Queensland da Austrália (DTMR, 2015), diretrizes para projeto de terminais de ônibus indicadas pelo governo do Reino Unido elaborado pelo HSE – Health and Safety Executive (HSE, 2011). Nos Estados Unidos, tem-se o Transit capacity and quality of service manual – TCQSM publicado pelo Transportation Research Board (TCQSM, 2003) que, em sua parte 7, trata da determinação da capacidade de terminais rodoviários. Além desses manuais, podem ser encontrados na literatura vários estudos feitos para a implantação de terminais rodoviários específicos em cidades americanas, inglesas e australianas.



www.antp.org.br

Nesses manuais, são apresentadas não somente orientações em termos de como estruturar todas as etapas necessárias para a implantação de um terminal rodoviário de passageiros como recomendações de projeto em termos de áreas e equipamentos necessários e, também, critérios para a determinação do número de plataformas de embarque e desembarque de passageiros.

Além desses documentos, existem estudos desenvolvidos por pesquisadores nacionais e estrangeiros, como a dissertação de mestrado de Mesquita (1981) que, após análise do dimensionamento proposto pelas versões mais antigas do Miterp, propõe uma abordagem utilizando simulação computacional.

Em um estudo sobre o terminal rodoviário de São José do Rio Preto, Françoso e Assis Jr. (1987) mostram a inadequação do número de plataformas existentes para desembarque no período de pico, ocorrendo filas de veículos extravasando para o sistema viário do entorno e plataformas de embarque apresentando alguma ociosidade. Segundo os autores, a razão da inadequação dos valores tabelados do Miterp para o caso do terminal rodoviário de São José do Rio Preto é que a menor demanda de plataformas de embarque pode ser explicada pelo elevado índice de viagens intermunicipais de curta e média distância. Essas viagens, caracterizadas por usuários de pouca bagagem, necessitam de um tempo de operação menor que a média de viagens de longa distância; e no desembarque, dada a situação geográfica do terminal dentro da cidade, sem área para acúmulo de ônibus, esse elevado índice de viagens intermunicipais de curta e média distância conduz ao uso das plataformas de desembarque para ajuste da programação de horários ou pequenas manutenções dos veículos, aumentando assim o tempo de utilização das plataformas muito além do necessário para a operação de desembarque de passageiros e acesso e egresso dos ônibus às mesmas.

Em outro trabalho, Françoso e Widmer (1988) retomam as discussões das técnicas de dimensionamento do Miterp a partir do estudo de Françoso e Assis Jr. (1987) supracitado. Dada a incompatibilidade das observações do fenômeno real de utilização das plataformas de embarque e desembarque com os resultados do Miterp, desenvolveram um método alternativo de dimensionamento que segue, em linhas gerais, aquele proposto por Mesquita (1981), porém incorpora alguns fatores intervenientes no dimensionamento das plataformas não considerados naquele estudo, tais como: influência da estrutura de linhas sobre os tempos de atendimento, número de companhias operadoras e uso comum das plataformas versus uso individual ou por grupo de empresas operadoras. Neste estudo, o processo de chegada dos veículos segue uma programação diária de partidas e o processo de atendimento é determinístico,

ou seja, cada ônibus tem um período de 10 minutos disponível para embarque dos passageiros. Com a programação de partidas realizada num dia de grande movimentação, foi elaborado um diagrama de barras, demonstrando graficamente a distribuição horária das partidas. Segundo os autores, o método de simulação gráfica proposto permite representar, com razoável precisão, o fenômeno observado. Quanto aos aspectos de variação estocástica do processo de chegada e atendimento, os autores ponderam que o operador do terminal tem poder considerável sobre a programação dos horários de operação de cada empresa, bem como possui dispositivos para incentivar o cumprimento dos tempos máximos previstos através de multas por atrasos ou tarifação diferenciada.

Duhan (2008), em sua dissertação de mestrado, reúne técnicas de avaliação de desempenho e de simulação para analisar os índices de eficiência criados a partir do levantamento sobre as práticas de gestão utilizadas na operação dos terminais rodoviários de passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Nesse sentido, propõe um modelo de simulação para os eventos de interesse que ocorrem dentro dessas instalações. O propósito do simulador é gerar dados sobre a movimentação diária de usuários dentro do terminal e a utilização das facilidades oferecidas, que foram considerados no cálculo dos índices de desempenho, especificamente criados para a avaliação.

Alpuim (2009), em sua dissertação de mestrado sobre terminais rodoviários de passageiros, trata sobre a determinação do número de plataformas. Segundo o autor, este número depende da frequência das diferentes linhas que servem o local, das horas de pico de cada uma, da compatibilização horária, da fiabilidade da operação, dos tempos de espera nos ônibus e do tempo que os passageiros levam a entrar ou a sair sendo, geralmente, os primeiros que determinam mais a demora e, portanto, condicionam o assunto. O autor toma como base os critérios definidos por Vuchic (2005 *apud* Alpuim 2009) e manuais portugueses. Apresenta um quadro para a definição do número de plataformas que um terminal rodoviário deverá possuir em função da frequência em que os ônibus chegam ao terminal, do intervalo de tempo que os passageiros demoram para entrar e sair do veículo e do tempo de espera do veículo, ou seja, o intervalo de tempo que decorre entre a chegada do veículo ao terminal e sua partida.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um programa computacional baseado em um modelo determinístico de filas para dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque de passageiros em terminais rodoviários que, a partir de informações das empresas relativas aos horários de partida e chegada dos veículos, do tipo de operação e dos tempos de ocupação das plataformas, forneça subsídios que permitam o desenvolvimento de uma estratégia de dimensionamento.



www.antp.org.br

METODOLOGIAS APRESENTADAS NOS MANUAIS NACIONAIS

Manual de implantação de terminais rodoviários de passageiros – Miterp

Para dimensionamento de terminais rodoviários de passageiros seguindo as orientações do Miterp é necessário inicialmente quantificar o número médio de partidas diárias, considerado como “fator principal” de classificação o período de projeto estipulado (nunca inferior a 10 anos) e o número máximo estimado de partidas simultâneas (pique), admitidas como tais as que ocorram em um período de 15 minutos, calculado em função do número médio de partidas diárias (5%). A partir deste dado determina-se qual a categoria em que o terminal se enquadra dentre as oito possíveis. Para cada categoria há um número de plataformas de embarque e desembarque a serem construídas.

Para terminais que venham a operar um número significativo de linhas de pequena extensão, não incluindo linhas urbanas, o manual sugere a adoção de fatores de redução nos valores da demanda estimada. O quadro 1 apresenta a classificação dos terminais, em função do movimento de partidas diárias ao qual estão intimamente vinculadas as quantidades de plataformas de embarque e desembarque.

Quadro 1
Classificação de terminais

Item	1	2	3	4	5
Fatores / classe	Número médio de partidas diárias	Número máximo de partidas simultâneas (pique)	Número de plataformas de embarque	Número de plataformas de desembarque	Número máximo possível de partidas diárias
A	1.250 a 801	62 a 40	65 a 45	22 a 15	5.000 a 3.201
B	800 a 501	40 a 25	45 a 30	15 a 10	3.200 a 2.001
C	500 a 251	25 a 13	30 a 15	10 a 5	2.000 a 1.001
D	250 a 151	13 a 8	15 a 10	5 a 4	1.000 a 601
E	150 a 81	8 a 4	10 a 6	4 a 2	600 a 321
F	80 a 30	4 a 2	6 a 3	2 a 1	320 a 120

Fonte: Dnit, 1986.

O item 1 expressa o número médio de partidas diárias previsto para o terminal no período de um ano, o item 2 expressa o número máximo de partidas simultâneas, o item 3 estipula o número de plataformas de embarque para que seja possível atender ao número máximo de partidas simultâneas, sendo os valores intermediários e externos obtidos por interpolação ou extrapolação, fixando-se em três o número mínimo de plataformas para tal finalidade. O item 4 estipula o número de plataformas de desembarque, tomado em média como 1/3 do número de

plataformas de embarque (item 3), devendo existir pelo menos uma plataforma para tal finalidade, e o item 5 expressa o número máximo de partidas diárias possível, em função do número de plataformas de embarque. O manual considera que o tempo necessário para uma operação de embarque é igual a 15 minutos e a operação de desembarque leva 1/3 deste valor, ou seja, cinco minutos. Não existe nenhuma consideração em relação ao número de veículos em trânsito no terminal.

Se o terminal possuir movimento acima de 1.250 partidas diárias, baseado em estudos apresentados e a critério do Dnit, o item 1.2 da parte I do Miterp recomenda o dimensionamento especial ou ser estudada a possibilidade de implantação de mais de um equipamento. Também, a critério do Dnit, com base nos estudos apresentados, o terminal que possuir movimento abaixo de 30 partidas diárias poderá ter dimensionamento especial ou ser considerado como ponto de parada.

Manual de implantação de terminais rodoviários intermunicipais de passageiros do estado de Minas Gerais – Mite

De acordo com o Mite (DER-MG, 2014), para se determinar a classificação e o número de plataformas de embarque e desembarque do terminal em estudo, é considerada a projeção da demanda de transporte coletivo também para um período não inferior a 10 anos. A informação principal é a frequência das linhas, a partir da qual é calculado o número médio de partidas diárias (Pm), o número médio de chegadas diárias (C) e o número médio diário de ônibus em trânsito (Tm), obtido pela seguinte expressão:

$$Tm = C - P \quad (1)$$

Para calcular a demanda média diária atual (Dm), é somado ao número de partidas diárias a terça parte do número médio diário de ônibus em trânsito (Tm):

$$Dm = P + \frac{Tm}{3} \quad (2)$$

Para aferir a ocupação máxima atual simultânea de plataformas (Oa) são observados os números máximos de partidas simultâneas (Sp) e chegadas simultâneas (Sc). Para a determinação da demanda futura, calcula-se um coeficiente de majoração (m), obtido a partir da seguinte expressão:

$$m = \left(1 + \frac{i}{100}\right)^A \quad (3)$$

Onde:

- i é a taxa anual de incremento da demanda adotada pelo DER-MG, variando de 2 a 5%;
- A é o período de projeção da demanda, sendo adotado 10 anos.



Com o coeficiente de projeção, obtém-se o número médio de partidas diárias (Pm), considerado como sendo o fator principal de classificação junto com o número de partidas simultâneas (pico). Utilizando-se o quadro 2 procede-se à classificação do terminal e obtém-se a quantidade de plataformas de embarque e desembarque.

Quadro 2
Classificação de terminal rodoviário de passageiros

Fatores / Classe	Número médio de partidas diárias	Número máximo de partidas simultâneas (pico)	Número de plataformas de embarque	Número de plataformas de desembarque
Item	1	2	3	4
A	1.250	64	64	21
	901	45	45	15
B	900	45	45	15
	601	30	30	10
C	600	30	30	10
	401	20	20	7
D	400	20	20	7
	251	13	13	5
E	250	13	13	5
	151	8	8	3
F	150	8	8	3
	81	5	5	2
G	80	5	5	2
	25	2	2	1
H	24	1	1	1
	15			

Fonte: DER-MG, 2014.

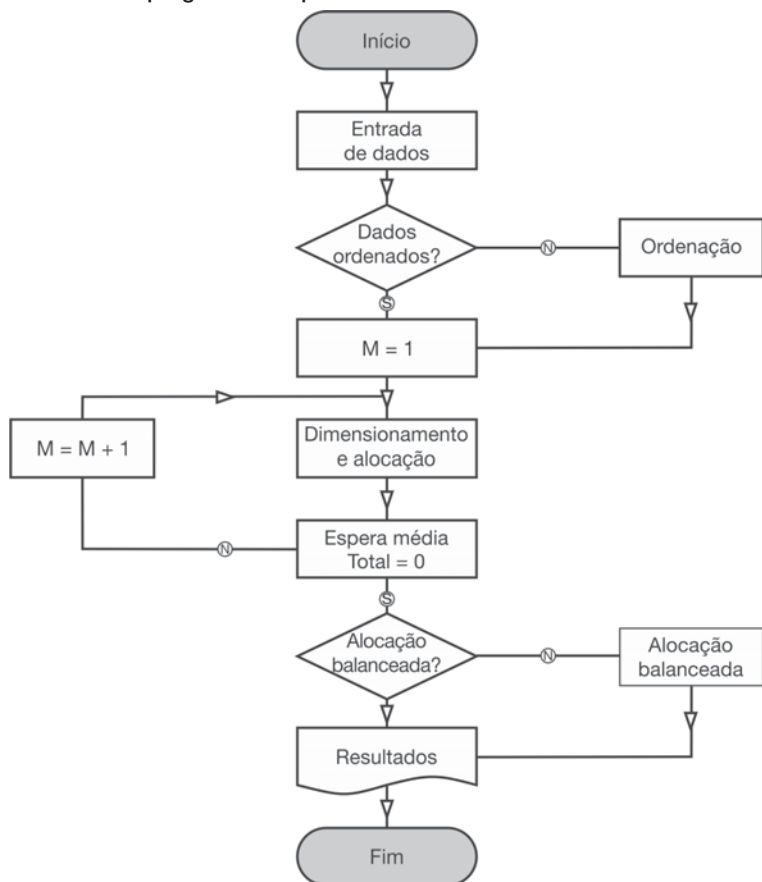
Como se pode observar, o número de plataformas de desembarque é aproximadamente um terço do número de plataformas de embarque, sendo uma plataforma o número mínimo. Valores intermediários e externos são obtidos por interpolação ou extrapolação. No caso de o terminal possuir movimento acima de 1.250 partidas diárias deve-se fazer um dimensionamento especial ou proceder a estudos para verificar a possibilidade de implantação de mais de um equipamento, como recomendado pelo Miterp.

Por comparação com o Miterp, observa-se que o Mite considera o tempo de embarque também igual a 15 minutos e o de desembarque igual a cinco minutos. Diferentemente do Miterp, o Mite considera os ônibus em trânsito podendo inferir que o tempo de ocupação da plataforma seja igual a cinco minutos pois, para calcular a demanda média diária atual, é somado ao número de partidas diárias um terço do número médio diário de ônibus em trânsito.

DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO MODELO

O modelo é estruturado através de um programa principal, composto por rotinas que permitem a entrada dos dados, que faz a determinação do número de plataformas necessário de forma que a espera média dos ônibus na fila seja nula. Posteriormente, caso seja preciso, o modelo faz uma alocação balanceada dos ônibus às plataformas e gera relatórios com parâmetros de desempenho da configuração determinada. Esta estrutura pode ser visualizada na figura 1. O programa foi implementado em linguagem Pascal® através da plataforma gratuita FreePascal®. A seguir, se fará uma descrição das principais rotinas do programa.

Figura 1
Estrutura do programa computacional



Entrada de dados

Os dados de entrada consistem de informações sobre o local e o dia da semana em análise, os tempos adotados de ocupação das plataformas em função do tipo de operação e os dados relativos aos ônibus como os horários de chegada (embarques e trânsito) ou de partida no terminal. Estes tempos devem estar ordenados de forma crescente ao longo das 24 horas de operação do terminal. São necessárias informações adicionais como o tipo de operação, que pode ser embarque (*E*), desembarque (*D*) ou em trânsito (*T*), bem como o nome da empresa proprietária do veículo. Podem ser inseridos via arquivo ou através de uma rotina que permita a entrada manual. Caso as informações sobre os horários dos ônibus não estejam em ordem crescente, uma rotina de ordenação é executada.

O planejador possui várias opções de análise que podem ser definidas junto com a entrada dos dados, como dimensionar somente o número de plataformas para embarque, desembarque ou trânsito e por empresa. Assim, pode-se determinar qual é o número de plataformas necessário para atender aos embarques de uma empresa ou conjunto de empresas.

Dimensionamento e alocação dos ônibus às plataformas

Com o esquema diário dos horários definido, o programa desenvolve o dimensionamento e a alocação dos ônibus às plataformas através de uma rotina. O processo tem início com a alocação de uma plataforma e, em seguida, com o cálculo de um parâmetro de desempenho sendo, neste caso, a espera média total dos ônibus. Enquanto este parâmetro for diferente de zero são adicionadas mais plataformas até alcançar esta métrica.

A alocação dos ônibus às plataformas foi baseada em algoritmo proposto por Novaes (1989), aplicado à análise operacional de terminais de carga. A estrutura da rotina implementada é a seguinte:

- São conhecidos os instantes de chegadas e de partidas dos ônibus denominados de TC_i ($i = 1, 2, \dots, N$). No caso dos embarques e dos ônibus em trânsito, os instantes são obtidos subtraindo-se os tempos de embarque e de trânsito, respectivamente.
- Considera-se M o número de plataformas de embarque e desembarque.
- Representa-se por TP_j ($j = 1, 2, \dots, M$) o instante em que a j -ésima plataforma fica livre para atender o próximo veículo.
- Denomina-se de TS_i o instante em que o i -ésimo ônibus começa uma operação de embarque ou desembarque.
- Representa-se por TL_i o instante em que o ônibus de ordem i é liberado (fim da operação de embarque, desembarque ou trânsito).

- O processo de chegada, espera, atendimento e liberação é analisado da seguinte forma:
 - Inicialmente faz-se $TP_j = 0$, para $j = 1, 2, \dots, M$. No início do ciclo diário todas as M plataformas estão livres.
 - Considera-se o ônibus de ordem i , que chega ao terminal no instante TC_i . Em seguida compara-se o valor de TC_i com os valores de TP_j ($j = 1, 2, \dots, M$) em sequência. Duas situações podem ocorrer:
 - (a) $TC_i < TP_j$ - significa que a posição j está ocupada no instante de chegada TC_i do ônibus de ordem i . Nesse caso verifica-se a posição $j + 1$ e assim por diante.
 - (b) $TC_i \geq TP_j$ - significa que a posição j está desocupada no instante de chegada TC_i do veículo de ordem i . Nesse caso, aloca-se o veículo i à posição j , fazendo $TS_i = TC_i$ e $TL_i = TS_i + TD_i$, onde TD_i é o tempo de embarque, desembarque ou de trânsito. Da mesma forma faz-se $TP_j = TC_i + TD_j$, significando que a posição j somente estará livre decorrido um intervalo TD_j após o início da operação do ônibus i .
 - Pode acontecer que o ônibus i , ao chegar no terminal, encontre todas as posições ocupadas. Isso ocorre quando se observa $TC_i < TP_j$, para todos os j ($j = 1, 2, \dots, M$). Neste caso o veículo deverá permanecer em fila, aguardando vaga junto à entrada do terminal.
 - O programa procura, então, qual a plataforma que ficará desocupada em primeiro lugar, ou seja, determina a posição j com menor valor TP_j .
 - Sendo i o número de ordem do veículo que chegou ao terminal e j o número de ordem da posição na plataforma que ficará desocupada em primeiro lugar, o algoritmo executa as seguintes operações:
 - (a) Registra o instante em que o ônibus i iniciará a operação de embarque ou desembarque: $TS_i = TP_j$;
 - (b) Registra o instante em que o ônibus i será liberado: $TL_i = TS_i + TD$, onde TD é o tempo de descarga, e;
 - (c) Registra o instante em que a plataforma j ficará desocupada após atender o veículo i : $TP_j = TS_i + TD = TL_i$.
- O programa analisa os ônibus, um a um, na ordem de chegada ao terminal, considerando os instantes de chegada e efetuando as operações indicadas acima.
- Os seguintes parâmetros são calculados pelo programa:
 - (a) Tempo médio de espera (na fila): $WQ_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (TS_i - TC_i)$ (4)
 - (b) Tempo máximo de espera: $WQ_X = \max [TS_i - TC_i]$ (5)
 - (c) Tempo médio de retenção dos ônibus (espera mais operação de embarque ou desembarque): $WS_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (TL_i - TC_i)$ (6)



www.antp.org.br

- (d) Tempo máximo de retenção dos ônibus no sistema (espera mais operação de embarque ou desembarque): $WS_X = \max [TL_i - TC_i]$ (7)
- (e) Período de utilização da plataforma: é o intervalo que vai desde o instante de início da descarga do primeiro veículo até o fim do atendimento do último veículo. É dado por: $TT = TL_N - TS_1$ (8)
Onde: TL_N é o instante de liberação do último veículo.
 TS_1 é o instante de início da operação do primeiro.
- (f) Índice médio de ocupação da plataforma: $\rho = \frac{N \times TD}{M \times TT}$ (9)

Onde: N : número de veículos descarregados por dia.

M : número de posições de descarga na plataforma.

TD : tempo médio de descarga por veículo.

TT : período total de utilização da plataforma.

Alocação balanceada

Após definir o número de plataformas que atendam à métrica de espera média total igual a zero existe uma opção de se fazer uma alocação balanceada dos ônibus às plataformas. Pela estrutura do algoritmo de alocação, as primeiras plataformas possuem mais ônibus alocados a elas que as últimas, podendo ocorrer o caso de se ter uma plataforma com somente um veículo alocado, necessária para alcançar a métrica adotada. Assim, se for de interesse do planejador, o programa executa uma alocação balanceada dos ônibus de forma que todas as plataformas tenham aproximadamente o mesmo número de veículos.

Com as M plataformas definidas o programa aloca os ônibus que partem, chegam ou estão em trânsito em relação às plataformas desocupadas em ordem crescente, ou seja, da primeira à última. Quando o programa tiver locado as M plataformas, a ordem passa a ser para a primeira que estiver liberada e assim por diante.

Resultados gerados pelo modelo

O programa oferece as opções de fornecer os resultados via arquivo ou via tela. Para cada valor de M é apresentada a alocação dos ônibus por ordem de chegada ao terminal, com informações relativas à empresa, à hora de chegada e saída da plataforma, ao tipo de operação realizada (embarque, desembarque ou trânsito), a qual plataforma o ônibus foi alocado e ao tempo de espera na fila (se houver). Finalmente, apresenta uma lista com os parâmetros de desempenho da configuração com M plataformas, como os tempos médio e máximo de espera, os tempos médio e máximo no sistema, o período de uso e o índice de ocupação média das plataformas.

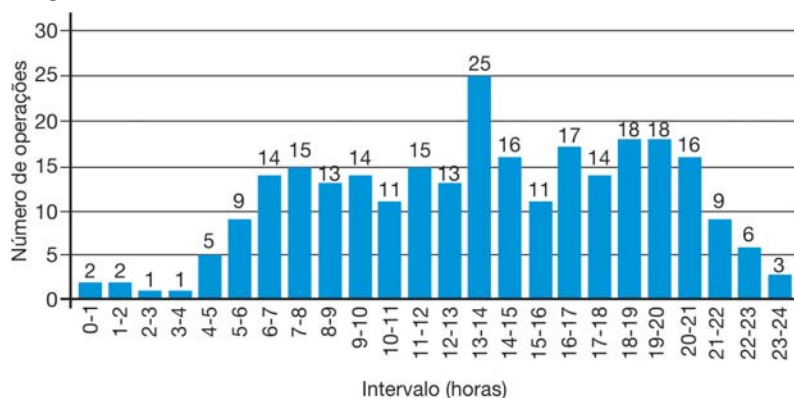
Após os resultados da configuração final é apresentado um resumo da utilização das plataformas com o número de operações alocadas a cada uma, o tempo de utilização (em horas por dia) e seu índice final de ocupação, em porcentagem. Caso tenha sido feita a opção por uma alocação balanceada é apresentado um quadro em que, para cada ônibus que chega ao terminal, são informados a empresa, o horário de chegada, o tipo de operação e em qual plataforma o ônibus foi alocado. Por último, é apresentado um resumo da utilização das plataformas, com o número de operações alocadas em cada uma e seu tempo de utilização (em horas por dia).

APLICAÇÃO DO MODELO

Estudo de caso

Como estudo de caso, utilizou-se o modelo para avaliar o desempenho do terminal rodoviário de Mogi Mirim, cidade localizada no estado de São Paulo. Segundo o censo do IBGE de 2010, Mogi Mirim possuía uma população de 86.244 habitantes. O terminal possui 13 plataformas de embarque e desembarque. O esquema de horário analisado foi o do dia com maior movimento, no caso, uma sexta-feira, do ano de 2011. Neste dia ocorreram 258 operações, sendo 58 de desembarques, 51 de embarques e 149 de trânsito. O número maior de operações de trânsito se explica porque três empresas (viações Cometa, Santa Cruz e Cristália) possuem ponto de parada em Mogi Mirim em várias linhas que ligam São Paulo e Campinas a cidades do sul de Minas Gerais e do interior do estado de São Paulo. A figura 2 mostra a distribuição das operações neste terminal ao longo do dia em análise.

Figura 2
Distribuição em horas das operações diárias no terminal rodoviário de Mogi Mirim



www.antp.org.br

Percebe-se uma concentração do número de operações entre 13:00 e 14:00 h e das 18:00 às 20:00 h. O número máximo de operações em 15 minutos ocorreu no período entre as 18:00 e 19:00 horas, num total de sete.

Para este perfil de demanda pode-se determinar o número de plataformas de embarque e desembarque sugerido pelos manuais nacionais. Pelo Miterp utiliza-se o número médio de partidas diárias, considerado como “fator principal” de classificação e determinação do número de plataformas de embarque e desembarque. No caso do terminal de Mogi Mirim seria igual à soma das operações de embarque e de trânsito, já que o manual não considera de forma isolada estas operações, tratando-as como uma operação de desembarque seguida de uma operação de embarque. Assim, tem-se um número médio de partidas diárias igual a 201. Pelo quadro 1, o terminal é considerado como sendo de classe *D*, o que demandaria de 15 a 10 plataformas de embarque e de cinco a quatro de desembarque. Pelo Mite, utiliza-se o número médio de partidas diárias, considerado como sendo o fator principal de classificação. Para se calcular esse número, basta somar o número de operações de embarque à terça parte do número médio diário de ônibus em trânsito que, nesse caso, seria igual a 101. Utilizando o quadro 2, o terminal é enquadrado na classe *F*, no qual a quantidade de plataformas de embarque varia entre oito e cinco e de desembarque entre duas e três.

Outro dado importante é o tempo de ocupação das plataformas por tipo de operação. Nos manuais nacionais, estes tempos são definidos como sendo iguais a 15 minutos para embarque e cinco minutos para desembarque. No caso dos ônibus em trânsito não há referência no Miterp e, por dedução, no Mite seria igual ao tempo de desembarque. Em um estudo de campo preliminar, feito em alguns terminais rodoviários na região de Campinas – SP, Pereira (2011) mediu os tempos de ocupação de plataformas em operações de trânsito, num total de 124 medições. O tempo médio obtido foi igual a seis minutos, mas com um desvio padrão igual a 5,26 minutos. Cabe ressaltar que estas operações de trânsito estavam vinculadas a linhas intermunicipais de curta distância. É provável que, para linhas interestaduais e intermunicipais de longa distância, estes valores devam ser maiores devido ao tempo dispensado na manipulação das bagagens. Assim, com alguma segurança, pode-se adotar para o tempo de ocupação das operações de trânsito um valor igual a 10 minutos.

Para o desenvolvimento da análise, aplicou-se o modelo para alguns cenários, dimensionando o número de plataformas necessário, a saber: todas as empresas e todas operações; todas as empresas e somente as operações de embarque; todas as empresas e somente as operações de desembarque; todas as empresas e somente as operações de embarque e desembarque; todas as empresas e somente as operações de trânsito;

e todas as empresas e as operações de embarque e de trânsito. Como existe no terminal um número expressivo de operações de três empresas, Cometa, Santa Cruz e Cristália, num total de 208, considerou-se interessante analisar o impacto conjunto e isolado dessas empresas em termos de número de plataformas necessárias para atender suas operações, principalmente as de trânsito no caso da Cometa e Cristália.

Resultados obtidos para os cenários propostos

Para o primeiro cenário o modelo chegou a um número de plataformas igual a sete, ressaltando que com seis plataformas ter-se-ia somente uma operação em espera, igual a cinco minutos. Assim, a sétima plataforma foi adicionada somente para atender esta operação de forma a eliminá-la. Na alocação com sete plataformas foram atribuídas duas operações a esta plataforma. Para o cenário com todas as empresas e somente as operações de embarque o modelo chegou a um número de plataformas igual a três; para o cenário de todas as empresas e somente as operações de desembarque chegou-se a um número de plataformas igual a três; para o cenário de todas as empresas e somente as operações de embarque e desembarque obteve-se um número de plataformas igual a cinco; para todas empresas e somente as operações de ônibus em trânsito o número obtido foi igual a quatro plataformas; para o cenário de todas as empresas e somente as operações de trânsito e de embarque obteve-se um número de plataformas igual a cinco.

Para os cenários específicos, considerando cada empresa, englobando todas as operações, observou-se que a Viação Cometa necessita de duas plataformas, a Viação Santa Cruz precisa de três, mesmo número para atender as operações da Viação Cristália.

As figuras 3 a 11 apresentam o resumo do processo de dimensionamento e alocação, bem como a alocação balanceada feita pelo modelo para os cenários analisados.

Figura 3
Resultados para todas empresas e todas operações

Numero de plataformas	: 7		
Numero de operações no dia	: 258		
A L O C A C A O			
Tempo medio de espera (min/veic)	: 0.0	Plataforma	No. de Onibus
Tempo maximo de espera (minutos)	: 0.0		Tempo de utilizacao (h/dia)
Tempo medio no sistema (min/veic)	: 10	1	36
Tempo maximo no sistema (min/veic)	: 15	2	36
Periodo de uso das plataformas (hr/dia)	: 23.67	3	35
Indice de ocupacao media das plataformas:	25.6	4	34
		5	35
		6	40
		7	42

Plataforma No.onibus	Tempo de Utilizacao (hr/dia)	Indice de ocupacao (%)	
1	99	68.7	
2	67	11.00	46.5
3	41	6.83	28.9
4	26	4.50	19.0
5	16	2.50	10.6
6	7	0.92	3.9
7	2	0.42	1.8



www.antp.org.br

Figura 4
Resultados para todas empresas e somente operações de embarque

Numero de plataformas	: 3		
Numero de operações no dia	: 51		
A L O C A C A O			
Tempo medio de espera (min/veic)	: 0.0	Plataforma	No. de Onibus
Tempo maximo de espera (minutos)	: 0.0		Tempo de utilizacao (h/dia)
Tempo medio no sistema (min/veic)	: 15	1	17
Tempo maximo no sistema (min/veic)	: 15	2	17
Periodo de uso das plataformas (hr/dia)	: 16.92	3	17
Indice de ocupacao media das plataformas:	25.1		

Plataforma No.onibus	Tempo de Utilizacao (hr/dia)	Indice de ocupacao (%)	
1	33	8.25	48.8
2	13	3.25	19.2
3	5	1.25	7.4

Figura 5
Resultados para todas empresas e somente as operações de desembarque

Numero de plataformas	: 3		
Numero de operações no dia	: 58		
A L O C A C A O			
Tempo medio de espera (min/veic)	: 0.0	Plataforma	No. de Onibus
Tempo maximo de espera (minutos)	: 0.0		Tempo de utilizacao (h/dia)
Tempo medio no sistema (min/veic)	: 5	1	20
Tempo maximo no sistema (min/veic)	: 5	2	19
Periodo de uso das plataformas (hr/dia)	: 17.58	3	19
Indice de ocupacao media das plataformas:	9.2		

Plataforma No.onibus	Tempo de Utilizacao (hr/dia)	Indice de ocupacao (%)	
1	52	4.33	24.6
2	5	0.42	2.4
3	1	0.08	0.5

Figura 6
Resultados para todas as empresas e somente as operações de embarque e desembarque

Numero de plataformas	: 5		
Numero de operações no dia	: 109		
A L O C A C A O			
Tempo medio de espera (min/veic)	: 0.0	Plataforma	No. de Onibus
Tempo maximo de espera (minutos)	: 0.0		Tempo de utilizacao (h/dia)
Tempo medio no sistema (min/veic)	: 10	1	22
Tempo maximo no sistema (min/veic)	: 15	2	20
Periodo de uso das plataformas (hr/dia)	: 17.58	3	22
Indice de ocupacao media das plataformas:	20.0	4	22
		5	23

Plataforma No.onibus	Tempo de Utilizacao (hr/dia)	Indice de ocupacao (%)	
1	54	9.83	55.9
2	34	5.17	29.4
3	14	2.00	11.4
4	6	0.50	2.0
5	1	0.08	0.5

Figura 7
Resultados para todas as empresas e somente as operações de trânsito

Numero de plataformas	: 4		
Numero de operações no dia	: 149		
A L O C A C A O			
Tempo medio de espera (min/veic)	: 0.0	Plataforma	No. de Onibus
Tempo maximo de espera (minutos)	: 0.0		Tempo de utilizacao (h/dia)
Tempo medio no sistema (min/veic)	: 10	1	38
Tempo maximo no sistema (min/veic)	: 10	2	37
Periodo de uso das plataformas (hr/dia)	: 23.67	3	37
Indice de ocupacao media das plataformas:	26.2	4	37

Plataforma No.onibus	Tempo de Utilizacao (hr/dia)	Indice de ocupacao (%)	
1	79	13.17	55.6
2	45	7.50	31.7
3	22	3.67	15.5
4	3	0.50	2.1

Figura 8
Resultados para todas empresas e somente as operações de trânsito e de embarque

ALOCACAÇÃO			
Plataforma	No. de Ônibus	Tempo de utilização (h/dia)	
1	43	6.83	
2	41	6.67	
3	48	6.75	
4	42	6.83	
5	41	6.83	

Plataforma No.ônibus	Tempo de Utilização (hr/dia)	Índice de ocupação (%)
1 91	15.25	64.4
2 54	9.25	39.1
3 35	5.67	23.9
4 18	2.75	11.6
5 9	1.00	4.2

Figura 9
Resultados para o sétimo cenário – Cometa

ALOCACAÇÃO			
Plataforma	No. de Ônibus	Tempo de utilização (h/dia)	
1	31	5.17	
2	30	5.00	

Plataforma No.ônibus	Tempo de Utilização (hr/dia)	Índice de ocupação (%)
1 46	7.67	32.4
2 15	2.50	10.6

Figura 10
Resultados para o oitavo cenário – Santa Cruz

ALOCACAÇÃO			
Plataforma	No. de Ônibus	Tempo de utilização (h/dia)	
1	21	3.00	
2	18	3.00	
3	20	3.17	

Plataforma No.ônibus	Tempo de Utilização (hr/dia)	Índice de ocupação (%)
1 31	5.92	35.0
2 20	2.67	15.0
3 8	0.67	3.9

Figura 11
Resultados para o oitavo cenário – Cristália

ALOCACAÇÃO			
Plataforma	No. de Ônibus	Tempo de utilização (h/dia)	
1	30	5.00	
2	29	4.83	
3	29	4.83	

Plataforma No.ônibus	Tempo de Utilização (hr/dia)	Índice de ocupação (%)
1 60	10.00	52.9
2 25	4.17	22.0
3 3	0.50	2.6

Análise dos resultados

Para o desenvolvimento de uma análise dos resultados obtidos para os diversos cenários e com os valores de dimensionamento sugeridos pelos manuais nacionais, elaborou-se um quadro comparativo, apresentado no quadro 3.

Quadro 3
Quadro comparativo de dimensionamento

	Embarque	Desembarque	Trânsito	Todas as operações	Total
Miterp (1)	15 a 10	5 a 4			20 a 14
Mite (2)	8 a 5	2 a 3			10 a 8
Modelo (3) Todas as operações				7	7
(4) E + D + T	3	3	4		11
(5) (E + D) + T		5	4	9	
(6) (E + T) + D	-	3	5	8	
(7) Cometa				2	
(8) Santa Cruz				3	
(9) Cristália				3	

Pode-se observar que a melhor solução é o dimensionamento para o cenário de todas as empresas e todas as operações (3), com sete plataformas de atendimento. A segunda melhor opção é o cenário (6) com cinco plataformas atendendo as operações de embarque e trânsito, mais três plataformas para atender as operações de desembarque, num total de oito. O cenário de atendimento das operações de forma isolada (4) demanda onze plataformas e o cenário de atendimento conjunto das operações de embarque e desembarque (5) demanda nove plataformas (cinco para embarque e desembarque mais quatro para trânsito). O atendimento isolado das principais empresas que operam no terminal demanda, no mínimo, oito plataformas além daquelas que seriam necessárias para atender as operações das outras empresas.

Em relação aos valores sugeridos pelos manuais nacionais pode-se verificar que o Mite é o que mais se aproxima dos valores obtidos pelo modelo para o terminal rodoviário de Mogi Mirim, com valores próximos ao cenário (6), no caso, valores entre cinco e oito plataformas para embarque e trânsito e, para desembarque, valores entre dois e três. Cabe ressaltar que o número de sete platafor-



www.antp.org.br

mas foi obtido adotando-se o valor do tempo de ocupação da posição para ônibus em trânsito igual a 10 minutos. Se adotarmos o tempo de transição igual ao valor adotado pelo Mite (cinco minutos), este número cairia para seis plataformas. Outra informação relevante obtida pelo modelo é o índice de ocupação média das plataformas igual a 25,6%, que revela a alta ociosidade das mesmas ao longo do período de utilização. O Miterp sugere valores muito elevados, entre duas e três vezes o valor obtido pelo modelo para o cenário (3).

CONCLUSÕES

O modelo mostrou-se uma ferramenta útil para a análise do dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque em terminais rodoviários de passageiros. A consideração isolada das operações de ônibus em trânsito realça a importância das mesmas no dimensionamento, principalmente onde estas operações são expressivas, como é o caso do terminal rodoviário de Mogi Mirim. O índice baixo de ocupação média das plataformas reflete o critério de número máximo estimado de partidas simultâneas (pique), admitidas como tais as que ocorram em um período de 15 minutos, calculado em função do número médio de partidas diárias (5%). Este critério aplicado a perfis de demanda com concentração de operações em determinados períodos do dia, comum em terminais de pequeno e médio porte, como no caso apresentado, leva a um número de plataformas que garantiria as operações sem espera, fazendo com que no restante do dia estas plataformas ficassem ociosas. Para grandes terminais, como Tietê e Jabaquara na cidade de São Paulo, com perfis de demanda mais uniforme, a aplicação deste critério é razoável. O método de dimensionamento do Miterp precisa ser revisto no sentido de considerar as operações de trânsito de forma isolada, como no caso do Mite. Seria interessante a adoção de um critério de dimensionamento baseado no número médio de operações diárias incluindo embarque, desembarque e trânsito, como “fator principal”, ponderando-se estas operações em termos dos tempos médios de ocupação da plataforma e um critério de número máximo estimado de operações (pique), que poderia admitir uma determinada “espera média” aceitável neste período. O modelo, com pequenas adaptações, pode ser utilizado na análise do dimensionamento de outros tipos de terminais de transporte, como aeroportos, portos e terminais de carga, onde sejam conhecidos os esquemas de horários e os tempos médios de ocupação das posições de estacionamento, dos berços e das baias.



www.antp.org.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPUJIM, F. A. C. G. *Terminal rodoviário de passageiros*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009, p. 130.
- DER-MG. Manual de implantação de terminais rodoviários intermunicipais de passageiros do estado de Minas Gerais (Mite). Diretoria de Fiscalização, Belo Horizonte, 2014, p. 161.
- DNIT. Manual de implantação de terminais rodoviários de passageiros (Miterp). Rio de Janeiro: Serviço de Publicação, DPDD, 1986, p. 217.
- DTMR. Public transport infrastructure manual (PTIM). Brisbane, Australia: The State of Queensland - Department of Transport and Main Roads - TransLink Division, 2015, p. 283.
- DUNHAM, J. A. *Simterp – Simulador para terminais rodoviários de passageiros intermunicipais: Contribuição para a avaliação de desempenho de terminais rodoviários no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado, Coppe-UFRJ, Rio de Janeiro, 2008, p. 167.
- FRANÇOZO, M. T. & ASSIS JR., M. F. Análise operacional do terminal rodoviário de passageiros de São José do Rio Preto. Publicação interna do Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos-USP, São Carlos, 1987.
- FRANÇOZO, M. T. & WIDMER, J. A. *Análise das técnicas de dimensionamento do Manual de implantação de terminais rodoviários de passageiro (Miterp) do DNER*. In: II ENCONTRO NACIONAL DA ANPET - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE. *Anais*, vol. 2. São Paulo, 1988, p. 431-51.
- HSE. Bus & coach station design & operation. HSE Document final version. Health and Safety Executive. Londres, 2011, p. 35.
- MESQUITA, L. B. *Dimensionamento de plataformas de embarque e desembarque em terminais rodoviários de passageiros*. Dissertação de mestrado, Epusp, São Paulo, 1981.
- NOVAES, A. G. Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1989, p. 372.
- PEREIRA, G. G. Levantamento dos tempos de embarque e desembarque em terminais rodoviários intermunicipais. Relatório final de bolsa de iniciação científica Pibic/CNPq. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp, 2011.
- TCQSM – Transit capacity and quality of service manual, part 7 – Stop, station, and terminal capacity. *TCRP Report 100*. 2ª edição, Transportation Research Board, 2003.

CALÇADAS

Entraves para a acessibilidade nas calçadas – Um estudo exploratório na área urbana de Bauru-SP

Nathália Wacked Dias Perroca

Arquiteta e urbanista. Universidade Estadual Paulista – Unesp

E-mail: nathaliaperroca@hotmail.com

Barbara Stolte Bezerra

Universidade Estadual Paulista – Unesp. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Engenharia de Bauru

E-mail: barbarabezerra@feb.unesp.br

Gustavo Garcia Manzato

Universidade Estadual Paulista – Unesp. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Engenharia de Bauru

E-mail: gusmanzato@feb.unesp.br

As cidades são estruturadas por suas ruas, caminhos e calçadas que constituem o sistema viário. Esses espaços são locais de integração e ligação entre as atividades dos habitantes e a própria cidade, além de compreenderem espaços de ocupação pública e convivência (Aguar, 2012).

Em linhas gerais, quando se pensa em calçadas, o que vem à mente é o espaço geralmente pavimentando entre os lotes privados e a rua, por onde as pessoas andam, parte dos deslocamentos a pé das cidades. Ademais, pode-se dizer que as calçadas são o ponto de partida quando se fala em acessibilidade para que todas as pessoas possam chegar a todas as localidades sem dificuldades ou impedimentos.

O Código de Trânsito Brasileiro define as calçadas como “...a parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservado ao trânsito de pedestre e, quando possível, à implantação de mobiliários urbanos, sinalização, vegetação e outros fins” (Brasil, 1997). O mesmo código define passeio como “...parte da calçada ou da pista de rolamento, neste último caso separada por pintura ou elemento físico, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas” (Brasil, 1997).

Conte (2014) define as calçadas como a parte das vias públicas que é destinada ao trânsito de pessoas de todas as condições físicas, tendo

como seu principal objetivo a “segura e livre circulação de pedestres”. Comenta ainda o problema da falta de manutenção e planejamento das calçadas no país, o que fere a liberdade de ir e vir dos cidadãos.

Os deslocamentos feitos a pé nas grandes cidades brasileiras representam cerca de 40% dos percursos diários que são feitos pela população. Em cidades menores, onde os sistemas de transporte público são mais restritos, essa porcentagem chega a ser ainda maior. Mesmo com esses números expressivos, a qualidade desses deslocamentos diminui cada vez mais nos centros urbanos brasileiros. Além de acidentes envolvendo pedestres e veículos que invadem o pouco espaço destinado às pessoas, existem os acidentes provocados pelas más condições das calçadas, como quedas e ferimentos de pedestres (ANTP, 2008).

Essas más condições causam ainda impedimento ou dificuldade de muitas pessoas transitarem pelo espaço urbano das cidades. Quase sempre as calçadas apresentam um ou mais dos seguintes problemas: irregularidades no piso, largura mínima insuficiente, degraus que dificultam a circulação, rampas inadequadas ou falta de rampas, obstáculos, iluminação inadequada da calçada, falta de sinalização para pedestres e a total falta de paisagismo para proteção e conforto (Associação Cidade a Pé, 2017).

Em 1985, foi publicada a primeira norma a respeito de acessibilidade no Brasil, a NBR 9050 (ABNT, 2004). A Associação Brasileira de Normas Técnicas decidiu criar uma norma que suprisse a falta de referenciais técnicos a respeito de acessibilidade no país. Anteriormente a essa norma existiam apenas alguns artigos que debatiam sobre o tema e que eram difundidos apenas em revistas especializadas em pessoas portadoras de deficiências físicas. Desse modo, para garantir que todas as pessoas possam caminhar sem encontrar dificuldades nas calçadas, a NBR 9050 dispõe algumas diretrizes para a construção de calçadas, como larguras mínimas, locais para colocação de rampas, vegetação e equipamentos. A última versão da norma foi publicada em 2015 e é vista hoje como o principal referencial na área da acessibilidade. Ela complementa leis municipais, garantindo que os padrões mínimos nas edificações ou nos espaços abertos sejam cumpridos. A norma contempla todos os tipos de edificações, incluindo os bens tombados, locais para exposição, esportes, reunião, restaurante, hotéis, parques, praias, escolas, calçadas, espaços públicos, cinemas e serviços de saúde, dando diretrizes especiais para cada tipo de uso do local assim como em espaços abertos públicos e privados, vias e meios de transporte, e atentando também para o mobiliário público urbano.

O Decreto nº 5.296/2004 (Brasil, 2004) regulamenta a acessibilidade em calçadas definida nas leis nº 10.048/2000 (Brasil, 2000a) e nº 10.098/2000 (Brasil, 2000b), que estabelecem normas gerais de acessibilidade com foco na mobilidade urbana, nos edifícios de uso público e na legislação urbanística. Segundo essas leis, é obrigatória a construção de vias e



www.antp.org.br

espaços públicos acessíveis. A Lei Federal nº 10.098/2000 estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida e a promoção do desenho universal. A Lei nº 12.587/2012 (Brasil, 2012), conhecida como a Lei de Mobilidade Urbana, direciona a maioria de seus artigos ao transporte público urbano, porém define que uma política de mobilidade urbana deve ser estabelecida de acordo com alguns princípios como: a acessibilidade universal, o desenvolvimento sustentável da cidade e seus transportes, a universalização do acesso ao transporte público, a segurança nos deslocamentos, a eficácia e a efetividade na circulação urbana e a equivalência dos usos no espaço público.

Mesmo com todos esses avanços legislativos e normativos, a maioria das cidades brasileiras não apresenta um percentual alto de calçadas acessíveis (ANTP, 2015). Ante o exposto, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise dos motivos que impedem a existência de acessibilidade na maioria das calçadas. Para isso foram pesquisadas leis e normas, a formação de profissionais envolvidos na mobilidade urbana, além de exemplos de ações que se tornaram efetivas na questão da acessibilidade das calçadas. Para compreender o problema, foi realizado um estudo de caso na área urbana da cidade de Bauru, SP.

Nas seções seguintes serão apresentados: uma discussão sobre a responsabilidade de construção e manutenção de calçadas; os métodos e materiais utilizados para atingir o objetivo proposto; os principais resultados e discussões; e as conclusões do presente artigo.

QUEM É O RESPONSÁVEL PELA CALÇADA?

Na maioria dos municípios brasileiros, as legislações municipais definem que as calçadas são de responsabilidade dos proprietários dos lotes adjacentes a elas, mesmo que essas sejam independentes dos lotes. Porém, as calçadas são espaços públicos, parte dos sistemas viários municipais e, como definido na Constituição federal brasileira, são bens públicos de uso comum da população.

Essas legislações municipais geram controvérsias entre juristas do país. De um lado, há os que defendem a possibilidade desse repasse de responsabilidade da manutenção de calçadas para os proprietários dos terrenos contíguos. Outros encaram o repasse de responsabilidade como inconstitucional, afirmando que as prefeituras repassam aos cidadãos a responsabilidade por um espaço que é público, questionando os fundamentos jurídicos para essa imposição (Zattar, 2008).

Em defesa do repasse da responsabilidade das calçadas por parte das prefeituras, alguns juristas citam o princípio da função social da propriedade, instituída no artigo 5º, inciso XXIII da Constituição Federal. Segundo Silva (2013), existe um consenso entre técnicos e

agentes públicos de que as prefeituras não são capazes de cumprir com os custos de manter as calçadas de toda a cidade em condições adequadas e, por isso, essa responsabilidade é dividida com a população, cabendo à prefeitura a função de normatizar e fiscalizar.

Por outro lado, a responsabilidade de manutenção e edificação de bens públicos segundo o artigo 23 da Constituição Federal “é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios” (Brasil, 1988). A partir disso, Conte (2014) defende que as calçadas sejam mantidas e fiscalizadas pelo responsável legal que é o município. Conte (2014) afirma que o artigo 30, inciso V da Constituição Federal – que trata do repasse de serviços públicos dos municípios através de concessões ou permissões – não daria direito ao governo municipal de repassar a manutenção de espaços públicos (como as calçadas) aos cidadãos. Desse modo, as legislações municipais – que impõem aos proprietários dos lotes a responsabilidade sobre a manutenção e construção das calçadas – seriam inconstitucionais. Mesmo com a existência dessas discussões, a grande maioria das prefeituras no Brasil continua repassando para os proprietários a responsabilidade por construir e realizar manutenções nas calçadas diretamente ligadas aos seus lotes. Porém, em casos de acidentes com pedestres por problemas nas calçadas a prefeitura poderá ser responsabilizada. É o que se chama de responsabilidade subjetiva, quando se trata de um ato omissivo da prefeitura, encaixando-se nos casos de negligência, imperícia ou imprudência, de acordo com o art. 186 do Código Civil: “Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito” (Código Civil, 1995).

Ante o exposto, diante da atual dupla interpretação desta questão – de um lado responsabilizando os municípios e de outro os proprietários – evidencia-se a necessidade de um posicionamento legislativo, especialmente a nível federal, que determine explicitamente de quem seria a responsabilidade. Esta indefinição pode ser um dos grandes impedimentos para que sejam alcançadas calçadas mais acessíveis no país.

Nos Estados Unidos, esta questão também é controversa e não há um consenso sobre a responsabilidade da calçada. Por exemplo, em Washington D. C., a responsabilidade pela construção e manutenção das calçadas é inteiramente do órgão de governo municipal. Em caso de quaisquer problemas encontrados nas calçadas, a população pode pedir o reparo diretamente à prefeitura (D. C., 2016). Essa situação acontece similarmente na cidade de Austin, que delegou essa responsabilidade para a prefeitura nos anos 1990, através de um termo de acessibilidade e mobilidade urbana (Austin, Texas, 2016). Já nas cidades de Memphis e San Diego, adota-se a política de responsabilidade compartilhada. Em Memphis, a prefeitura se responsabiliza pelas calçadas das pessoas que não podem pagar pelos reparos, que apresentam condições físicas que



as impeçam de trabalhar ou cuja renda familiar é considerada baixa; nos demais casos os proprietários são responsáveis pela construção e manutenção das calçadas (Memphis, 2016). Em San Diego, a responsabilidade é definida a partir da origem do dano à calçada. Se tal dano for causado por algum órgão público, por exemplo, na coleta de lixo, no abastecimento de água ou por árvores públicas, a prefeitura é quem deve realizar o reparo. Mas, se tal dano for causado por vegetação ou veículo particular, o proprietário do lote adjacente deve realizar o reparo. Em casos de danos decorrentes de chuvas ou tempestades, fica definido que o proprietário arcará com 75% e a prefeitura com 25% dos custos (San Diego, 2016). A cidade de Nova York adota um sistema parecido com o do Brasil. Há uma lei que determina que os proprietários dos lotes sejam responsáveis pela construção, manutenção e limpeza das calçadas adjacentes aos lotes, e a prefeitura fica responsável pela fiscalização e notificação dos infratores (NYC DOT, 2016).

Outras cidades, a exemplo de Londres e Madri, estão reparando e remodelando suas calçadas com investimento totalmente custeado pelas prefeituras. No entanto, os recursos para a manutenção devem ser estabelecidos em legislação para que não ocorra o que aconteceu em Los Angeles, nos Estados Unidos, onde a prefeitura assumiu a responsabilidade total pelas calçadas após recebimento de verba federal na década de 1970. Porém, quando o repasse da verba terminou, a manutenção deixou de acontecer, e os proprietários começaram a reparar individualmente suas calçadas (Daily News, 2016).

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa pode ser classificada como exploratória e qualitativa. Os métodos qualitativos são adequados quando o fenômeno em estudo é complexo, de natureza social e não tende à quantificação (Gil, 2002). O desenvolvimento desta pesquisa abrangeu as seguintes etapas de trabalho: revisão bibliográfica; levantamento de dados; análise dos dados. Os materiais e métodos utilizados em cada uma das etapas são descritos a seguir.

Revisão bibliográfica

A abordagem teórica teve como objetivo realizar um levantamento das pesquisas e estudos de casos similares sobre temática estudada. Os temas pesquisados compreendem: legislação federal e municipal sobre acessibilidade, mobilidade e manutenção de calçadas. Entre outras leis importantes para este campo teórico estão: Lei Federal nº 12.587/2012; Lei nº 10.048/2000; Normas Técnicas Brasileiras (NBR 9050/2004). Além disso, foi feita pesquisa utilizando as palavras-chave: mobilidade; espaços públicos; acessibilidade no espaço urbano; protocolos de acessibilidade;



calçadas. Após a revisão pode-se ter uma visão mais objetiva e embasada, tanto sobre a situação atual das calçadas, como dos estudos e métodos atuais utilizados tanto no Brasil quanto no exterior. Com esse conhecimento revisado foi possível direcionar o levantamento de dados e garantir a capacidade de leitura dos resultados. Como destaques relevantes dessa revisão temos as regras seguidas por outras cidades no mundo, o impasse sobre a responsabilidade da manutenção e construção de calçadas no Brasil, e a ampla legislação com relação ao espaço público, acessibilidade e mobilidade. Esta revisão embasou também a elaboração dos questionários apresentados no item a seguir.

Levantamento de dados

Para a coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- a. Para a análise da formação dos profissionais na área de arquitetura e urbanismo e engenharia civil, foram analisados os currículos de 10 das melhores universidades do país, selecionadas a partir de um *ranking* de educação superior divulgado pela Times Higher Education em 2016 para analisar o quanto esses aspectos da mobilidade são abordados na educação desses profissionais. Para isso disciplinas foram selecionadas e seus planos analisados, verificando a abordagem do transporte a pé, sua importância, e aspectos problemáticos da questão no país.
- b. Para o estudo de caso:
 - Levantamento de dados junto aos órgãos municipais. Esta etapa compreende a obtenção de dados junto aos órgãos municipais relacionados ao tema, como a Secretaria de Planejamento Urbano de Bauru, SP e informações sobre políticas públicas relacionadas a calçadas, como projetos, meios de receber reclamações, fiscalização, aplicação de multas, manutenção.
 - Vistoria técnica. Foram realizadas vistorias de calçadas em locais de grande fluxo da cidade de Bauru, SP, a fim de verificar as condições das calçadas, quais os principais obstáculos encontrados, como isso influi no caminho e fluxo de pessoas. Os dados foram analisados através de observações *in loco*, medições com trenas e inclinômetros, e registro fotográfico.

Entrevista com usuários e proprietários

Para conhecer os principais problemas enfrentados pelos pedestres na cidade foram realizadas entrevistas com proprietários e usuários. As entrevistas foram estruturadas e realizadas com base em Boni e Quaresma (2005). Foi realizado um plano de questionamento para realização das entrevistas com base na bibliografia estudada e nas questões encontradas ao longo da pesquisa que poderiam ser respondidas por quem usa as calçadas e por proprietários de lotes. Os quadros 1 e 2 resumem a legislação usada como referência para a formulação das questões.

Quadro 1
Justificativas bibliográficas do questionário de entrevistas com usuários

Perguntas para usuários	Justificativa bibliográfica
Como você avalia as calçadas de Bauru?	ITDP (2016); Lei Federal nº 12.587/2012; Lei nº 10.048/2000; NBR 9050
Quais são os principais obstáculos que você encontra nas calçadas?	ITDP (2016); Lei Federal nº 12.587/2012; Lei nº 10.048/2000; NBR 9050
Você considera o tamanho das calçadas adequado para a passagem?	ITDP (2016); Lei Federal nº 12.587/2012; Lei nº 10.048/2000; NBR 9050
O que poderia ser feito nas calçadas?	Percepção pessoal
Quem deve ser o responsável pela manutenção e construção das calçadas da cidade?	Legislação municipal; Constituição federal
Você conhece as leis sobre calçadas da cidade?	Legislação municipal
Em casos de acidentes em calçadas você sabe quem deve ser responsabilizado?	Código Civil; legislação municipal e federal

Quadro 2
Justificativa bibliográfica do questionário de entrevistas com proprietários

Perguntas para proprietários	Justificativa bibliográfica
Com que frequência você cuida da sua calçada?	Percepção pessoal
Você já recebeu alguma multa ou notificação por falta de manutenção da sua calçada?	Legislação municipal
Para a execução da sua calçada, quais determinações você seguiu?	Legislação municipal e federal; NBR 9050; Cartilhas de educação sobre calçadas
Quem deve ser o responsável pela manutenção e construção das calçadas da cidade?	Legislação municipal; Constituição federal
Você conhece as leis sobre calçadas da cidade?	Legislação municipal
Quais são as principais dificuldades em garantir a manutenção de sua calçada?	Percepção pessoal
Caso alguém sofra um acidente na sua calçada você sabe quem seria responsabilizado?	Código Civil; legislação municipal e federal

Levantamento fotográfico

Este levantamento buscou representar os principais problemas de acessibilidade espacial existentes nas calçadas, além dos exemplos de boas execuções. Foram escolhidas as ruas de três bairros estudados que apresentavam bons e maus exemplos. Os registros foram feitos a partir de câmera fotográfica semiprofissional ou com a câmera fotográfica do aparelho de celular, nos momentos em que se analisavam as calçadas e se realizavam as entrevistas com os usuários.



www.antp.org.br

Análise dos dados

A avaliação dos problemas encontrados para a garantia da acessibilidade urbana foi realizada em relação aos seguintes componentes: histórico, leis, profissionais, atuação do poder público, participação da população, e exemplos a serem seguidos.

Elaboração das diretrizes

Através da compilação das melhores práticas encontradas, foram propostas diretrizes para ações que possam garantir a mobilidade e a acessibilidade nas calçadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os principais resultados da pesquisa. Primeiramente será apresentada a análise das ementas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Posteriormente será apresentado o estudo de caso na área urbana de Bauru. E, em seguida, a compilação das melhores ações encontradas no país e a proposta de uma diretriz básica de ação.

Capacitação dos profissionais

Dentre os profissionais que lidam com as calçadas no país estão os engenheiros de tráfego e os urbanistas, além dos engenheiros civis e arquitetos que realizam obras privadas e constroem as calçadas referentes às suas obras. Esses profissionais devem participar das discussões de legislação e dos projetos realizados, conhecer as necessidades da população e o que se espera da cidade.

Foram analisados os currículos de 10 das melhores universidades do país, selecionadas a partir de um *ranking* de educação superior divulgado pela Times Higher Education em 2016 para analisar o quanto esses aspectos da mobilidade são abordados na educação do país (Pati, 2016). Os resultados estão no quadro 3.

O conteúdo da maioria das ementas das disciplinas mostra que as questões de mobilidade e transportes não motorizados ficam em segundo plano no ensino dessas universidades. E apenas em uma universidade (UFABC) um dos cursos não apresenta nenhuma disciplina sobre o assunto, pelo menos explicitamente nas ementas. Disciplinas mais específicas como Engenharia Ambiental e Urbana, Engenharia de Transportes e Logística – que apresentam uma quantidade de temas voltados à mobilidade urbana – foram encontradas em apenas duas universidades. Isto aponta que os profissionais que lidam com essa questão nas cidades atualmente saem pouco preparados das universidades para lidar com os novos desafios e paradigmas da mobilidade urbana.

Quadro 3
Quadro resumo dos cursos que apresentam o tema da mobilidade e acessibilidade nas principais universidades do Brasil

Universidade	Arquitetura e Urbanismo - Disciplinas	Engenharia Civil - Disciplinas
USP	Planejamento Urbano, Formas de Gestão, Projeto Urbano, Urbanismo e a Cidade Contemporânea, Instrumentos de Planejamento Urbano	Engenharia de Transportes, Planejamento e Engenharia Urbana, Projeto de Infraestrutura de Vias de Transporte Terrestres
Unicamp	Planejamento Urbano, Fundamentos do Urbanismo	Manutenção de Pavimentos, Segurança Viária, Engenharia de Tráfego, Projeto e Implantação de Loteamento, Planejamento Urbano
UFRJ	Projeto Urbano, Planejamento Urbano e Regional	Nenhuma das disciplinas do curso apresenta ementas que cite o sistema viário, a construção de calçadas ou mobilidade
PUC-Rio	Projeto do Espaço Coletivo, Urbanismo, Projeto Urbano	Transporte e Logística, Arquitetura e Urbanismo
UFMG	Introdução ao Urbanismo, Projeto Urbano, Transporte Urbano	Noções de Arquitetura e Urbanismo, Análise de Sistema de Transporte, Tráfego Urbano, Construção e Projeto de Estradas e Vias Urbanas, Planejamento Urbano, Regional e de Transportes
Unesp	Morfologia Urbana, Desenho Urbano, Legislação Urbana, Requalificação Urbana, Planejamento Urbano e Regional	Urbanismo, Pavimentação, Transportes Urbanos
UFSC	Urbanismo, Sistemas Urbano, Engenharia de Transportes e Logística, Sistema de Transportes, Transportes Não Motorizados, Impacto Ambiental dos Transportes, Engenharia de Tráfego, Demanda de Transportes	Sistemas de Transporte, Engenharia de Tráfego, Urbanismo
UFV	Planejamento Urbano Municipal, Projeto VI	Arquitetura e Urbanismo, Pavimentação, Transportes, Transportes Urbanos
UFABC	Os cursos não são oferecidos	Engenharia Ambiental e Urbana, Teoria do Planejamento Urbano e Ambiental, Direito Ambiental e Urbanístico, Transportes e Mobilidade Urbana, Planejamento Urbano e Metropolitano
UERJ	Urbanismo e Geografia	Urbanismo



www.antp.org.br

Estudo de caso na área urbana de Bauru

Bauru é uma cidade de porte médio, com aproximadamente 350 mil habitantes e uma frota de aproximadamente 260 mil veículos. Está localizada no centro do estado de São Paulo. O município tem sua economia baseada no comércio e nos serviços (IBGE, 2010). Como muitas cidades do interior paulista, Bauru teve sua origem na doação de terras para a igreja, formando uma pequena vila que não apresentou muito crescimento. Porém, anos mais tarde, houve a chegada da estação das estradas de ferro, de grande importância na época, o que causou um grande crescimento do território urbano de Bauru. Muitas pessoas chegaram para trabalhar e outras atraídas pelo potencial de crescimento do município começaram a formar o comércio local (Bauru, 1997).

O desenvolvimento da malha urbana era ordenado pelo Código de Obras vigente na época, que não regulamentava a dimensão das calçadas. Outra característica marcante na cidade foram as construções de diversos núcleos habitacionais que expandiram a cidade para muito além de seus contornos originais e garantiram habitação a muitos dos novos moradores que vinham em busca de empregos. Nesses bairros, as legislações para construção de calçada e loteamento foram respeitadas e garantiram que hoje esses locais tenham calçadas em boas dimensões e inclinações.

Segundo informações da prefeitura de Bauru, são aplicadas em média 1.200 multas por semestre na cidade a proprietários que não mantêm suas calçadas em bom estado. Existem 19 fiscais que são responsáveis por um total de 120 mil imóveis cadastrados, sendo que essa fiscalização fica por conta da Secretaria de Planejamento da cidade. Após identificar alguma irregularidade, a secretaria notifica o responsável que recebe o prazo de 30 dias para reparos e 90 dias para construção das calçadas. Podem ainda ser feitas denúncias por moradores, tanto por e-mail quanto nos postos de atendimento, ação que colabora com o trabalho dos fiscais que não conseguem suprir a demanda de fiscalização da cidade. O Código de Obras da cidade estabelece, no artigo 55, que em todos os locais em que a prefeitura execute sarjetamento, deve-se ter calçada revestida de cimento e que esta fica como responsabilidade do proprietário do lote. Define também que nas zonas demarcadas como comerciais, a calçada deverá ser revestida com ladrilhos ou lajotas. O código ainda define como será a aplicação de multas.

Na Lei das Calçadas de 2009 da cidade de Bauru, ficaram definidas a obrigação de construção da calçada pelo proprietário bem como questões técnicas em relação aos materiais e dimensões exemplificando todos os casos e possibilidades. No plano diretor vigente na cidade de Bauru, realizado em 2008, as diretrizes existentes quanto às calçadas são poucas, apenas colocando a priorização do sistema de circulação de pedestres como um subsistema viário. Quanto à arborização que será

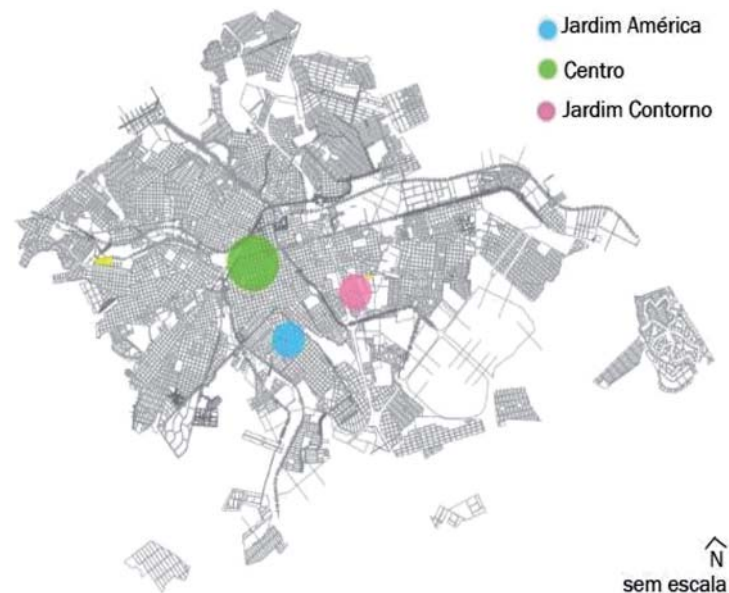
feita nessas calçadas, existe uma norma e orientações da Secretaria do Meio Ambiente da cidade. A lei que legisla sobre a arborização urbana é a Lei nº 4.368 de 1999. A Secretaria do Meio Ambiente disponibiliza folhetos explicativos sobre o plantio, a manutenção e a poda das árvores, além de fornecer cursos de poda para moradores interessados. E caso o proprietário do lote não possa comprar uma muda de árvore, esta pode ser solicitada à prefeitura que fará a entrega de uma muda gratuitamente.

Situação das calçadas na cidade de Bauru

É possível perceber nos bairros residenciais mais antigos de Bauru o quanto as calçadas foram negligenciadas nesse processo de loteamento da área do município. Há também o problema dos bairros novos que se formaram sem instalação prévia de infraestrutura e foram surgindo ao acaso sem seguir as legislações existentes.

Neste estudo de caso da cidade, foram escolhidos alguns bairros para análise da situação das calçadas e foi buscado o entendimento dos motivos que levam as calçadas ao estado em que se encontram. Os bairros foram escolhidos de acordo com seus diferentes tipos de formação, o que resultou em diferentes situações de calçadas. Esses bairros estão destacados na figura 1.

Figura 1
Mapa da cidade destacando os bairros analisados na pesquisa

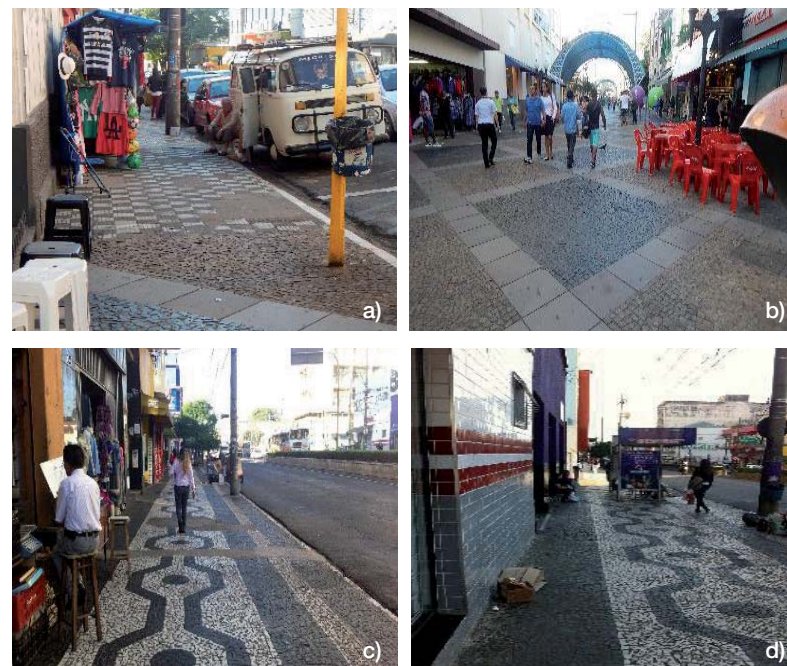


Centro

O primeiro bairro a ser analisado foi o centro, identificado em verde no mapa da cidade (figura 1). Foi a primeira formação urbana da cidade e mudou bastante desde então. No início era um local residencial e abrigava também o comércio local. As calçadas não eram adequadas aos padrões exigidos atualmente, afinal o fluxo de pessoas nas ruas era menor, assim como o trânsito, e a necessidade de proteção dos pedestres e as questões de acessibilidade não eram amplamente discutidas.

Com o crescimento da cidade, houve um esvaziamento residencial do centro, processo bastante comum nas cidades brasileiras, e as pessoas foram morar em novos bairros criados, distantes da área central. O centro então passou a ser um local quase estritamente comercial, caráter bastante reforçado nos dias de hoje, sendo então um lugar ocupado apenas em horários comerciais, deixando as ruas bastante vazias e escuras no período noturno.

Figura 2
a) Calçadas do centro ocupadas por vendedores ambulantes; b) Calçadão do centro, e ocupação com mesas; c) Calçadas do centro reparadas; d) Calçadas do centro em locais com ponto de ônibus



Para preservar o local e garantir a segurança de todas as pessoas que circulam pela cidade, foram adotadas algumas regras para as calçadas, que deveriam ter 3 m de largura, não terem desníveis e contarem com materiais antiderrapantes (figura 2-c). O centro tem ainda o calçadão na rua principal do comércio para garantir segurança e facilitar a mobilidade dos consumidores (figura 2-b) (Bauru, 2008).

Nas visitas foi possível notar que as calçadas são bem amplas, porém são usadas de diversas formas, e isso faz com que em alguns locais se tornem apertadas e inadequadas (figura 2-a). Locais com pontos de ônibus tendem a ser áreas de acúmulo de pessoas e podem chegar a bloquear totalmente a passagem na calçada (figura 2-d). O mesmo acontece em áreas com vendedores ambulantes, onde seria necessário maior espaço livre (figura 2-a).

Jardim América

O segundo bairro a ser estudado foi o Jardim América, identificado em azul no mapa da cidade. Um bairro antigo da cidade e com caráter residencial desde seu surgimento até a atualidade. O bairro fica na zona sul da cidade e recebeu muitos investimentos em arborização e infraestrutura, mas como cresceu sem um código a ser seguido, as calçadas eram construídas pelos moradores que as adaptaram para resolver problemas de acesso individuais das residências.

Como o bairro se manteve com sua formação original, muitas das calçadas são bastante irregulares, e de tamanho insuficiente (figura 3-a). Na época do loteamento, as dimensões utilizadas para execução das calçadas eram menores e hoje, com as casas consolidadas e um bairro com movimentação local de pedestres, isso não foi alterado. Muitas delas apresentam menos de 3 m de largura, algumas até com 1 m, e sem respeitar o passeio livre, com árvores, lixeiras ou postes criando obstáculos no caminho. As calçadas apresentam também muitos desníveis com rampas de entrada em garagens e rebaixamento irregular de guias. Algumas calçadas são formadas inteiramente por uma rampa ligando o nível da rua ao nível do terreno, o que cria alguns degraus entre um lote e outro (figura 3-b). Os terrenos vazios encontrados no bairro, apesar de poucos, geralmente não apresentam manutenção (figura 3-c).

Jardim Contorno

O terceiro bairro a ser estudado foi o Jardim Contorno, identificado em rosa no mapa da cidade. Um bairro predominantemente residencial, que surgiu com a construção de condomínios habitacionais de

Figura 3

a) Calçadas com tamanho irregular; b) Calçadas irregulares com rampas e degraus; c) Calçadas com muito mato em frente a terreno vazio



classe média. Hoje em dia na região existem diversos condomínios residenciais prediais, o que torna a população local bastante elevada e concentrada, fazendo com que o fluxo das calçadas seja mais elevado do que em outros bairros residenciais da cidade. O bairro apresenta também alguns terrenos vazios entre os condomínios prediais.

Como as calçadas em geral foram construídas junto com os condomínios prediais, e por eles são mantidas, elas se encontram em bom estado de conservação e adequadas às normas (figura 4-b). As calçadas que apresentam problemas no bairro são de terrenos vazios que estão abandonados (figura 4-a). Dentre esses problemas, é possível encontrar buracos, falta de pavimentação e crescimento de vegetação nas trincas do pavimento. Como o terreno está sem uso atual, o proprietário acaba deixando de fazer a manutenção das calçadas, e a falta de fiscalização juntamente com a dificuldade de comunicação com o proprietário perpetuam o problema. Quanto à dimensão das calçadas do bairro, quase todas apresentam 3 m de largura e respeitam o passeio público livre de obstáculos e nivelados (figura 4-c).

Figura 4

a) Estado de conservação da calçada em terreno vazio; b) Estado de conservação da calçada em frente aos condomínios; c) Estado de conservação da calçada em frente à praça pública



Entrevista com usuários e proprietários dos lotes

Para obter a opinião da população sobre as calçadas da cidade e as leis que definem as regras quanto a isso, foram realizadas duas entrevistas, uma delas destinada aos usuários das calçadas como pedestres (quadro 1) e outra destinada aos proprietários de lotes na cidade (quadro 2). A entrevista foi desenvolvida para ser facilmente aplicada aos pedestres da cidade de forma objetiva. Foram entrevistadas 120 pessoas, dentre elas 90 usuários, sendo 30 de cada uma das três áreas analisadas da cidade; e 30 proprietários que residem em algum dos bairros analisados na pesquisa.

No caso dos usuários, as respostas foram bastante semelhantes. Quando perguntados sobre o estado das calçadas da cidade, a maioria das pessoas considera que estão ruins de modo geral. Os problemas mais citados como obstáculos para a passagem dos pedestres são os buracos, os desníveis e árvores inadequadas, com copas baixas e largas.

Quanto ao tamanho das calçadas, a grande maioria (91%) dos usuários respondeu que acha inadequado, até mesmo no centro, onde as calçadas têm 3 metros de largura, pois como recebem grande quantidade de pessoas e possuem muitos pontos de ônibus, além de vendedores ambulantes, esta largura se torna insuficiente. Nos bairros residenciais, apesar do pouco fluxo de pessoas e da menor quantidade de pontos de ônibus, a largura das calçadas é pequena e quase sempre ocupada por postes, lixeiras ou árvores. Apenas no Jardim Contorno alguns usuários responderam que o tamanho das calçadas era adequado ao pouco movimento do bairro.

Quando perguntado aos usuários o que poderia ser feito em termos de melhorias, as respostas vieram sempre no sentido de resolver problemas como buracos e desníveis (39%), aumento da largura (28%), melhoria na iluminação (13%), colocação de piso tátil (8%), mais arborização (7%), e rebaixamento das guias (5%). Com relação à iluminação percebeu-se uma maior preocupação na área central, pois no período noturno muitas pessoas se sentem inseguras nessa região. Uma vez que o bairro é predominantemente comercial, no período noturno as lojas estão fechadas e há pouca movimentação e iluminação. Alguns moradores do Jardim Contorno destacaram a pouca iluminação que provém das lâmpadas dos postes municipais, que parecem ser insuficientes para iluminar toda a via.

Em relação a quem deveria ter a responsabilidade pela manutenção das calçadas da cidade, a totalidade dos respondentes apontou que essa deveria ser da prefeitura. Muitos alegaram que a fiscalização não é feita adequadamente e que os problemas continuam sempre a existir mesmo que se façam denúncias.

Com relação ao conhecimento das leis sobre calçadas do município, 98% dos usuários entrevistados afirmaram desconhecer leis a respeito das calçadas. Apenas um morador do Jardim Contorno afirmou se lembrar de ler

no jornal a respeito da Lei das Calçadas da cidade, e um estudante de Arquitetura, abordado no centro, disse conhecer a NBR 9050 e as leis municipais para aprovação de projetos na prefeitura. Acerca dos responsáveis por acidentes em calçadas, todos os usuários apontaram que a responsabilidade é do proprietário. E mais da metade dos entrevistados respondeu que processaria os donos do lote referente à calçada caso sofressem algum dano. Quando perguntados se sabiam que poderiam responsabilizar a prefeitura, todos os entrevistados de todos os bairros analisados responderam que não conheciam essa possibilidade.

No caso dos proprietários, quando perguntados sobre com que frequência cuidam de suas calçadas, a maioria respondeu que fazia a manutenção apenas quando necessário (73%), outros, com jardins nas calçadas, afirmaram cuidar de mantê-los adequados uma vez por mês (17%), cortando a grama ou podando as árvores, e algumas pessoas disseram não arrumar os problemas de suas calçadas por não poderem pagar por isso no momento (10%). Quanto à dificuldade de manter as calçadas em perfeito estado, as respostas em todos os bairros variaram entre o alto custo para a execução e manutenção do calçamento (33%) e, no caso das calçadas com jardins, os entrevistados alegaram falta de tempo disponível (67%) para executar o serviço.

Sobre as multas para proprietários que não fazem a manutenção das calçadas, todos os entrevistados, em todos os bairros analisados, afirmaram nunca terem recebido uma multa, mesmo aqueles com calçadas inadequadas, e alguns disseram que poucas vezes ouviram falar em pessoas multadas por esse motivo. E quanto à questão de quem deveria ser responsável pela manutenção das calçadas, a maioria (98%) dos entrevistados respondeu acreditar que essa responsabilidade deveria ser da prefeitura e não dos proprietários dos lotes.

Acerca do conhecimento sobre as leis de calçadas, muitos proprietários (55%) diziam conhecer as leis, mas não sabiam responder quais as leis eram conhecidas por eles. Sobre a possibilidade de serem acionados judicialmente caso ocorresse um acidente em suas calçadas, a maioria (98%) respondeu estar ciente dos riscos e que faz o possível para manter as calçadas em ordem.

Compilação das melhores ações

Os entraves para que as calçadas sejam acessíveis e adequadas são muitos, indo desde problemas de definição dos responsáveis por essas calçadas até a falta de orientação para a construção dos passeios, a falta de fiscalização, a mão de obra pouco qualificada, a dificuldade financeira e problemas topográficos. E todas essas questões acabam sendo bem particulares de cada cidade, existindo por diferentes causas e diferentes possíveis soluções.



www.antp.org.br

Algumas cidades como Londrina no Paraná (Dutra; Vecchiatti, 2009), São José dos Campos em São Paulo, Belo Horizonte em Minas Gerais (Costa, 2008) e Vitória no Espírito Santo (Prefeitura de Vitória, 2011) desenvolveram programas com etapas envolvendo vários agentes públicos e privados para a melhoria das calçadas de suas cidades. Tais programas produziram bons e significativos resultados e podem servir de exemplo para outras cidades, já que suas estratégias podem ser adaptadas a todos os locais. As informações sobre os programas estão divulgadas nos sites das referidas prefeituras.

Dentre essas cidades estudadas como bons exemplos, destaca-se que a primeira ação tomada pelo poder público para constituir uma cidade com boas calçadas é a análise local, o estudo desses entraves e dos problemas que cada cidade, ou parte dela, apresenta para discutir com a população e profissionais da área e, em conjunto, propor soluções. Esse é outro destaque das cidades estudadas, todas agem em conjunto, unindo o poder público, população, profissionais e interessados para que todas as partes possam arcar com as responsabilidades que serão criadas.

Pode-se dizer também que, ao contrário de Bauru, SP, as prefeituras das cidades que alcançam sucesso nas políticas de calçadas assumem um compromisso maior do que apenas fiscalizar. São realizados estudos em todo o território, convocando discussões, criando cartilhas e diretrizes específicas para cada área, oferecendo profissionalização da mão de obra e garantindo que os locais públicos estejam de acordo com as leis e normas.

Entre as soluções projetuais encontradas se destacam: a canalização dos fluxos, significando a marcação do caminho para pedestres, impedindo travessias em lugares impróprios, o que garante segurança; elevação da faixa de pedestre, para que este continue em nível; e, em casos de extremo perigo de travessia, propostas de passarelas elevadas.

Destacam-se também questões como o alargamento das calçadas, que quase sempre são insuficientes para o fluxo diário que recebem, o respeito ao passeio público livre, mantendo a arborização e os equipamentos urbanos na faixa de serviço, e a criação de canteiros centrais em avenidas, facilitando a travessia em duas etapas. Surge também a possibilidade de deixar as esquinas mais livres e abertas, melhorando a visibilidade tanto do pedestre como dos motoristas.

Há a preocupação também em relação aos materiais usados, que devem ser resistentes, facilmente substituíveis, antiderrapantes e contínuos, garantindo segurança, acessibilidade e facilidade na manutenção desse piso, assim como a instalação de pisos táteis que são importantes, mas também devem ser usados com cautela em lugares que se mostram necessários a partir de estudos urbanos.

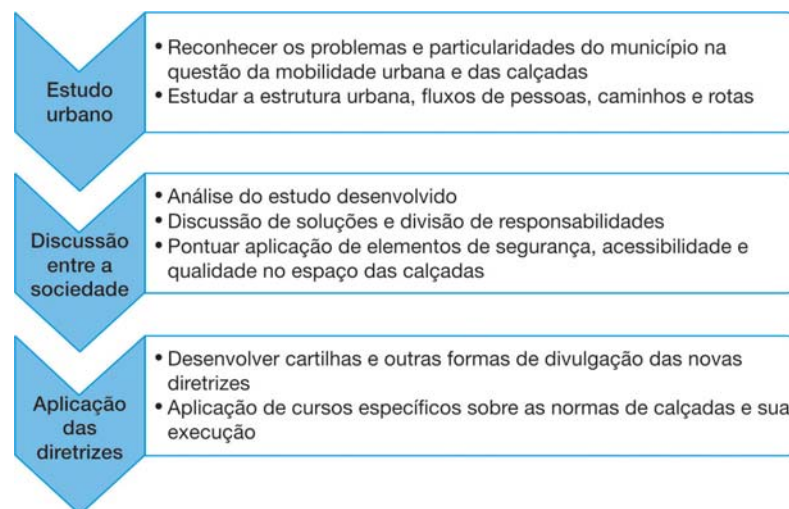


Todas essas mudanças são locais e pontuais, e nem sempre simples de serem colocadas em prática. No entanto, é importante que a cidade inclua a prioridade dos pedestres em seu plano diretor e de mobilidade para que todas as operações urbanas realizadas na cidade, assim como seu desenvolvimento, aconteçam pautadas por essa priorização.

Para auxiliar nesse processo de melhoria das calçadas da cidade existem diversas cartilhas já desenvolvidas que podem servir como base, e muitas leis criadas pelo governo que criam direcionamentos para as diretrizes que devem ser implantadas na cidade. A Associação Nacional dos Transportes Públicos lança estudos anuais e cadernos com novas informações e conteúdos acerca de todos os deslocamentos realizados nas áreas urbanas, lançando ainda algumas diretrizes (ANTP, 2015).

É preciso destacar ainda a necessidade de maior envolvimento de profissionais de urbanismo e engenharia nas questões das calçadas e acessibilidade urbana, uma vez que o debate da acessibilidade das calçadas deve ter um enfoque participativo. A figura 5 apresenta um resumo das diretrizes básicas para se atingir calçadas acessíveis nos municípios. Outra ação nesse sentido a ser realizada seria a conscientização da população, através de propagandas na televisão, entrega de panfletos educativos nas residências e parcerias com escolas ou centros de bairro para realização de palestras ou reuniões para discussão sobre o tema.

Figura 5
Resumo das diretrizes básicas propostas para calçadas acessíveis



CONCLUSÃO

As calçadas são os primeiros espaços que determinam a acessibilidade e a qualidade da mobilidade urbana. No Brasil muitas dessas calçadas apresentam problemas e falta de manutenção, tornando o caminhar pela cidade uma tarefa difícil e muitas vezes perigosa. Esta pesquisa teve o caráter exploratório no intuito de identificar os principais entraves para a obtenção de calçadas acessíveis.

A responsabilidade por essas calçadas gera discussões entre quem acredita que é papel do poder público, garantido pela Constituição, argumento defendido por alguns juristas e proprietários de lotes, e aqueles que afirmam que a responsabilidade foi transferida aos proprietários por meio de leis reguladoras dos municípios. Esse impasse é o principal entrave para o encontro de um plano eficiente para as calçadas em muitas cidades brasileiras, enquanto a prefeitura se esquivava da responsabilidade e não garante efetiva fiscalização. Muitos dos proprietários de terras na cidade não se sentem responsáveis ou têm dificuldades em manter sozinhos as calçadas em bom estado, além da falta de informação sobre as normas que deveriam ser seguidas.

Como visto na compilação dos bons exemplos de cidades que conseguiram pôr em prática planos efetivos para calçadas acessíveis, foi essencial estabelecer parcerias entre moradores, profissionais da área e poder público que, juntos, determinaram os caminhos e ações a serem seguidas.

A solução para esses entraves estudados se concentra no estudo e análise do território urbano para que, em conjunto, todos os agentes da sociedade possam determinar diretrizes específicas para a cidade, levando em conta suas particularidades, necessidades e dificuldades. Esta pesquisa teve as limitações de um estudo exploratório e proporciona uma descrição genérica da realidade observada.

A recomendação para outros trabalhos é o aprofundamento do impasse das legislações que determinam a responsabilidade sobre a manutenção das calçadas e propostas de modificações nas ementas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, e Engenharia Civil que possam trazer uma estrutura mais transversal sobre este tema nos currículos universitários.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp – processo 2016/00737-1 – pela verba concedida para a realização desta pesquisa e a todos os entrevistados que participaram da pesquisa.



www.antp.org.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO CIDADE A PÉ. Péssimo estado de conservação de calçadas. Disponível em: <http://cidadeape.org/2015/03/17/maratona-de-mapeamento-de-calçadas-dia-28-em-todo-o-brasil-participe/calçadas-de-sao-paulo-estao-em-pessimo-estado-de-conservacao/>. São Paulo, 2017.
- ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistemas de Informação de Mobilidade Urbana. Relatório geral de 2008. São Paulo, 2008.
- _____. Relatório comparativo 2003 a 2013. São Paulo, 2015.
- _____. Modo de transporte: Calçada. Ivan Metran Whately. São Paulo, 2015.
- AUSTIN, Texas. Sidewalk repair. 2016. Disponível em: <<http://www.austintexas.gov/service/sidewalk-repair>>. Acesso em: dez. 2016.
- BAURU. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento. Plano Diretor de Bauru 1996: coleta de dados, levantamentos, diagnósticos. Lei nº 4.126/1996. Bauru: Seplan/DAE, 1997.
- _____. Lei nº 5.631 de 22 de agosto de 2008.
- BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 5 out. 1988.
- _____. Código Civil. 46ª edição. São Paulo: Saraiva, 1995.
- _____. Lei Federal nº 7.853. Brasília: Senado Federal, 1989.
- _____. Decreto nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Disponível em: <<http://www.estatutodacidade.org.br/>>. Acesso em: dez. 2015.
- _____. Decreto-Lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal. 2004.
- _____. Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 2000a.
- _____. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 2000b.
- _____. Ministério das Cidades. Brasil Acessível. Programa brasileiro de acessibilidade urbana. Cadernos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Semob.
- _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Manual de referência para a acessibilidade de pessoas com restrição de mobilidade. Brasília, DF, jun. 2004.
- _____. Lei nº 9.503, de 25 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro.
- _____. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, 2012.

- BONI, Valdete & QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*, vol. 2, nº 1 (3), jan.-jul./2005, p. 68-80. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/viewFile/18027/16976>. Acesso em: 2 jan. 2017.
- CONTE, Eduardo Pinheiro. *As calçadas públicas urbanas e a responsabilidade quanto à sua construção e conservação*. Lajeado: Univates, 2014.
- COSTA, Rosemary Coelho Monferrari. *Medidas facilitadoras à mobilidade e segurança do pedestre na área urbana*. Belo Horizonte, MG: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Cefet/MG, dezembro de 2008.
- DAILY NEWS. City of LA to repair sidewalks for now, but it's on property owners in the future. 2016. Disponível em: <http://www.dailynews.com/government-and-politics/20160329/city-of-la-to-repair-sidewalks-for-now-but-its-on-property-owners-in-the-future>. Acesso em: dez. 2016.
- DC. GOV. Sidewalk repair. 2016. Disponível em: <http://ddot.dc.gov/service/sidewalk-repair>. Acesso em: dez. 2016.
- DUTRA, Cristiane Biazzono & VECCHIATTI, Simone de Oliveira Fernandes. “Calçada para todos” – um programa de acessibilidade para a cidade de Londrina. *Revista dos Transportes Públicos*, ANTP, ano 31, 2009, 1º quadrimestre.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- IBGE. Censo populacional 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bauru/panorama>. Bauru, 2010.
- ITDP. Índice de caminhabilidade: ferramenta. 2016. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/indice-de-caminhabilidade-ferramenta/>. Acesso em: dez. 2016.
- MELLO, Celso Antônio Bandeira de. *Curso de Direito Administrativo*. 15ª edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2003.
- MEMPHIS. Engineering Division. Disponível em: [http://www.memphistn.gov/Government/EngineeringDivision/FrequentlyAskedQuestions\(FAQs\).aspx](http://www.memphistn.gov/Government/EngineeringDivision/FrequentlyAskedQuestions(FAQs).aspx). Acesso em: dez. 2016.
- NYC DOT. Sidewalk repair. 2016. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/html/infrastructure/sidewalk-repair.shtml>. Acesso em: dez. 2016.
- ORGANIZAÇÃO MOBILIZE. Projeto “Calçada para todos” transforma Londrina. 2013. Disponível em: <http://www.mobilize.org.br/noticias/5113/projeto-calcada-para-todos-transforma-londrina.html>. Acesso em: jan. 2016.
- PATI, Camila. As 15 melhores universidades do Brasil em 2016: Brasil é destaque do novo ranking de educação superior publicado hoje pela Times Higher Education. 2016. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/carreira/as-15-melhores-universidades-do-brasil-em-2016/>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- PREFEITURA DE VITÓRIA, ES. Calçada Cidadã. 2011. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/prefeitura/calcadacidada>. Acesso em: jan. 2016.
- SAN DIEGO. Sidewalks. 2016. Disponível em: <https://www.sandiego.gov/street-div/services/roadways/sidewalk>. Acesso em: dez. 2016.
- SILVA, Francisco Macena da. Cuidar de calçadas é dever só da prefeitura? Publicado na seção Tendências/Debates da *Folha de S. Paulo*. 2013. Disponível em: <http://solucoesparacidades.com.br/blog/cuidar-de-calcadas-e-dever-so-da-prefeitura/>. Acesso em: 14 out. 2016.
- ZATTAR, Neuza. Calçadas: espaços públicos ou privados. Cáceres: Unemat, 2008. Disponível em: http://www.revistalinguas.com/edicao23_24/artigo5.html#_edn1. Acesso em: ago. 2016.



www.antp.org.br



Sistema de Informações da Mobilidade Urbana

O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana desenvolvido pela ANTP, em parceria com o BNDES, consiste em banco de dados e informações especialmente desenhado para permitir, aos setores públicos federal, estaduais e municipais, o adequado acompanhamento das várias facetas de caráter econômico e social envolvidas na dinâmica do transporte e trânsito urbanos dos municípios brasileiros com população superior a 60 mil habitantes.

O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana foi desenvolvido para agregar mais de 150 dados básicos dos 438 municípios, com 60.000 ou mais habitantes em 2003, obtidos por meio de questionário enviado pela ANTP e preenchidos pelos responsáveis do transporte e trânsito municipais e metropolitanos. A abrangência das áreas consideradas são as seguintes: ônibus municipais; ônibus metropolitanos; metroferroviário; trânsito e mobilidade urbana.

Consulte o Sistema de Informações da Mobilidade Urbana no site da ANTP - www.antp.org.br

Avaliação da distribuição de viagens na cidade do Rio de Janeiro

Bruno Morais Lemos

Universidade Severino Sombra - USS/RJ
E-mail: bruno.lemos@pet.coppe.ufrj.br

Romulo Dante Orrico Filho

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

Marcelino Aurélio Vieira da Silva

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

Programa de Engenharia de Transportes do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)



Todos os dias pessoas se deslocam entre e dentro de cidades, gerando, em alguns centros urbanos, trânsito, poluição sonora e do ar. Neste contexto, é preciso melhorar as condições de deslocamento dos viajantes, sendo os modelos de distribuição de viagens ferramentas fundamentais nos processos de planejamento de sistemas de transporte urbanos e interurbanos.

Conforme pode ser verificado na literatura especializada, desde os anos 1950, um grande número de modelos de distribuição de viagens tem sido avaliado. Entre eles, o modelo gravitacional ocupa uma importante posição (Gonçalves & Cursi, 2001). As aplicações e variações do modelo gravitacional foram desenvolvidas e testadas em diferentes cenários, como os encontrados em Jung *et al.* (2008), De Vries *et al.* (2009), Gargiulo *et al.* (2012) e Chen (2015).

Utilizando outra abordagem, Stouffer desenvolveu um modelo de oportunidades intervenientes, assumindo que não há necessariamente relação entre mobilidade e distância (Stouffer, 1940).

Ambos os modelos podem ser expressos como a probabilidade de deslocar-se de um lugar para o outro, chamado lei de distribuição de viagens. Baseando-se nessa probabilidade de distribuição, o número total de viagens pode então ser simulado usando diferentes modelos de distribuição de viagens (Lenormand *et al.*, 2016).

A importância deste trabalho está no fato de buscar um melhor modelo de distribuição de viagens, bem como tentar estabelecer uma nova maneira de definir as oportunidades intervenientes. Sua relevância tem como ponto central a estimativa de uma matriz de viagens para a



www.antp.org.br

cidade do Rio de Janeiro, baseada em dados sociodemográficos. De acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade possui população de 6.320.446 habitantes, sendo considerada a 2ª cidade brasileira mais populosa e com uma área territorial de 1.200,179 km² (IBGE, 2010).

Esta pesquisa trata o problema de distribuição de viagens na cidade do Rio de Janeiro, testando dois modelos matemáticos de distribuição: (1) modelo de oportunidades intervenientes reformulado por Schneider (1959) e (2) modelo modificado de oportunidades intervenientes.

As hipóteses desta pesquisa centram-se em dois pontos: a) as oportunidades intervenientes utilizadas para explicar o número de viagens entre uma zona de origem *i* e uma zona destino *j* não são necessariamente encontradas apenas na distância (ou tempo) compreendida entre elas, podendo haver um percentual δ que, somado a essa distância, melhor explique os descolamentos entre origem e destino (O-D) e; b) é possível estimar uma matriz O-D para a cidade do Rio de Janeiro utilizando oportunidades intervenientes.

O objetivo central deste trabalho é desenvolver e testar empiricamente um modelo modificado de oportunidades intervenientes (MMO), baseado na inserção de parâmetros nas variáveis de atração e produção e na mudança da maneira de se definir as oportunidades intervenientes.

No que tange ao modelo de distribuição de viagens, serão validados empiricamente dois modelos, sendo um deles o probabilístico clássico e outro uma derivação de um modelo híbrido entrópico de oportunidades.

Este artigo está organizado nesta introdução e outras quatro seções. Na segunda seção é feita uma revisão bibliográfica sobre modelos de distribuição de viagens baseados em oportunidades intervenientes e a maneira de defini-las. Na terceira seção são apresentados os materiais e métodos utilizados pela pesquisa. A quarta seção discute e compara os resultados obtidos por meio de dois modelos de distribuição de viagens e duas figuras geométricas utilizadas para definir as oportunidades intervenientes. Na quinta seção são realizadas as considerações finais.

REVISÃO DE LITERATURA

Modelos de oportunidades intervenientes (MOI)

O conceito de oportunidades intervenientes pode ser entendido como: “o número de pessoas que se dirigem a uma determinada distância é diretamente proporcional ao número de oportunidades naquela distância e inversamente proporcional ao número de oportunidades intervenientes” (Stouffer, 1940).

Em meados de 1950, Stouffer reformulou sua teoria de migração competitiva e oportunidades intervenientes, testando o modelo revisado com dados do Censo de 1940, com relação a 116 fluxos de migração em grandes cidades dos EUA.

Ao final da década de 1950, Schneider (1959) fez uma revisão teórica sobre distribuição de viagens, contemplando o modelo gravitacional e a teoria de Stouffer. Anos depois, Galle e Taeuber (1966) realizaram uma replicação da pesquisa de Stouffer utilizando dados de migração intermetropolitana entre os anos de 1955 e 1960.

O modelo reformulado por Schneider (1959) é apresentado na equação 1 e será denominado neste trabalho como modelo original de oportunidades intervenientes (MOO).

$$P[i/j] = k_i e^{-\lambda W_{ij}} (1 - e^{-\lambda S_j}), \quad (1)$$

em que: $P[i/j]$ é a probabilidade de uma viagem que se origina em i terminar na zona j ;

k_i é o fator de balanceamento;

λ é uma constante de probabilidade de uma oportunidade ser aceita em um destino;

w_{ij} é o número de oportunidades que se interpõem entre as zonas i e j ;

S_j é o número de oportunidades na zona j .

Lenormand *et al.* (2016), em sua pesquisa, utilizaram dados de seis países, a saber: Inglaterra e Gales, França, Itália, México, Espanha e EUA. Neste trabalho, os autores testam os modelos gravitacional e de oportunidades intervenientes.

Dentre os modelos de oportunidades intervenientes pesquisados, Akwawua e Pooler (2001) desenvolvem um modelo baseado não apenas no tamanho do destino ou sua distância, mas na combinação destes dois fatores que chamam de dominância espacial (Pooler, 1992). Para testar o modelo desenvolvido, os autores realizaram um teste empírico com os dados de migração de quarenta e oito estados dos Estados Unidos.

Em meados da década de 1980, Wills (1986) desenvolveu um modelo de distribuição de viagens denominado gravitacional flexível de oportunidades. Neste modelo as formas padrão do modelo de gravidade e oportunidades são obtidas como casos especiais de uma oportunidade.

Com o intuito de considerar tanto o custo da viagem quanto as oportunidades intervenientes Gonçalves (1992) desenvolve e testa, por meio de uma pesquisa com passageiros de ônibus, realizada em setenta e sete cidades de Santa Catarina – Brasil, um modelo integrado gravitacional de

oportunidades. Este modelo híbrido traz junto os modelos gravitacional e de oportunidades intervenientes, que incorporam a separação espacial entre as zonas de origem e destino, tanto quanto as oportunidades entre elas (Almeida e Gonçalves, 2001).

O modelo desenvolvido por Gonçalves (1992) é apresentado na equação 2.

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j e^{-\beta c_{ij} - \lambda w_{ij}}, \quad (2)$$

Em que:

A_i e B_j são denominados fatores de balanceamento;

T_{ij} é o total de viagens entre a zona de origem i e a zona de destino j ;

O_i é o total de viagens produzidas na origem;

D_j é o total de viagens atraídas no destino;

β e λ são parâmetros de impedância;

c_{ij} é a impedância entre i e j , neste trabalho utilizado o tempo de viagem;

w_{ij} são as oportunidades intervenientes entre a zona de origem i e de destino j .

Considerando as oportunidades de emprego, Gargiulo *et al.* (2012) desenvolveram um modelo que realiza uma simulação de deslocamentos da população rural de regiões da França, Alemanha e Reino Unido. Esta pesquisa corrobora o trabalho de Thomas e Tutert (2013) ao afirmar que, do ponto de vista econômico, trabalhadores provavelmente escolherão empregos com custos mínimos de deslocamento que devem ter efeitos favoráveis sobre a quantidade de tráfego.

Outra derivação do MOI é apresentada por Nazem *et al.* (2013), em que abordam um modelo integrado de oportunidades intervenientes, analisando viagens que utilizaram transporte público para fins de trabalho e estudo. A pesquisa considera dados sociodemográficos, socioeconômicos e características do transporte público, e foi realizada no ano de 2008 na Grande Montreal – Canadá.

Silva e D'Agosto (2013) formulam um modelo de distribuição de viagens baseado no modelo gravitacional restrito, para estimar a matriz O-D do fluxo de exportação de soja no Brasil e nele inserem parâmetros nas variáveis de atração e produção. O modelo proposto pelos autores mostra-se promissor, apresentando como resultado de sua predição um coeficiente de determinação acima de 90%.

Este artigo propõe uma alteração no modelo gravitacional de oportunidades apresentado por Gonçalves (1992) (equação 2) e baseado na proposta de Silva e D'Agosto (2013), denominado como modelo modificado de oportunidades intervenientes (MMO). Esta alteração é feita



www.antp.org.br

por meio da inserção de parâmetros nas variáveis de atração (O_i) e produção (D_j). A mudança proposta pode ser verificada na equação 3.

$$T_{ij} = A_i O_i^\alpha B_j D_j^\theta e^{-\beta c_{ij} - \lambda w_{ij}}, \quad (3)$$

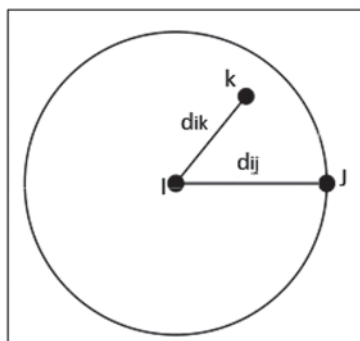
Em que: α e θ são parâmetros inseridos no modelo proposto e as demais variáveis já foram explicadas na apresentação da equação 2.

Definição das oportunidades

Em 1960, Stouffer reformula sua própria teoria (Stouffer, 1940), com o objetivo de determinar as oportunidades intervenientes entre uma cidade de origem i e seu destino j (Stouffer, 1960). Este trabalho prevê os fluxos migratórios entre as cidades de St. Louis, Denver, Nova York e Los Angeles. O procedimento é proposto conforme segue: (1) conecta-se as duas cidades por uma linha reta; (2) desenha-se um círculo com esta linha como diâmetro; (3) contam-se as oportunidades dentro deste círculo.

Este trabalho optou em não utilizar o diâmetro, mas o raio do círculo como distância entre a origem e o destino. Ao utilizar o diâmetro não se consideram as oportunidades que estão próximas da origem, porém fora do círculo. Entretanto, ao utilizar o raio do círculo como distância entre origem e destino, consideram-se as oportunidades intervenientes que estão a uma distância d_{ik} menor que d_{ij} em qualquer sentido a partir da origem i , conforme pode ser observado na figura 1.

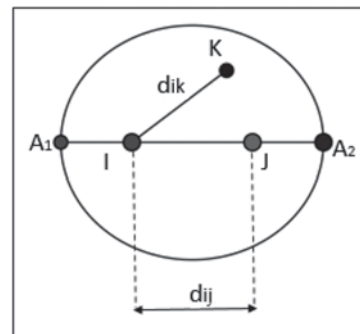
Figura 1
Figura geométrica círculo para definição das oportunidades



Em seu trabalho, Stouffer informa que a escolha do círculo foi realizada de forma arbitrária, em função da simplicidade de sua utilização e que, ao invés do círculo, poderia ser usada uma elipse ou outra região qualquer que fosse mais conveniente (Gonçalves, 1992).

Torna-se oportuno explicitar a adaptação do método proposto por Stouffer (1960) realizada por este trabalho. Conforme indicado pelo autor, utilizou-se nesta pesquisa também a figura geométrica da elipse para delimitar as oportunidades intervenientes. Neste caso, a origem i e destino j foram considerados os focos da elipse e k um ponto qualquer dentro da área delimitada pela referida figura geométrica. A figura 2 faz a ilustração desta relação.

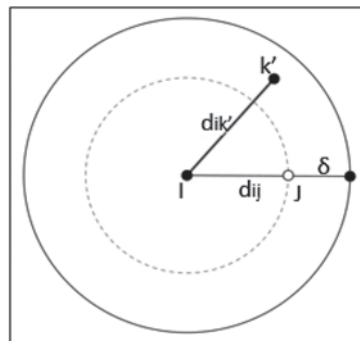
Figura 2
Figura geométrica elipse para definição das oportunidades



Ainda no que tange à definição das oportunidades intervenientes, com o intuito de atingir o objetivo desta pesquisa e corroborar uma de suas hipóteses, foi realizado para o círculo um aumento baseado em um percentual δ na distância d_{ij} (figura 3), considerando as oportunidades a uma distância d_{ik} menor que $d_{ij} + \delta$, denotado pela equação 4.

$$d_{ik} < d_{ij} + \delta, \quad \forall \delta \mid \delta \geq 0 \quad (4)$$

Figura 3
Modificação da figura geométrica círculo para definição das oportunidades

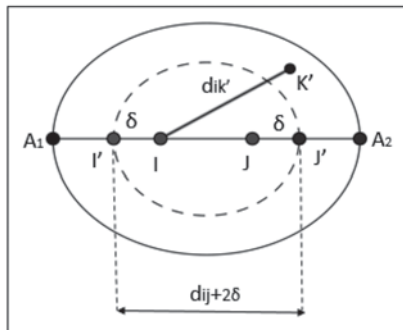


Analogamente ao círculo, foi considerado para a elipse um aumento baseado em um percentual δ na distância d_{ij} (figura 4), conforme pode ser verificado na equação 5.

$$d_{ik} + d_{kj} < d_{ij} + 2\delta, \forall \delta \geq 0 \quad (5)$$

Figura 4

Modificação da figura geométrica elipse para definição das oportunidades



O valor de δ será definido pelo percentual de aumento da distância d_{ij} correspondente a maior correlação entre as viagens observadas (T_{ij}^*) e as oportunidades encontradas. Este procedimento será detalhado no item “Modelo original de oportunidades intervenientes (MOO)” deste artigo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

A pesquisa foi realizada com base em informações de deslocamentos de pessoas no município do Rio de Janeiro e os dados utilizados para compor a matriz observada de viagens (T_{ij}^*) foram obtidos a partir do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU) (PDTU-RMRJ, 2003). O PDTU foi um estudo criterioso e detalhado sobre o sistema de transporte urbano na Região Metropolitana do Rio de Janeiro – Brasil, elaborado pela Secretaria de Estado de Transportes (Setrans). Neste trabalho, decidiu-se utilizar como origem e destino as 33 regiões administrativas existentes na cidade do Rio de Janeiro.

Foram consideradas as pessoas que se deslocavam da sua residência para o trabalho, no horário de 6h às 10h da manhã, totalizando 1.770.859 viagens. Essa divisão segue as recomendações de Wilson (1970), assim como de outros pesquisadores que realizaram seus trabalhos baseados em dados de viagens com este propósito ou em horário de pico, conforme os trabalhos de: Raphael (1998); Dickey e Hunter (1970); Okabe (1977); Rouwendal e Nijkamp (2004); Griffith (2009); De Vries *et al.* (2009); De Grange *et al.* (2011); Nazem *et al.*

(2011); Gargiulo *et al.* (2012); Simini *et al.* (2012); Masucci *et al.* (2013); Nazem *et al.* (2013, 2015) e Lenormand *et al.* (2014, 2016).

As oportunidades intervenientes foram obtidas a partir de dados disponibilizados pelo Instituto Pereira Passos (BDA RIO, 2010). Foram consideradas como oportunidades intervenientes o número de empregos e matrículas escolares realizadas no ensino fundamental (EF) e no ensino médio (EM), e uma variável adicional denominada ensino total (ET) que foi calculada pela soma das variáveis EF e EM.

Método

O experimento foi dividido em cinco etapas que serão descritas a seguir. Na primeira etapa, os dados foram agrupados de acordo com o filtro residência x trabalho (6h às 10h). Na segunda etapa foram calculadas as oportunidades intervenientes considerando os casos de $\delta = 0$ e $\delta \neq 0$, e, para cada um deles, consideraram-se duas diferentes figuras geométricas que este trabalho denominou como círculo e elipse.

Durante a terceira etapa, realizou-se para cada caso de δ ($\delta = 0$ e $\delta \neq 0$) e cada uma das figuras geométricas utilizadas para definição das oportunidades intervenientes (etapa 2) a estimava de uma matriz O-D por meio de dois modelos, a saber: modelo original de oportunidades intervenientes (MOO) (equação 1) e modelo modificado de oportunidades intervenientes (MMO) (equação 3).

Na quarta etapa, aplicou-se o método iterativo de Furness (1970) que realizou o balanceamento das matrizes que compõem o experimento, obtendo dessa forma as novas matrizes O-D (T_{ij}). A utilização deste método pode ser encontrada nos trabalhos do Celik (2010); Thomas e Tutert (2013) e Gonçalves e Ulysséa Neto (1993).

Na quinta etapa, avaliou-se a eficácia do experimento, realizada pelo novo procedimento para a distribuição de viagens por meio do coeficiente de determinação (R^2) e índice de dissimilaridade (ID).¹

DISCUSSÃO

Modelo original de oportunidades intervenientes (MOO)

Conforme relatado, a terceira etapa do procedimento adotado utilizou o MOO (equação 1) para o cálculo da matriz O-D não balanceada e, para isso, foram consideradas as oportunidades intervenientes definidas pelas figuras geométricas estabelecidas na segunda etapa deste experimento. Em um primeiro momento, realizou-se o cálculo da

1. O ID é uma estatística que mede a porcentagem de viagens que necessitam ser realocadas entre os pares de origem-destino no intuito de a matriz de viagem estimada coincidir com a observada (Gonçalves, 1992).



matriz O-D considerando as oportunidades intervenientes (U_{ik}) existentes entre O_i e D_j , sendo ($d_{ik} < d_{ij} + \delta \mid \delta = 0$) para o círculo ou ($d_{ik} + d_{kj} < d_{ij} + 2\delta \mid \delta = 0$) para a elipse.

Objetivando validar a primeira hipótese deste trabalho, realizou-se um procedimento que consiste em aumentar a impedância d_{ij} em um percentual δ , incrementado em intervalos de 10%. A cada incremento em δ , avaliou-se a correlação entre as viagens observadas (T_{ij}^*) e as oportunidades intervenientes recalculadas (U_{ik}). O uso da correlação para avaliar a precisão de modelos de distribuição de viagem é discutido nos trabalhos de Masucci *et al.* (2013), Jung *et al.* (2008), Griffith (2009) e Black (1991). Em ambas as figuras geométricas utilizadas para determinar as oportunidades intervenientes, a variável emprego apresentou a melhor correlação com T_{ij}^* e, por esta razão, esta pesquisa optou por considerá-la como referência para os valores que serão apresentados. As correlações para cada figura geométrica desta etapa são apresentadas nas figuras 5 e 6.

Figura 5
Correlações para a figura geométrica círculo

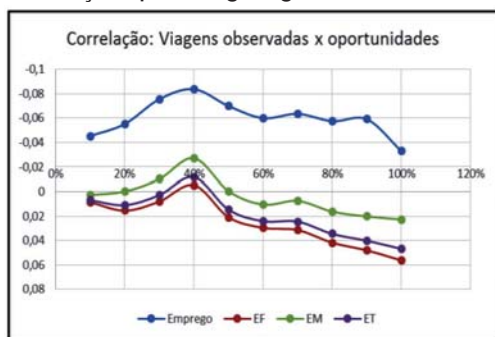
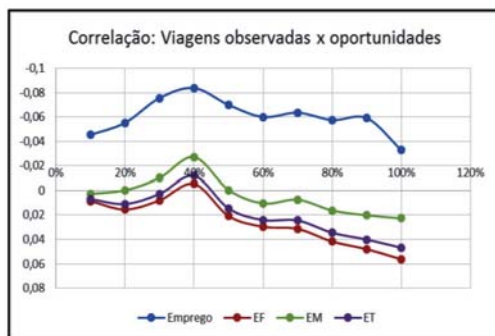


Figura 6
Correlações para a figura geométrica elipse



Em ambos os casos, foi encontrada o valor $\delta = 40\%$, correspondendo à melhor correlação entre T_{ij}^* e U_{ik} .

O fato da variável emprego ter apresentado melhor correlação com as viagens observadas (T_{ij}^*) em ambos os gráficos apresentados indica que, dentre as variáveis analisadas, a mesma possui maior significância para o modelo adotado que busca explicar as viagens entre a origem i e o destino j e, por esta razão, será a oportunidade interveniente considerada nesta pesquisa.

Os valores dos parâmetros (expoentes) λ foram obtidos por meio do método da máxima verossimilhança (Raphael, 1998; Rogerson, 1993; Sen, 1986; De Grange *et al.*, 2011; Evans, 1971 e Williams, 1976) e os resultados são apresentados em cada conjunto de dados e figura geométrica, conforme quadro 1.

Quadro 1
Parâmetros encontrados

Figura geométrica	Valores para λ	
	$\delta = 0$	$\delta \neq 0$
Círculo	$5,344224 \cdot 10^{-6}$	$2,478805 \cdot 10^{-6}$
Elipse	$1,506779 \cdot 10^{-5}$	$5,224857 \cdot 10^{-6}$

Ao realizar a quarta etapa, aplicou-se por meio método interativo de Furness (1970) o balanceamento das quatro novas matrizes definidas neste segundo momento do experimento, obtendo-se dessa forma as novas matrizes O-D (T_{ij}).

Na quinta etapa, avaliou-se o novo procedimento para a distribuição de viagens por meio do índice de dissimilaridade (ID) e do coeficiente de determinação (R^2). Os resultados são exibidos no quadro 2.

Modelo modificado de oportunidades intervenientes (MMO)

Conforme relatado, durante a terceira etapa do experimento, utilizou-se também o MMO (equação 3) para o cálculo da matriz O-D não balanceada e, de maneira análoga ao relatado no item anterior, foram consideradas as oportunidades intervenientes definidas pelas figuras geométricas estabelecidas na segunda etapa deste experimento, bem como os valores encontrados para δ , nos casos da melhor correlação entre as oportunidades intervenientes (U_{ik}) e as viagens observadas (T_{ij}^*).

Os parâmetros α , θ , β e ω foram obtidos por meio do método dos mínimos quadrados (Dison e Hale, 1977; Thomas e Tutert, 2013; Chen, 2015; De Vries *et al.*, 2009). Os parâmetros (expoentes) são apresentados para cada e figura geométrica no quadro 2.

Quadro 2
Parâmetros encontrados ($\delta = 0$)

Figura geométrica	Parâmetros das variáveis			
	Produção (α)	Atração (θ)	Tempo (β)	Emprego (ω)
Círculo	0,84096228	0,75428264	-0,015578	-1,816144 . 10 ⁻⁶
Elipse	0,80863002	0,74537010	-0,022293	-

Observa-se que, para a elipse, o parâmetro ω associado à variável emprego não possui valor. Esse fato ocorre em função de não possuírem grau de significância suficiente para o modelo matemático utilizado.

Após encontrar a melhor correlação em $\delta\%$ entre U_{ik} e T_{ij}^* , as oportunidades U_{ik} foram recalculadas considerando $d_{ik} < d_{ij} + \delta\% \mid \delta \neq 0$ para o círculo ou $d_{ik} + d_{kj} < d_{ij} + 2\delta\% \mid \delta \neq 0$ para a elipse. A seguir recalculou-se novamente por meio do método dos mínimos quadrados o valor dos parâmetros $\alpha, \theta, \beta, \omega$, definindo assim uma nova matriz O-D utilizando o MMO. Os parâmetros (expoentes) encontrados são apresentados no quadro 3.

Quadro 3
Parâmetros encontrados (melhor correlação - $\delta \neq 0$)

Figura geométrica	Parâmetros das variáveis			
	Produção (α)	Atração (θ)	Tempo (β)	Emprego (ω)
Círculo	0,89269864	0,80236543	-0,015318	-2,271873 . 10 ⁻⁶
Elipse	0,82205261	0,74501916	-0,018993	-8,035805 . 10 ⁻⁶

Cumprindo a quinta etapa do experimento, apresenta-se no quadro 4 os resultados obtidos.

Comparação entre os modelos

Ao observar os resultados das matrizes estimadas (quadro 4), nota-se que, nas oito matrizes estimadas, os valores do índice de dissimilaridade (ID) e do coeficiente de determinação (R^2) melhoraram quando se utilizaram as oportunidades intervenientes de melhor correlação ($\delta \neq 0$), conforme resultados sublinhados.

Quadro 4
Resultados dos testes estatísticos das matrizes estimadas

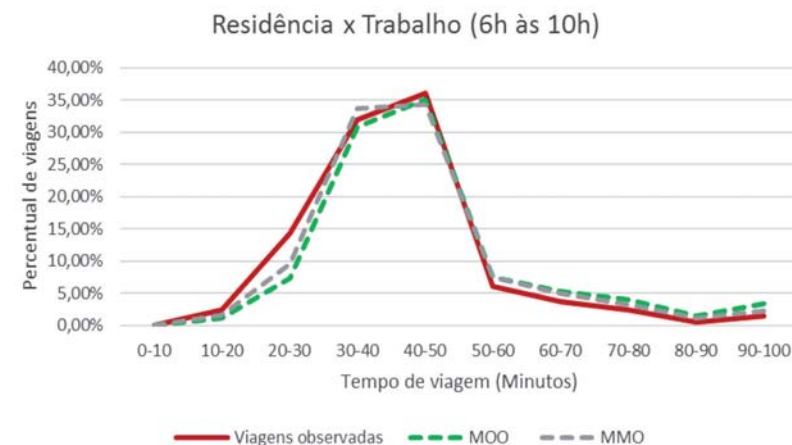
Método	Círculo				Elipse			
	$(d_{ik} < d_{ij} + \delta \mid \delta = 0)$		$(d_{ik} < d_{ij} + \delta \mid \delta \neq 0)$		$(d_{ik} + d_{kj} < d_{ij} + 2\delta \mid \delta = 0)$		$(d_{ik} + d_{kj} < d_{ij} + 2\delta \mid \delta \neq 0)$	
	ID	R ²	ID	R ²	ID	R ²	ID	R ²
MOO	25,54	0,7804	20,19	0,9283	26,46	0,8187	20,70	0,9165
MMO	21,29	0,8974	<u>18,03</u>	<u>0,9497</u>	19,80	0,9253	<u>19,72</u>	<u>0,9263</u>



Como é possível observar nos valores sublinhados, o MMO apresenta melhores resultados quando comparados nas mesmas condições (figura geométrica e valor de δ) ao MOO.

A figura 7 mostra o percentual de distribuição de viagens em relação ao tempo de viagem para ambos os modelos de distribuição de viagens testados neste trabalho com as oportunidades intervenientes determinadas pela figura geométrica círculo e com $\delta = 40\%$.

Figura 7
Comparação entre os modelos MOO e MMO – Círculo com $\delta = 40\%$



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que é possível utilizar as figuras geométricas círculo e elipse para delimitar as oportunidades intervenientes. Entretanto a figura círculo, tradicionalmente utilizada para este fim, apresentou melhores resultados na maioria dos cenários testados. Portanto, observando tais resultados e considerando a simplicidade de utilização do círculo, recomenda-se o uso desta figura para determinar as oportunidades.

Como contribuição principal deste trabalho, considera-se o alcance de seus objetivos, dado que se mostrou válido o modelo modificado de oportunidades (MMO) aqui proposto, tendo sido inclusive através dele encontrado melhor resultado, com ID = 18,03 e $R^2 = 0,9497$, utilizando o círculo e considerando um adicional de 40% da distância delimitada pelo diâmetro deste círculo ($\delta = 40\%$).

Esses resultados corroboram a primeira hipótese deste trabalho, a de que há um percentual δ que, somado a uma distância d_{ij} , melhor explica os descolamentos entre a origem (O_i) e o destino (D_j). Por conse-

quência, corrobora-se também a segunda hipótese ao mostrar ser possível estimar a matriz O-D para a cidade do Rio de Janeiro utilizando oportunidades intervenientes.

Ao se validar empiricamente a primeira hipótese deste trabalho, torna-se factível que, para se delimitar as oportunidades intervenientes, a adoção do procedimento de aumentar em 40% a distância entre a origem e o destino em ambas as figuras geométricas testadas gera melhores resultados na estimativa das viagens sem, entretanto, explicar a causa deste fenômeno. Não se sabe ainda se o valor de 40% é atribuído apenas a este experimento ou se é um comportamento a ser detectado em outros estudos.

Como trabalhos futuros, espera-se expandir a pesquisa para viagens com outros propósitos e verificar se o MMO, juntamente com a nova maneira de determinar as oportunidades intervenientes estabelecidas por este trabalho, pode ser aplicado em outras cidades com características demográficas e socioeconômicas diferentes da cidade do Rio de Janeiro. Além disso, como este trabalho não objetivou explicar a causa de se encontrar um $\delta = 40\%$, espera-se, em novos trabalhos, a tentativa de realizar um experimento que possa explicar tal fenômeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKWAWUA, S. & POOLER, J. The development of an intervening opportunities model with spatial dominance effects. *Journal of Geographical Systems*, 3, 2001, p. 69-86.
- ALMEIDA, L. M. W. & GONCALVES, M. B. A methodology to incorporate behavioral aspects in trip distribution models with an application to estimate student flow. *Environment and Planning A*, 33, 2001, p. 1.125-1.138.
- BDA RIO. Banco de dados agregado. Instituto Pereira Passos. 2010. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bdario/>. Acesso em: 08 fev. 2017.
- BLACK, W. R. A note on the use of correlation coefficients for assessing goodness-of-fit in spatial interaction models. *Transportation*, 1991.
- CELIK, H. M. Sample size needed for calibrating trip distribution and behavior of the gravity model. *Journal of Transport Geography*, 18 (1), 2010, p. 183-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.05.013>.
- CHEN, Y. The distance-decay function of geographical gravity model: power law or exponential law? *Chaos, Solitons Fractals* 77, 2015, p. 174-189.
- DE GRANGE, L.; IBEAS, A.; GONZÁLEZ, F. A hierarchical gravity model with spatial correlation: mathematical formulation and parameter estimation. *Networks and Spatial Economics*, 11 (3), 2011, p. 439-463. DOI: 10.1007/s11067-008-9097-0.
- DE VRIES, J.; NIJKAMP, P.; RIETVELD, P. Exponential or power distance-decay for commuting? An alternative specification. *Environ. Plan. A* 41, 2009, p. 461-480.
- DICKEY, J. W. & HUNTER, S. P. Grouping of travel time distributions. *Transportation Research*, 4 (1), 1970, p. 93-102. DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(70\)90079-1](https://doi.org/10.1016/0041-1647(70)90079-1).



www.antp.org.br

- DISON, D. W. & HALE, C. W. Gravity versus intervening opportunity models in explanation of spatial trade flows. *Growth and Change*, 8 (4), 1977. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.1977.tb00345.x>.
- EVANS, A. W. The calibration of trip distribution models with exponential or similar cost functions. *Transportation Research*, vol. 5, 1971, p. 15-38.
- FURNESS, K. P. Time function interaction. *Traffic Engineering and Control* 7, 1970.
- GALLE, O. R. & TAEUBER, K. E. Metropolitan migration and intervening opportunities. *American Sociological Review*, vol. 31, nº 21, 1966.
- GARGIULO, F.; LENORMAND, M.; HUET, S.; BAQUEIRO ESPINOSA, O. Commuting network model: getting to the essentials. *J. Artif. Soc. and Soc. Simul.* 15, 2012, p. 13.
- GONÇALVES, M. B. & DE CURSI, J. E. S. Parameter estimation in a trip distribution model by random perturbation of a descent method. *Transportation Research Part B*, 35, 2001, p. 137-161.
- GONÇALVES, M. B. & UIYSSÉA NETO, I. The development of a new gravity – opportunity model for trip distribution. *Environment and Planning A*, 25 (6), 1993, p. 817-826.
- GONÇALVES, M. B. *Desenvolvimento e teste de um novo modelo gravitacional – de oportunidades para distribuição de viagens*. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.
- GRIFFITH, D. A. Modeling spatial autocorrelation in spatial interaction data: empirical evidence from 2002 Germany journey-to-work flows. *J. Geogr. Syst.* 11, 2009, p. 117-140.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08 fev. 2017.
- JUNG, W. S.; WANG, F.; STANLEY, H. Gravity model in the Korean highway. *Europhys. Lett.* 81, 2008, p. 48,005.
- LENORMAND, M.; HUET, S.; GARGIULO, F. Generating French virtual commuting network at municipality level. *J. Transp. Land Use* 7, 2014, p. 43-55.
- LENORMAND, M.; BASSOLAS, A.; RAMASCO, J. J. Systematic comparison of trip distribution laws and models. *Journal of Transport Geography*, 2016, p. 158-169.
- MASUCCI, A.; SERRAS, J.; JOHANSSON, A.; BATTY, M. Gravity versus radiation models: on the importance of scale and heterogeneity in commuting flows. *Phys. Rev. E* 88, 022, 2013, p. 812.
- NAZEM, M.; TRÉPANIÉ, M.; MORENCY, C. Demographic analysis of route choice for public transit. *Transportation Research Record*, 2 (2217), 2011, p. 71-78.
- _____. Integrated intervening opportunities model for public transit trip generation-distribution: a supply-dependent approach. *Transportation Research Record*, 1 (2350), 2013, p. 47-57. DOI: 10.3141/2350-06.
- _____. Revisiting the destination ranking procedure in development of an intervening opportunities model for public transit trip distribution. *Journal of Geographical Systems*, 17 (1), 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10109-014-0203-1>.
- OKABE, A. Formulation of the intervening opportunities model for housing location choice behavior. *Journal of Regional Science*, 17 (1), 1977. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1977.tb00470.x>.
- PDTU-RMRJ. Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2003. Disponível em: <http://www.pdtu.rj.gov.br/>. Acesso em: 08 fev. 2017.

- POOLER, J. Spatial uncertainty and spatial dominance in interaction modeling: a theoretical perspective on spatial competition. *Environment and Planning A*, 1992.
- RAPHAEL, S. Intervening opportunities, competing searchers, and the intrametropolitan flow of male youth labor. *Journal of Regional Science*, 38 (1), 1998.
- ROGERSON, P. A. A maximum likelihood estimator for the intervening opportunities model. *Transportation Research Part B*, 27 (4), 1993, p. 275-280. DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(93\)90037-B](https://doi.org/10.1016/0191-2615(93)90037-B).
- ROUWENDAL, J. & NIJKAMP, P. Living in two worlds: a review of home-to-work decisions. *Growth Chang.* 35, 2004, p. 287-303.
- SCHNEIDER, M. Gravity models and trip distribution theory. *Regional Science Association*, 1, 1959, p. 51-56.
- SEN, A. Maximum likelihood estimation of gravity model parameters. *Journal of Regional Science*, vol. 26, nº 3, 1986, p. 461-474.
- SILVA, M. A. V. & D'AGOSTO, M. A. A model to estimate the origin-destination matrix for soybean exportation in Brazil. *Journal of Transport Geography*, 26, 2013, p. 97-107. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.011>.
- SIMINI, F.; GONZÁLEZ, M. C.; MARITAN, A.; BARABASI, A. L. A universal model for mobility and migration patterns. *Nature* 484, 2012, p. 96-100.
- STOUFFER, S. A. Intervening opportunities: a theory relating mobility and distance. *Am. Sociol. Rev.* 5, 1940, p. 845-867.
- _____. Intervening opportunities and competing migrants. *Journal of Regional Science*, 2, 1960, p. 1-26.
- THOMAS, T. & TUTERT, S. I. A. An empirical model for trip distribution of commuters in The Netherlands: transferability in time and space reconsidered. *Journal of Transport Geography*, 26 (0), 2013, p. 158-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.09.005>.
- WILLIAMS, T. A comparison of some calibration techniques for doubly constrained modes with an exponential cost function. *Transportation Research*, vol. 10, 1976, p. 91-104.
- WILLS, M. J. A flexible gravity-opportunities model for trip distribution. *Transportation Research Part B: Methodological*, 20 (2), 1986, p. 89-111.
- WILSON, A. G. A statistical theory of spatial distribution models. *Transportation Research*, vol. 1, 1967, p. 253-269.
- _____. Advances and problems in distribution modelling. *Transportation Research*, 4, 1970, p. 1-18.



www.antp.org.br

Revista dos Transportes Públicos - ANTP

Orientação para os autores de artigos

A Revista dos Transportes Públicos está aberta à publicação de artigos sobre transportes públicos e trânsito, em diversas áreas, a saber:

1. Urbanismo

- Legislação urbanística e mobilidade
- Uso e ocupação do solo e mobilidade
- Impacto de projetos de mobilidade no uso e na ocupação do solo

2. Planejamento de transporte

- Transporte público sobre trilhos
- Transporte público sobre pneus

3. Economia do transporte

- Financiamento do sistema de mobilidade
- Custos de implantação e operação de sistemas viários e de transporte
- Legislação fiscal em transporte
- Tarifas e sistemas tarifários
- Custo de externalidades (acidentes, poluição, congestionamento)

4. Tecnologia de transporte e trânsito

- Veículos públicos e privados
- Sistemas de controle e gerenciamento/Equipamentos

5. Planejamento e gestão do trânsito

- Políticas de mobilidade geral
- Políticas de mobilidade em meios específicos: caminhada, bicicleta, moto, automóvel
- Gestão do trânsito / Segurança e educação de trânsito
- Operação do trânsito
- Fiscalização e policiamento do trânsito
- Transporte de carga

6. Meio ambiente

- Energia na mobilidade
- Emissão de poluentes

O autor deve indicar qual o tema e subtema a que seu artigo deve ser relacionado. O artigo deve ter, no máximo, 25 laudas digitadas (20 linhas com 70 toques cada uma), acompanhado de um resumo de seu conteúdo, em no máximo 5 linhas de 70 toques. As ilustrações e gráficos já estão contabilizados neste tamanho.

O artigo e o resumo devem ser enviados para o e-mail revista@antp.org.br ou em cd por correio para a ANTP – Rua Marconi, 34, 2º andar, conj. 21 e 22, República, CEP 01047-000, São Paulo, SP. No CD devem ser discriminados o programa, sua versão e os nomes dos arquivos.

O artigo expressa a opinião de seu(s) autor(es), que assumem inteira responsabilidade sobre o texto escrito. Os autores não recebem nenhuma remuneração da ANTP e todos os direitos autorais do(s) artigo(s) são cedidos à ANTP, sem ônus para nenhuma das partes.

A publicação de um artigo fica a critério do Conselho Editorial, podendo ser reproduzidos, bastando, para tanto, mencionar como fonte a *Revista dos Transportes Públicos*, da ANTP.

Análise dos níveis médios de pressão sonora provocada pelos modais de transporte em Taguatinga e Águas Claras - DF

Mariana Cerqueira S. M. Souto
E-mail: mariana.csms@gmail.com

Clarissa Melo Lima
E-mail: clarissaufc@gmail.com

Evaldo César Cavalcante Rodrigues
E-mail: evaldoesarcr@gmail.com / evaldoesar@unb.br

Augusto César de M. Brasil
E-mail: augbrasil@gmail.com / ambrasil@unb.br

Paulo Celso Gomes dos Reis
E-mail: pcdosreis@gmail.com

Amanda Araújo Ribeiro
E-mail: amandaaraujorib@gmail.com

A poluição sonora é um problema ambiental que atinge os grandes centros urbanos por todo o mundo. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), aproximadamente 40% da população da União Europeia (UE) estava exposta a níveis de ruído de tráfego acima de 55 decibéis já em 1999. Em 2009, a OMS afirmou ser o ruído ambiental o principal incômodo ambiental vivenciado pela população da UE. Além de um problema ambiental, a Organização considera a poluição sonora uma séria ameaça à saúde pública (OMS, 2011).

O elevado nível de ruído vivenciado nas grandes cidades é uma das consequências naturais da urbanização desordenada. No Distrito Federal, a taxa de crescimento verificada vem sendo superior à do Brasil, tendo a população dessa unidade da federação crescido 18% entre 2010 e 2017. A frota de veículos do Distrito Federal também cresce vertiginosamente, tendo superado, no ano de 2017, 1,7 milhão de veículos.

A Organização Mundial da Saúde identifica como uma das grandes causas da poluição sonora urbana os meios de transporte. Esse trabalho teve por objetivo verificar se os níveis médios de pressão sonora emitidos nas vias de ônibus e metrô das duas cidades estão em conformidade com a legislação, a fim de identificar a presença de poluição sonora nas mesmas.



www.antp.org.br

POLUIÇÃO SONORA

A poluição sonora é um problema ambiental típico das grandes cidades, capaz de afetar simultaneamente milhares de pessoas e provocar uma série de efeitos adversos sobre a saúde daqueles expostos a ela. A OMS considera que o limiar de incômodo para ruído contínuo esteja entre 50 e 55 dB (A) para o período do dia. Para os períodos noturnos, o incômodo começa a ser sentido a partir de 40 dB (A). A convivência contínua com níveis de 55 a 65 dB (A) pode ser danosa à saúde.

Estudos indicam efeitos da longa exposição aos ruídos de tráfego associados a um pequeno aumento nos riscos de mortalidade por doenças cardiovasculares (Hanolen *et al.*, 2015) e também uma associação positiva com a ocorrência de diabetes (Clark *et al.*, 2016).

Lacerda *et al.* (2005), em estudo sobre a percepção da poluição sonora no ambiente urbano de Curitiba, relata que 97% dos entrevistados sentiam o ruído como fator prejudicial a sua audição. Além disso, a principal fonte de poluição sonora, relatada por 67% das pessoas, foi o tráfego de veículos. Irritabilidade (55%), baixa concentração (28%) e insônia (20%) estão entre as reações psicossociais mais relatadas.

No Distrito Federal, mapas de ruído indicam elevado nível de pressão sonora nas regiões de Águas Claras (Garavelli *et al.*, 2010) e Brasília (Ibram, 2013). A região de Taguatinga, analisada por Ferreira (2010), também apresentou elevados níveis de ruídos em diversas avenidas.

A presença dos elevados níveis de ruído nas regiões indica que a poluição sonora é um fenômeno crescente no DF. Seus efeitos adversos reduzem a qualidade de vida da população e se apresentam como indicativos de que o assunto deve ser investigado e melhor compreendido, como se objetivou nesse trabalho.

LEGISLAÇÃO

O Conselho Nacional do Meio Ambiente expediu em 1990 a Resolução 001/1990 que dispõe sobre o problema da poluição sonora a partir da percepção de que ele afeta um número cada vez maior de pessoas. O documento determina como fontes de emissão de ruídos atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, e que tais atividades devem estar de acordo com os padrões aceitáveis estabelecidos pela Norma NBR 10.151 (2000) – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A resolução tem fundamental importância por ter sido a primeira a tratar do problema da poluição sonora e ainda é a principal referência no

assunto, por apresentar critérios, padrões e normas para a avaliação do problema. As legislações estaduais e municipais que dispuserem sobre poluição sonora devem estar de acordo com a referida norma.

No Distrito Federal, a Lei n. 4.092 de 2008 trata da poluição sonora, obedecendo aos limites da NBR 10.151 (2000), e afirma que, no que concerne à poluição sonora veicular, os excessos devem ser reportados aos órgãos responsáveis pelo trânsito.

Transporte urbano

Os centros urbanos estruturam-se basicamente sobre uma configuração que resulta da disputa econômica pelo uso do solo. A estrutura se pauta no estabelecimento das atividades de comércio e serviços nas regiões mais centralizadas. Tal contexto atribui ao transporte sua função essencial, a de integrar as áreas urbanas e contribuir para a produção econômica (Rodrigues, 2003).

O transporte público viabiliza o aperfeiçoamento profissional da população, o lazer, o acesso aos equipamentos de saúde, entre outras atividades, e no Brasil isso ocorre em um ambiente fortemente marcado pela urbanização dispersa (Silveira; Cocco, 2013).

No Brasil, verifica-se, de um modo geral, uma priorização dos meios motorizados de transporte, especialmente os individuais. A indústria automobilística exerce influência sobre os governos, favorecendo o estabelecimento de infraestrutura para esse modal de transporte. Rubim e Leitão (2013) afirmam que o estímulo histórico à motorização individual relegou os demais modos de transporte, deteriorando as cidades e alimentando as desigualdades no uso do espaço urbano.

Dados de 2015 revelaram que há por volta de 45 mil mortes por ano em acidentes de trânsito no Brasil e 300 mil feridos com lesões graves. O relatório mostrou ainda que os acidentes em áreas urbanas custam em torno de R\$ 10 bilhões por ano para a sociedade brasileira (Ipea, 2015).

No que tange aos modais de transporte, os ônibus são veículos consolidados no tráfego urbano em função da flexibilidade apresentada quanto às possibilidades de rotas, além de não demandarem tantos investimentos na implantação de novas infraestruturas quando comparados aos transportes sobre trilhos. Permitem integração com outros meios de transporte, viabilizando o acesso dos usuários a áreas não atendidas por todos os modais (Brinco, 2012).

O modal metroviário de transporte público apresenta-se como uma alternativa aos problemas dos congestionamentos. Brinco (2012) res-



www.antp.org.br

salta a velocidade do modal de transporte, bem com a sua confiabilidade. Para Andrade, Almeida e Leal Junior (2013), o metrô se apresenta como solução para a redução da emissão de dióxido de carbono.

No Distrito Federal, embora os transportes rodoviários correspondam à escolha majoritária da população, estando acima dos 80% os transportes realizados por carros e ônibus, o metrô tem sua influência na região.

O sistema de transporte metroviário apresenta-se como mais confortável, veloz, eficiente e capaz de transportar mais pessoas. Além de seus diferenciais, a implantação do metrô exerceu influência na formação urbana do Distrito Federal, estimulando a instalação da já planejada cidade de Águas Claras, que se estrutura em torno da via do metrô. Ademais, a partir da implantação do metrô, a região atendida pelo modal em Taguatinga Sul tornou-se mais atrativa para empreendimentos comerciais, vivenciando valorização imobiliária, bem como maior potencial para arrecadação tributária (Rodrigues, 2003).

Os meios de transporte apresentam-se como uma das maiores fontes de poluição sonora nas grandes cidades, de modo que a clareza sobre seu funcionamento e sobre possibilidades a esse respeito pode auxiliar na mitigação do problema ambiental em questão.

METODOLOGIA

A opção metodológica adotada foi a de realizar uma pesquisa de campo descritiva e quantitativa. Os dados foram coletados em dias úteis em pontos rodoviários e metroviários selecionados nas cidades no período diurno.

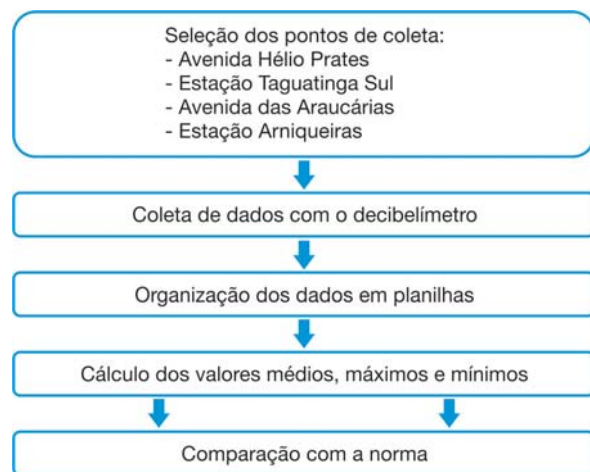
A seleção dos pontos de coleta se deu em razão da presença dos modais rodoviários e metroviários nas duas cidades, além da notável importância econômica de Taguatinga, uma das cidades mais antigas do Distrito Federal, importante polo gerador de empregos, bem como, pela relevância populacional de Águas Claras, onde se verificam significativas taxas de crescimento.

O aparelho utilizado nas medições foi o termo-higro-decibelímetro-luxímetro digital portátil THDL-400, da marca Instrutherm. O decibelímetro do equipamento capta os níveis de pressão sonora na ponderação "A", conforme recomendado pela NBR 10.151, aqui observada.

A realização da pesquisa seguiu a estrutura apresentada na figura 1.

A partir da observação, os dados foram compilados em planilhas do Excel para a obtenção dos valores médios, máximos e mínimos observados nas avenidas e vias do metrô.

Figura 1
Fluxograma da pesquisa



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A legislação do Distrito Federal a respeito do tema determina que sejam observados os limites determinados pela NBR 10.151, de 2000. Os valores impostos pela referida norma podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1
Limites estabelecidos pela NBR 10.151 – junho 2000

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista com vocação recreacional	65	55

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000.

A primeira área estudada, um ponto atendido pelo modal rodoviário de Taguatinga, foi uma parada de ônibus na avenida Hélio Prates, no setor G Norte. É uma avenida comercial, porém existem diversas ruas residenciais perpendiculares a ela, o que a caracteriza como uma área mista com vocação comercial para a qual o limite verificado é de 60 dB no período diurno e 55 dB no período noturno. Os resultados verificados nesse local estão na tabela 2.



www.antp.org.br

Tabela 2
Resultados obtidos no ponto rodoviário de Taguatinga Norte – janeiro de 2018

Parâmetros	Resultados
Número de medições (N)	49 medições
Média	70,04 decibéis
Desvio padrão	6,62
Valor máximo obtido	96 decibéis
Valor mínimo obtido	57 decibéis

Fonte: Dados da pesquisa.

A emissão sonora em Taguatinga Norte no ponto de modal rodoviário ultrapassou o valor determinado pela norma em 16,7%. Os resultados encontrados na avenida Hélio Prates corroboram o que foi encontrado por Ferreira (2010), que observou níveis elevados de ruído, acima do limite imposto pela legislação.

O segundo ponto estudado foi a estação metroviária em Taguatinga Sul, área mista predominantemente residencial. Os resultados verificados estão na tabela 3.

Tabela 3
Resultados obtidos no ponto metroviário de Taguatinga Sul – janeiro 2018

Parâmetros	Resultados
Número de medições (N)	49 medições
Média	60,85 decibéis
Desvio padrão	7,29
Valor máximo obtido	74 decibéis
Valor mínimo obtido	48 decibéis

Fonte: Dados da pesquisa.

A emissão verificada em Taguatinga Sul apresenta-se 10,63% acima do limite estabelecido pela norma, que determina que, durante o período diurno, as emissões para áreas mistas predominantemente residenciais sejam de até 55 decibéis. As emissões verificadas no metrô apresentaram-se 15,1% abaixo das emissões verificadas na avenida Hélio Prates.

Em 2003, Rodrigues verificou efeitos socioeconômicos positivos a partir da implantação do Metrô-DF, tornando-se a região de Taguatinga Sul mais atrativa para novos empreendimentos e os imóveis ali localizados se tornaram mais valorizados. O desempenho do modal metroviário em relação às questões ambientais ratifica os efeitos socioeconômicos positivos vivenciados pela região.

O terceiro ponto de coleta de dados foi um ponto de ônibus localizado na avenida das Araucárias em Águas Claras, próximo à rua 18 Sul. Os resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 4
Resultados obtidos no ponto rodoviário da avenida Araucárias – janeiro 2018

Parâmetros	Resultados
Número de medições (N)	49 medições
Média	71,78 decibéis
Desvio padrão	7,9
Valor máximo obtido	90 decibéis
Valor mínimo obtido	55 decibéis

Fonte: Dados da pesquisa.

A avenida é classificada como área predominantemente residencial, havendo ainda escolas, o que reduz o limite permitido para ela. Desse modo, embora o valor verificado na avenida das Araucárias seja semelhante ao valor verificado na avenida Hélio Prates, em Águas Claras há um excesso de 43,56% em relação à regulamentação da NBR 10.151 de 2000 da ABNT. A presença de escolas na avenida torna esse valor especialmente alarmante.

No ponto metroviário de Águas Claras, último ponto de análise, os resultados encontrados estão na tabela 5.

Tabela 5
Resultados obtidos no ponto metroviários de Águas Claras – janeiro 2018

Parâmetros	Resultados
Número de medições (N)	49 medições
Média	60,05 decibéis
Desvio padrão	7,27
Valor máximo obtido	72 decibéis
Valor mínimo obtido	37 decibéis

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao longo de toda sua extensão, a via do metrô apresenta edificações residenciais e, embora possam ser encontrados estabelecimentos comerciais, a presença de escolas em alguns pontos da via impõe os mesmos limites determinados para a avenida Araucárias, 50 dB durante o dia e 45 dB à noite. O valor médio encontrado na região foi de 60,05 dB, estando 20,1% acima do limite estabelecido, representando mais uma vez uma situação de poluição sonora. Em relação à avenida das Araucárias, o valor encontrado é 19,53% menor.

Os resultados corroboram o que fora encontrado por Garavelli *et al.* (2010) que, ao elaborar um mapa de ruído de Águas Claras, mostrou a avenida das Araucárias como uma zona de maior poluição sonora que a via de passagem do metrô.



CONCLUSÃO

Os níveis médios de pressão sonora foram observados em todas as regiões administrativas escolhidas. Os resultados mostraram que todas as regiões estudadas apresentam níveis de pressão sonora superiores aos níveis recomendados pela legislação, havendo incidência desse tipo de poluição em todas elas. Os níveis médios de pressão sonora encontrados nas vias atendidas pelo modal metroviário foram inferiores aos verificados nos pontos atendidos pelos modais rodoviários.

O metrô foi apresentado pela literatura como uma alternativa superior ao modal rodoviário em termos de capacidade e eficiência ambiental, o que foi confirmado em relação à pressão sonora. A superioridade ambiental desse modal ratifica os positivos efeitos socioeconômicos refletidos em uma maior atratividade da região para novos empreendimentos, valorização imobiliária e maior potencial de arrecadação tributária em Taguatinga Sul.

A poluição sonora é uma forma de poluição ambiental de elevada periculosidade em razão do seu alcance e de sua invisibilidade. A compreensão sobre a extensão desse problema serve de apoio ao desenvolvimento de estratégias e políticas de gestão ambiental, visando promover maior qualidade de vida e bem-estar aos habitantes do Distrito Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.151. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas. Rio de Janeiro, 2000.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 001, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos. Brasília, DF, 8 mar. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>>. Acesso em: 4 jan. 2018.
- BRINCO, R. Mobilidade urbana e transporte público: sobre a oportunidade de implantação de sistemas metroviários. *Indicadores Econômicos FEE*, vol. 40, n. 1, Porto Alegre, 2012, p. 105-116. ISSN 1806-8987.
- CLARK, C. *et al.* Association of long-term exposure to transportation noise and traffic-related air pollution with the incidence of diabetes: a prospective cohort study. *Environmental Health Perspectives*, vol. 125, n. 8, Colúmbia Britânica, ago. 2017. ISSN 0091-6765.
- DISTRITO FEDERAL. Departamento de Trânsito do Distrito Federal (Detran-DF). Frota de veículos registrados no Distrito Federal – dez. 2017. Disponível em: <http://www.detrans.df.gov.br/images/estatisticas_transito_mensais/12_dezembro_2017_frota.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.
- _____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa distrital por amostra de domicílios – Águas Claras, PDAD/DF, 2015/16. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Aguas_Claras.pdf> Acesso em: 8 jan. 2018.

- _____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa distrital por amostra de domicílios - Distrito Federal - PDAD/DF - 2015/16. Brasília, 2016. Disponível em: < http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Distrito_Federal_2015.pdf> Acesso em: 8 jan. 2018.
- _____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa distrital por amostra de domicílios - Distrito Federal - PDAD/DF - 2015/16. Brasília, 2016. Disponível em: < http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Taguatinga.pdf> Acesso em: 8 jan. 2018.
- _____. Instituto Brasília Ambiental. Mapa de ruído de Brasília. Brasília, 2013.
- _____. Lei nº 4.092 de janeiro de 2008 - Controle da poluição sonora e limites máximos de intensidade de sons e emissão de ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. *Diário Oficial do Distrito Federal*, 2008.
- FERREIRA, T. L. G. D. S. *Mapeamento da intensidade da pressão sonora da cidade de Taguatinga-DF no horário de pico matutino*. Trabalho de conclusão de curso de especialização Nesprom, Universidade de Brasília, Brasília, 2010, p. 19.
- GARAVELLI, S. L. *et al.* Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: estudo de caso de Águas Claras - DF, Brasil. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 4, 2010, Faro. *Anais*. Faro, 2010.
- HANOLEN, J. I. *et al.* Road traffic noise is associated with increased cardiovascular morbidity and mortality in London. *European Heart Journal*, vol. 39, n. 4, Londres, jun. 2015, p. 259-328. ISSN 2653-2661.
- HOLLANDER, A. E. M. D. *et al.* An aggregate public health indicator to represent the impact of multiple environmental exposures. *Epidemiology*, vol. 10, n. 5, Bilthoven, set. 1999, p. 606-617.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- _____. Censo 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Estimativa dos custos dos acidentes de trânsito no Brasil com base na atualização simplificada das pesquisas anteriores do Ipea. Relatório de pesquisa. Disponível em:<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf> Acesso em: 25 jan. 2018.
- RODRIGUES, E. C. C. *Avaliação dos impactos socioeconômicos da implantação do metrô no principal eixo de transportes do DF*: Estudo de caso na cidade de Taguatinga. Dissertação de mestrado em Transportes, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, 2003, 126 p.
- RUBIM, B.; LEITÃO, S. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. *Estudos Avançados*, vol. 27, n. 79, São Paulo, 2013, p. 55-66.
- WHO - World Health Organization. Guidelines for community noise. Londres, UK, 1999. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>>. Acesso em: 19 jan. 2008.
- _____. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen, 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf> Acesso em 19 jan. 2018.



www.antp.org.br

Entidades associadas



- Arcadis Logos S.A
Associação Brasileira da Indústria Ferroviária - Abifer
Associação Brasileira das Empresas de Engenharia de Trânsito - ABEETrans
Associação das Concessionárias de Serviço de Transporte Público de Passageiros por Ônibus Urbanos de Salvador
Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Metrô - Aeamesp
Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU
Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus - Fabus
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BB Transporte e Turismo Ltda.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Companhia de Engenharia de Tráfego - São Paulo
Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô - Sede
Companhia do Metropolitano do Distrito Federal
Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A
CTA - Controladoria do Transporte de Araraquara
Easy Taxi Serviços Ltda.
Empresa de Desenvolvimento Urbano e Social de Sorocaba Ltda.
Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A - BHTrans
Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S/A
Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A
Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas S/A - Emdec
Empresa Pública de Transporte e Circulação - RS
Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio Janeiro - Fetranspor
Federação das Empresas de Transportes de Passageiros por Fretamento do Estado de São Paulo - FRESP
GCT Gerenciamento e Controle de Trânsito S/A

GPO Sistran Engenharia Ltda.
 Instituto de Energia e Meio Ambiente
 Instituto de Mobilidade Sustentável - Ruaviva
 Joalina Transportes Ltda.
 Kapsch Trafficom Controle de Tráfego e de Transportes do Brasil Ltda.
 Logit Engenharia Consultiva Ltda.
 Marcopolo S/A
 Mercedes-Benz do Brasil Ltda.
 Metra - Sistema Metropolitano de Transporte Ltda.
 Niterói Transporte e Trânsito S/A - NITTrans
 Oficina Consultores Associados S/c Ltda.
 Prefeitura Municipal da Estância Balneária de Praia Grande
 Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes
 Prefeitura Municipal de Valinhos
 Prime Engenharia e Comércio Ltda.
 Prodata Mobility Brasil Ltda.
 RedeMob Consórcio
 Santo André Transportes / SA-Trans
 São Paulo Transportes S.A.
 Secretaria de Transportes e Trânsito de Guarulhos
 Secretaria Municipal de Planejamento Urbano - Hortolândia
 Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes de Piracicaba
 Secretaria Municipal de Transportes - Maringá
 Secretaria Municipal de Transportes - São Paulo
 Secretaria Municipal de Transportes de Jundiaí
 Sindicato das Empresas de Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro - Rio Ônibus
 Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Urb. Passag. São Paulo - Urbanuss
 Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros de Belo Horizonte
 Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado de São Paulo
 Sindicato das Empresas de Transporte Urbano e Metrop. de Passag.de Curitiba e Reg. Metrop.
 Sindicato dos Permissionários Autônomos do Transporte Suplementar de Passageiros de Belo Horizonte e Região Metropolitana
 Sindicato Interestadual Indústrias de Materiais e Equipamentos Ferrov. Rodov.
 Sinergia Estudos e Projetos Ltda.
 Socicam Administração, Projetos e Representação - Sp
 Superintendência Municipal de Transportes Trânsito - SMTT - Aracaju
 Superintendência Municipal de Transportes Urbanos - SMTU - Manaus
 TACOM - Engenharia Projetos Ltda.
 TTC - Engenharia de Tráfego e de Transportes S/c Ltda.
 Urbanização de Curitiba S/A
 VB Serviços Comércio Administração Ltda.
 Volvo do Brasil Veículos Ltda.
 WRI BRASIL



www.antp.org.br

Calendário de eventos

Título ou assunto	Local e data	Promotor	Contato
Fórum Nacional de Mobilidade	Brasília/DF 18/07/2018	ANTP	www.antp.org.br
Seminário Nacional NTU	São Paulo/SP 31/07 a 02/08/2018	NTU	www.ntu.org.br
II Fórum Gaúcho de Secretários e Dirigentes Públicos de Mobilidade	09 e 10/07/2018	ANTP	www.antp.org.br
68ª Fórum Paulista de Secretários e Dirigentes Públicos de Mobilidade	Valinhos/SP 16 e 17/08/2018	ANTP	www.uitp.org/events
24ª Semana de Tecnologia Metroferrovária	São Paulo/SP 21 a 24/08/2018	AEAMESP	www.aeamesp.org.br
Encontro das Entidades do Sistema Nacional de Trânsito	São Paulo/SP 30 e 31/08/2018	ANTP	www.antp.org.br
Conect Smart Cities	São Paulo/SP 04 e 05/09/2018	Conect Smart Cities	www.connectedsmartcities.com.br
3º MobiFilm - Fórum pela Paz no Trânsito	São Paulo/SP 30/11/2018	Unibes Cultural	www.mobifilm.com.br

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP

Conselho Diretor (biênio 2018/2019)

Ailton Brasileiro Pires -
presidente
Antonio Luiz Mourão Santana -
vice-presidente
Claudio de Senna Frederico -
vice-presidente
Francisco Christovam -
vice-presidente
José Antonio Fernandes Martins
- *vice-presidente*
Maria Beatriz Setti Braga -
vice-presidente
Otavio Vieira da Cunha Filho -
vice-presidente
Plinio Oswaldo Assmann -
vice-presidente
Regina Rocha de Souza Pinto -
vice-presidente
Richele Cabral Gonçalves -
vice-presidente
Vicente Abate -
vice-presidente

Ogeny Pedro Maia Neto
(URBS); Antonio Luiz Mourão
Santana (Oficina); Celio Freitas
Bouzada (BHTrans); Claudio de
Senna Frederico (membro
individual); Edson Carlos
Brandão (Mercedes-Benz);
Francisco Christovam
(SPUrbanuss); Joaquim Lopes
da Silva Junior (EMTU/SP); José
Antonio Fernandes Martins
(Simefre); Joubert Fortes Flores
Filho (Metro-rio); Leonardo
Ceragioli (Prodata); Marco
Tonussi (Tacom); Marcos
Bicalho dos Santos (Setrabh);
Maria Beatriz Setti Braga
(Metra); Otavio Vieira da Cunha
Filho (NTU); Paulo de
Magalhães Bento Gonçalves
(CPTM); Paulo Meneses
Figueiredo (Metrô/SP); Pedro
Armente Carneiro Machado

ANTP/São Paulo
Rua Marconi, 34, 2º andar,
conjs. 21 e 22, República,
01047-000, São Paulo, SP
Tel.: (11) 3371.2299
Fax: (11) 3253.8095
E-mail: antpsp@antp.org.br
Site: www.antp.org.br

(Aeamesp); Plinio Oswaldo
Assmann (membro individual);
Regina Rocha de Souza Pinto
(Fresp); Richele Cabral
Gonçalves (Fetranspor); Rodolfo
Torres (BNDES); Rogerio Belda
(membro individual); Sergio
Henrique Passos Avelleda
(SMT/SP); Vicente Abate
(Abifer); Willian Alberto de
Aquino Pereira (Sinergia)

Suplentes (biênio 2018/2019)

Carlos José Barreiro (Emdec);
Cesar A. Gabriel (Socicam);
Eduardo Germani (TTC);
Giuliano Vincenzo Locanto (STT/
Guarulhos); João Octaviano
Machado Neto (CET/SP);
José Carlos Nunes Martinelli
(SPTrans); Nazareno Stanislau
Affonso (Instituto de Mobilidade
Sustentável – Ruaviva); Patricia
Bittencourt Tavares das Neves
(Universidade Federal do
Pará); Ricardo Souza Hessel
(Trensurb); Wagner Colombini
Martins (Logit)

Conselho Fiscal

Titulares

Carlos Alberto Batinga Chaves
(SETPS/BA)
João Carlos Camilo de Souza
(SETPESP)
Roberto Renato Scheliga
(membro individual)

Suplentes

Alexandre Rocha Resende
(membro individual)
Arnaldo Luis Santos Pereira
(membro individual)
Paulo Afonso Lopes da Silva
(membro individual)

Membro nato (ex-presidente)

Ailton Brasileiro Pires

Equipe ANTP

Luiz Carlos Mantovani Néspoli
(Branco) - *superintendente*
Eduardo Alcântara Vasconcellos
- *assessor técnico*
Cassia Maria Terence Guimarães
- *administração/finanças*

Sistema de Informações da Mobilidade Urbana

Eduardo Alcântara Vasconcellos;
Adolfo Mendonça

Escritório Brasília (ANTP/BSB)
Fabio Antinoro
E-mail: adv.antinoro@hotmail.com

Coordenadores Regionais

Regional Centro Oeste (ANTP/CO)
Diretoria Regional
Paulo Souza
E-mail: psouzan@uol.com.br

Espírito Santo (ANTP/ES)
Denise de Moura Cadete
Gazzinelli Cruz
Av. Hugo Viola, 1.001, Bl. A,
Sala 215, Mata da Praia
29060-420, Vitória, ES,
E-mail: denise@antp.org.br

Minas Gerais (ANTP/MG)
Ricardo Mendanha Ladeira
Rua Januária, 181 - Floresta
31110-060, Belo Horizonte, MG
E-mail: antpmg@antp.org.br

Norte (ANTP/N)

Patricia Bittencourt Tavares das
Neves
Av. Duque de Caxias, 863,
apto. 301, Marco
66093-400, Belém, PA
E-mail: pbneves@ufpa.br

Nordeste (ANTP/NE)

César Cavalcanti de Oliveira
GR/CTM
Cais de Santa Rita, 600 -
Santo Antonio
50020-360, Recife, PE
E-mail: cesar.antp@gmail.com

Paraná (ANTP/PR)

Rosangela Maria Battistella
Av Pres. Affonso Camargo, 330
80060-090, Curitiba, PR
E-mail: rbattistella@hotmail.com
rosangela@antp.org.br

Rio de Janeiro (ANTP/RJ)

Willian Alberto de Aquino Pereira
Praia do Flamengo, 278, cj. 52
22210-030, Rio de Janeiro, RJ
E-mail: willian@sinergiaestudos.com.br



www.antp.org.br

