UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

IMPACTO DA EXPANSÃO DE VIAS PARA BICICLETAS SOBRE OS PREÇOS DE
IMÓVEIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Fábio Lunardi Tieppo

Orientador: Prof. Dr. André Luis Squarize Chagas

SÃO PAULO

2017

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Eduardo Amaral Haddad
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Ariaster Baumgratz Chimeli
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

FÁBIO LUNARDI TIEPPO

**IMPACTO DA EXPANSÃO DE VIAS PARA BICICLETAS SOBRE OS PREÇOS DE
IMÓVEIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Departamento de
Economia da Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo como requisito
para a obtenção do título de Mestre em
Ciências.

Orientador: Prof. Dr. André Luis Squarize Chagas

VERSÃO CORRIGIDA

(versão original disponível na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

SÃO PAULO

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Tieppo, Fabio Lunardi

Impacto da expansão de vias para bicicletas sobre os preços de
imóveis

no município de São Paulo / Fabio Lunardi Tieppo. – São Paulo, 2017.

88 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2017.

Orientador: André Luis Squarize Chagas.

1. Mobilidade urbana 2. Ciclovias 3. Preços hedônicos 4. Economia
urbana I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia,
Administração
e Contabilidade. II. Título.

CDD – 307.76

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer principalmente aos meus pais: Álvaro e Jandira. Obrigado por sempre terem me apoiado em minhas decisões e ajudado a realizar os meus sonhos. Tenho muita sorte em ter vocês na minha vida. Obrigado por tudo.

À Sissy, que desde o momento em que te conheci tive a sensação que estávamos destinados a ficar juntos, parece que te conheço desde sempre. Você me faz ser uma pessoa melhor e querer ser uma pessoa ainda melhor. Espero estar junto com você para sempre.

Ao meu orientador, Professor Dr. André Chagas, que sem dúvida foi o melhor orientador que alguém poderia ter e muito melhor do que eu poderia esperar e imaginar. Muito obrigado pelos inúmeros conselhos, ajuda e tempo investido em mim e em meu trabalho.

Ao Professor Dr. Danilo Iglioni, que além de me dar inúmeros conselhos também tornou possível a realização deste trabalho ao me permitir acesso à base de dados do DataZap. Agradeço também ao Zap Imóveis e ao DataZap, por me permitirem acesso aos dados e por fornecerem a infraestrutura necessária para que eu pudesse pesquisar. Obrigado principalmente ao Sergio Castelani e ao Lucas Marra, por me receberem tão bem e por terem me auxiliado tanto. Certamente, o Lucas fez muito mais do que o esperado e sua ajuda foi fundamental. Obrigado pessoal.

Ao Professor Dr. Azzoni, ao Professor Dr. Haddad e a todos os professores e alunos do NEREUS - Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP. Finalmente, obrigado aos meus colegas e amigos que conheci no curso de pós. Agradeço principalmente ao Thiago, ao Arthur, ao Renan e ao Camacho, sem vocês essa experiência não teria sido tão divertida.

“O que eu faço, é como uma gota no meio do oceano.

Mas sem ela, o oceano será menor.”

Madre Teresa de Calcuta

RESUMO

O trânsito constitui um dos principais problemas enfrentados pelas metrópoles urbanas do mundo todo, por este motivo, o tema é amplamente estudado e trabalhado. Para se enfrentar tal situação, governos investem em uma série de meios de transportes alternativos. Um tipo de investimento que vem ganhando destaque nas principais metrópoles urbanas é o incentivo ao uso de bicicletas por intermédio da construção de vias segregadas e infraestrutura de apoio.

Se, por um lado, a construção de vias para bicicleta incentiva o uso desta e facilita a utilização de um meio de transporte alternativo, por outro, reduz o espaço de circulação de automóveis e elimina vagas de estacionamento nas ruas, ocasionando um possível efeito negativo tanto em relação ao trânsito quanto ao comércio. Também, o uso da bicicleta pode ser visto, pelas pessoas que a utilizam, não apenas como meio de transporte, mas como uma amenidade positiva para a prática de atividades físicas ou como meio recreacional. Desse modo, a construção de vias para bicicleta pode afetar a vida das pessoas positiva ou negativamente. O presente trabalho investiga o impacto econômico da presença das vias para bicicleta ao realizar um estudo de caso na cidade de São Paulo. Como as vias alteram a escolha modo de algumas pessoas, o tempo e o custo do deslocamento e as amenidades urbanas podem ter, então, impactos sobre o gradiente de preços dos imóveis mais próximos. Para captar esse efeito, propõe-se uma modelagem de preços hedônicos a fim de determinar o impacto da via no preço dos imóveis. Desse modo, será possível identificar como esse investimento influencia na percepção de qualidade de vida das pessoas, por meio de sua disposição a pagar por essa amenidade (positiva ou negativa). Esta pesquisa utiliza-se de extensa base de dados imobiliários fornecida por um *site* de classificados de imóveis. Para identificar o efeito da política, foi utilizado um modelo de painel com efeitos aleatórios para os distritos do município de São Paulo referente ao período de 2012 até 2016. Dado que a política de construção de vias segregadas começou em 2013, por intermédio dos dados em painel, é possível utilizar uma estrutura de diferenças em diferenças que, aliada ao modelo de preços hedônicos, permite separar o efeito da via para bicicletas no preço dos imóveis. Assim, é possível avaliar como a política influenciou os preços imobiliários. O trabalho também identifica a diversidade de tipo de estruturas construídas, desde investimentos em avenidas movimentadas até estruturas improvisadas. Desse modo, consegue separar o efeito gerado pelos diferentes tipos de estrutura e não apenas o efeito geral da política. Como resultado, foi encontrado que as vias para bicicleta afetam positivamente os imóveis próximos, indicando que a política aumenta o bem-estar social. Os efeitos encontrados variam de acordo com o tipo de estrutura.

Palavras-chave: mobilidade urbana, ciclovias, preços hedônicos, economia urbana.

ABSTRACT

Traffic is one of the main problems faced by urban metropolises around the world, so the subject is widely studied and worked on. To address this, governments invest in a number of alternative means of transportation. One type of investment that is gaining prominence in the main urban metropolises is the incentive to use bicycles through the construction of segregated bike lanes and supporting infrastructure. If, on the one hand, the construction of bicycle lanes encourages the use of bicycles and facilitates the use of an alternative means of transportation, on the other hand it reduces the flow of cars and eliminates parking spaces on the street, causing a possible negative effect both in transit and trade. Also, use of the bicycle can be seen as a positive amenity by people who use it not only as a means of transportation, but for the practice of physical activities or as a recreational mean. In this way, building bicycle lanes can affect people's lives positively or negatively. This work investigates the economic impact of the presence of bike lanes, carrying out a case study in the city of São Paulo. Because cycle paths alter the modo choice of some people, the time and cost of commuting, and urban amenities, may then have an impact on the price gradient of the nearest real estate. To capture this effect, we propose a hedonic price modeling to determine the impact of the road in the price of real estate, in this way it will be possible to identify how this investment influences people's perception of quality of life through their willingness to pay for This amenity (positive or negative). The work uses extensive real estate database provided by a real estate classified website. To identify the effect of the policy, a panel model with random effects was used for the districts of the municipality of São Paulo for the period from 2012 to 2016. As the policy for construction of segregated roads began in 2013, with the panel data is it is possible to use a structure of differences in differences that, together with the hedonic price model, allows to separate the effect of the bicycle path in the real estate price. Thus, it is possible to assess how the policy influenced real estate prices. The work also identifies the diversity of type of structures built, from investments in big avenues to makeshift structures. In this way he can separate the effect generated by the different types of structure and not only the general effect of the policy. As a result, it was found that bicycle lanes positively affect nearby properties, indicating that the policy enhances social welfare. The effects found vary according to the type of structure.

Keywords: urban mobility, cycle routes, hedonic prices, urban economy.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	17
LISTA DE TABELAS.....	19
INTRODUÇÃO	21
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
1.1 Modelo de escolha de modo de transporte	28
1.2 Mobilidade urbana e o uso da bicicleta no município de São Paulo.....	35
1.3 Vias para bicicleta na cidade de São Paulo	43
2 O MODELO	53
2.1 Modelo teórico	53
2.2 Estratégia empírica.....	55
3 BASE DE DADOS	61
4 RESULTADOS	73
CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	85

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Percentual do total viagens que são realizadas com bicicleta.....	33
Figura 2 - Percentual de mulheres que viajam de bicicleta em cada país.	34
Figura 3 - Evolução do uso da bicicleta e do número de acidentes com ciclistas na Holanda.....	35
Figura 4 - Distribuição de viagens por modo em São Paulo.	36
Figura 5 - Distância média por Modo.....	37
Figura 6 - Histograma de distância percorrida com bicicleta na cidade de São Paulo.....	37
Figura 7 - Motivo da viagem.....	38
Figura 8 - Perfil de distribuição de horário de viagens.	39
Figura 9 - Renda familiar média por modo.....	40
Figura 10 - Características dos proprietários de bicicleta em São Paulo.....	40
Figura 11 - Distribuição de modo de viagem considerando apenas viagens curtas de pessoas que possuem bicicleta.....	41
Figura 12 - Motivos declarados para escolher viajar com bicicleta.	41
Figura 13 - Distribuição etária dos ciclistas em São Paulo.	42
Figura 14 - Distribuição de ciclistas por gênero.	42
Figura 16 - Evolução da quantidade de km de vias para bicicleta em São Paulo.....	43
Figura 17 - Tipos de via para bicicletas.....	46
Figura 18 - Via do tipo comum - Rua Arthur de Azevedo - 01/2015.	46
Figura 19 - Via do tipo canteiro central – Avenida Sumaré – 01/2016.....	47
Figura 20 - Via do tipo estreita – Jardim Helena – 12/2015.....	47
Figura 21 - Via do tipo “Projeto Urbanístico” – Avenida Faria Lima – 10/2014.....	49
Figura 22 - Via do tipo exclusivo – Parque Ecológico do Tietê – 03/2011.....	49
Figura 23 - Via do tipo Ponte – Ponte dos Remédios – 10/2015.....	50
Figura 24 - Distribuição da localização das vias por tipo.....	51
Figura 25 - Problemas que afetam a vida dos brasileiros.....	61
Figura 26 - Informações sobre a base de dados do Zap Imóveis.	62
Figura 27 - Representação da localização de imóveis.....	63
Figura 28 - Equipamentos culturais na cidade de São Paulo.....	64
Figura 29 - Escolas de São Paulo.....	65
Figura 30 - Hospitais em São Paulo.	66
Figura 31 - Renda média dos habitantes em cada região.	67
Figura 32 - Densidade de automóveis.	68
Figura 33 - Densidade de empregos.....	69
Figura 34 - Estações de Trem e Metrô.	70
Figura 35 - Inclinação das vias.....	71
Figura 36 - Efeito da via no preço dos imóveis.	77
Figura 37 - Efeito dos diferentes tipos de vias no preço dos imóveis.....	78
Figura 38 - Valorização dos imóveis com proximidade de até 10 m.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vias do tipo "Projeto Urbanístico".	48
Tabela 2 - Vias do tipo "Exclusiva".	49
Tabela 3 - Resultados considerando o inverso da distância até a via.	74
Tabela 4 - Resultados considerando um modelo de painel com efeitos fixos	79
Tabela 5 - Tabela de distâncias em que a valorização é máxima.....	80
Tabela 6 - Resultados considerando uma dummie de proximidade até a via	81

INTRODUÇÃO

O trânsito intenso é um dos principais problemas enfrentados pelas metrópoles urbanas do mundo, por este motivo, o tema é amplamente estudado e trabalhado no âmbito de planejamento urbano, tanto por formuladores de políticas públicas e acadêmicos, quanto por outros agentes, tais como organizações sociais defensoras do meio ambiente e associações de transporte (cooperativas de táxi, transportadoras etc.).

O congestionamento no trânsito pode ser visto como uma externalidade negativa, além de aumentar o custo de transporte e, conseqüentemente, influenciar na distribuição de preços dos terrenos. Conforme o modelo de Glaeser (2008) – que será discutido na seção de modelo teórico –, os congestionamentos podem causar problemas de saúde na população, como por exemplo, estresse e doenças relacionadas à poluição (VASCONCELLOS; LIMA, 1998).

A fim de lidar com o problema do trânsito, governos adotam medidas de incentivo a transportes alternativos, como ampliação de linhas de metrô, instalação de corredores de ônibus, rodízio de veículos e pedágio urbano. Outras ações adotadas são no sentido de estimular o chamado “transporte ativo”, caracterizado pela locomoção por meio de bicicleta, caminhada, *skate* e outros equipamentos que utilizam o corpo humano como fonte de energia.

Tais investimentos do governo acarretam uma série de conseqüências para a população, não só sob o ponto de vista de causar trânsito, mas no que concerne à qualidade de vida. Essas alterações urbanas, ao afetarem o conjunto de escolha e/ou a restrição orçamentária dos agentes, podem promover modificações nos preços dos imóveis e, conseqüentemente, na distribuição da renda e da riqueza.

Uma das soluções utilizada em alguns países é o investimento em estrutura ciclovária. Esse tipo de estrutura busca fornecer uma solução de transporte alternativo, reduzindo o uso de automóveis e buscando uma melhora na qualidade de vida e no meio ambiente. Cidades como Portland, Nova York, Dublin, Los Angeles, Vancouver, Toronto, San Francisco, Melbourne, entre outras, já implantaram ciclovias segregadas e investiram em estrutura para suportar e incentivar o uso de modais de transporte alternativos.

Segundo Pucher e Buehler (2007), existem muitas razões para se encorajar o uso da bicicleta: praticamente não produz barulho ou poluição do ar e consome pouquíssima energia não renovável. A única energia necessária é gerada pelo próprio ciclista, de modo que o uso dessa energia fornece exercício cardiovascular. Requer apenas uma fração do espaço ocupado por um automóvel, tanto para circular pelas vias, quanto para estacionar. É muito mais econômico, tanto do ponto de vista dos custos diretos por parte do usuário, quanto sob a perspectiva de estrutura pública.

Por essas e outras razões, tanto a União Europeia quanto os Estados Unidos reconheceram oficialmente a importância do ciclismo como um modo de transporte urbano e estimularam o estabelecimento de alguns objetivos, seja para ampliar a quantidade de bicicletas, seja para aumentar a segurança dos ciclistas (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2004; EUROPEAN CONFERENCE OF THE MINISTERS OF TRANSPORT, 2004).

Como exemplo do crescimento do investimento em estrutura para bicicleta tem-se: a cidade de Chicago, que construiu cerca de 160 km de vias segregadas e 7000 vagas para bicicleta; em seu plano de mobilidade (CITY OF CHICAGO, 2007) está prevista a construção de mais 800 km de ciclovias; e Nova York, que construiu 392 km de vias segregadas e planeja construir mais 900 km adicionais (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2007). Por meio dessas políticas, o nível de uso da bicicleta em ambas as cidades aumentou consideravelmente; em Manhattan, o uso mais que dobrou (aumento de 116%) entre 2000 e 2007 (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2007). Em novembro de 2016, pela primeira vez, Copenhague, na Dinamarca registrou um maior número de bicicletas do que de carros nas ruas (CRUZ, 2016), foram 265,7 mil bicicletas circulando – este é o resultado de um investimento de mais de R\$ 480 milhões em infraestrutura.

A partir de 2013, o governo municipal de São Paulo passou a priorizar o investimento do modo cicloviário, estabelecendo como meta a presença de 400 km de via para bicicletas, buscando ainda integrar as faixas ao atual sistema de transporte público (Plano de Mobilidade de São Paulo, 2014).

Apesar de estarem sendo realizados estudos sobre os impactos das vias para bicicletas no trânsito, as consequências dessa política pública são muito mais amplas e podem alterar a

dinâmica urbana em vários aspectos, desde a qualidade do ar e a saúde das pessoas, até a redistribuição da população, visto que a via para bicicletas pode afetar o custo de transporte e influenciar o preço dos imóveis, bem como a decisão das pessoas sobre onde morar.

De modo geral, a literatura sobre benefícios econômicos de vias para bicicletas é relativamente escassa e possui essencialmente um caráter panfletário, buscando defender de forma anedótica o investimento nesse tipo de infraestrutura ou utilizando uma estrutura de análise do tipo custo-benefício, conforme discutido em Krizek (2007). Em artigo recente, Dill (2017) encontra evidências de que o tópico de pesquisa “bicicletas”, assim como meios de transporte sustentáveis, está em ampla expansão. Enquanto na década de 2000, o número de publicações por ano era de aproximadamente 50 artigos, na década de 2010 o número de publicações anuais é em torno de 300. Lembrando que esse total inclui não apenas estudos sobre impacto econômico, mas também estudos sobre o efeito na saúde, segurança, meio ambiente, etc.

No caso específico do município de São Paulo, como o projeto teve um caráter político, a discussão se torna ainda mais polêmica, com defensores e críticos apontando argumentos sobre sua eficácia.

Modificações na mobilidade urbana alteram o custo de transporte e, consequentemente, influenciam o preço dos terrenos, conforme pode ser visto em Glaeser e Kahn (2008). A exemplo da presença de linhas de metrô, que fazem com que os imóveis em sua proximidade sejam valorizados (BAUM-SNOW; KAHN, 2005), caso a via para bicicletas seja efetiva e as pessoas passem a utilizar a bicicleta como meio de transporte, esta estrutura pode eventualmente valorizar os terrenos próximos; tal impacto, porém, será confrontado com uma série de outros efeitos, como a redução de vagas de estacionamento, por exemplo.

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo crítico e imparcial sobre os efeitos de uma política pública, utilizando como objeto de estudo as vias segregadas para bicicleta na cidade de São Paulo. Além de contribuir para uma literatura em desenvolvimento, os resultados desta pesquisa também poderão subsidiar, com informações relevantes, possíveis decisões futuras de *policy makers*.

A estrutura do trabalho encontra-se dividida nas seguintes seções: na primeira seção, referente à revisão teórica, será discutida a literatura acerca de modelos urbanos, vias para bicicletas em sentido amplo, vias para bicicletas no município de São Paulo e estratégias empíricas utilizadas na literatura. Na segunda seção, será apresentado o modelo teórico que explica a dinâmica urbana e a formação de preço dos imóveis, assim como a estratégia empírica para identificar os efeitos da via para bicicletas. Na terceira seção serão apresentadas as bases de dados. Na quarta seção serão evidenciados e discutidos os resultados empíricos.

1 REVISÃO DA LITERATURA

No sentido de investigar os efeitos dos investimentos em transportes, Baum-Snow e Kahn (2005) avaliam o impacto de infraestrutura metroviária em dezesseis cidades norte-americanas e como sua presença afeta a concentração urbana. Glaeser e Kahn (2008) estudam o modo como o transporte público afeta a distribuição de preços e, conseqüentemente, a distribuição de pessoas e renda no ambiente urbano. Em geral, esses trabalhos concluem que a concentração populacional é maior no entorno de locais que possuem transporte público e também constata que pessoas de menor renda buscam residir nestes locais (com alta concentração populacional e transporte público). Esses trabalhos utilizam dados dos Estados Unidos e as conclusões dependem da elasticidade do preço tanto da terra quanto de transporte.

A fim de embasar planejadores urbanos e formuladores de políticas públicas, alguns estudos vêm sendo realizados sobre o tema de infraestrutura de ciclovias. Krizek (2007) elaborou trabalho revisando a literatura existente acerca da temática e, com base nela, propôs métodos e estratégias para realizar avaliações futuras. Para tanto, ele comparou 25 estudos diferentes sobre infraestrutura de ciclovias e seus impactos econômicos. Em sua pesquisa, procedeu a uma revisão da literatura e consolidou os principais resultados encontrados nos trabalhos; as estatísticas incluem os métodos utilizados pelos autores e os benefícios encontrados por cada um deles. Cavill *et al.* (2008) também realizaram análise semelhante, porém, focando o impacto das ciclovias em relação à saúde.

A abordagem mais utilizada na literatura para avaliar estes projetos é a análise de custo-benefício, ou seja, aquela que compara os benefícios econômicos do projeto com seus respectivos custos, computando o resultado líquido total do investimento. Essa abordagem é utilizada principalmente como tentativa de poder comparar o investimento em via para bicicletas com outros investimentos em infraestrutura de transportes, tais como rodovias e ferrovias.

Um dos principais desafios em avaliar este tipo de projeto é que, se por um lado, é relativamente fácil identificar os custos de investimento, por outro, os benefícios são mais subjetivos e de difícil mensuração, como por exemplo, impactos na saúde, no meio ambiente

e no trânsito. Por isso, a fim de calcular os benefícios, os autores normalmente adotam hipóteses simplificadoras ao realizarem suas estimativas.

Consoante Krizek (2007), todos os estudos encontrados na literatura apontam que o resultado líquido dos investimentos é positivo (isto é, os benefícios excedem os custos), recomendando o investimento em estruturas de ciclovias. Segundo sua conclusão, tais resultados se dão devido ao relativamente baixo custo de investimento para se construir as estruturas, em contrapartida às hipóteses, muitas vezes otimistas, adotadas pelos autores para calcular o racional de benefícios financeiros futuros, como por exemplo, hipóteses de redução com custos relacionados à saúde, absenteísmo e transporte.

Finalmente, como crítica à literatura existente sobre o tema, o autor ressalta que poucos artigos são baseados em análise de dados com métodos e modelos econométricos, de modo que alguns são desenvolvidos de maneira genérica e anedoticamente, via de regra, defendendo os benefícios das ciclovias. Entre outros aspectos, isso sugere que vários estudos não foram preparados para atender aos requisitos de qualidade necessários para serem publicados, mas sim são usados a fim de defender suas análises e conclusões.

Os benefícios apontados nos diversos trabalhos são:

- Mobilidade: melhoria nas condições de transporte, diminuição das distâncias de viagem;
- Saúde: aumento do nível de atividade física, diminuição dos custos com saúde;
- Segurança: diminuição do número de acidentes;
- Benefícios externos: diminuição de congestionamento, redução de poluição;
- Qualidade de vida: aumento de espaços abertos, proximidade de centros de recreação (amenidades);
- Fiscal: aumento de atividade econômica.

Porém, muitos destes supostos benefícios possuem um aspecto local e não podem ser generalizados para outras regiões. Por exemplo, segundo estudo realizado para a cidade de Vancouver (STANTEC, 2011), foi encontrado resultado apontando que a ciclovia segregada causa um impacto negativo na receita do comércio. Para se chegar ao resultado, o grupo de estudos aplicou questionários a comerciantes e consumidores locais. Este resultado contraria outros trabalhos que apontam que a ciclovia possui impacto nulo ou positivo na atividade econômica, tais como em Lindsey *et al.* (2004) e Go for Green (2004).

Saelensminde (2002), utilizando o modelo de custo-benefício, aponta que o investimento em ciclovias na Noruega é recomendado e que os principais benefícios estão relacionados à redução de custos associados a doenças. Para tanto, o autor se baseia em algumas hipóteses de custo com absenteísmo e em impactos que a atividade física trará para a saúde. Um ponto interessante destacado neste trabalho é que um aumento na estrutura cicloviária reduzirá a insegurança de ciclistas e pedestres, aumentando desse modo o número de usuários.

Em outro estudo realizado em cidades canadenses (GO FOR GREEN, 2004), o grupo de pesquisa aponta que existe no país uma elevada demanda reprimida de ciclistas, de maneira que esta seria atendida com a construção da infraestrutura necessária (uma vez que seria reduzida a insegurança de andar de bicicleta). Neste projeto, também foi utilizado o modelo de custo-benefício e, como conclusão, foi estimado que um aumento de utilização do modo cicloviário para 15,2% acarretaria em um benefício de US\$ 7 bilhões por ano.

Outro dado estimado a fim de calcular o benefício econômico diz respeito ao potencial de consumidores que usufruirão das ciclovias. Os autores utilizam como premissa a ideia de que existe uma demanda reprimida de ciclistas (tanto daqueles que já utilizam a bicicleta como meio de transporte, como de pessoas que caminham e passarão a utilizá-la), os quais utilizarão esta estrutura. Cervero *et al.* (2013) argumentam que a construção de infraestrutura eleva o número de ciclistas, para tal, eles utilizam dados de infraestrutura de bicicletas em estações de trem, que facilitam a integração dos modais bicicleta e trem.

Fernández-Heredia *et al.* (2016) investigam os motivos que levam as pessoas a aderir ao modo cicloviário. Concluem que, de fato, uma estrutura dedicada é importante para motivar o uso do modo, principalmente pelo fato de que a via para bicicletas altera a percepção de risco

de andar de bicicleta. Com uma via segregada, as pessoas se sentem mais seguras em relação a acidentes e passam a utilizar a bicicleta como meio de transporte.

Conforme Krizek *et al.* (2007), a fim de entender o impacto da via para bicicletas na qualidade de vida da comunidade, é recomendado avaliar o valor de venda de localizações próximas à via. A mensuração de quanto as pessoas estão dispostas a pagar por esta amenidade pode ser determinada utilizando-se modelos de preços hedônicos que estimam quanto vale este atributo. Segundo Crompton (2001), existe uma crença de que “vias verdes” (como as ciclovias) aumentam o valor de venda dos imóveis próximos; porém, em seus estudos, o autor não encontrou resultados significativos que justifiquem essa hipótese. Em outro estudo, também se utilizando modelo de preços hedônicos, Lindsey *et al.* (2004), de igual modo, não encontram resultados que apontem que as “vias verdes” acarretem variações significativas nos preços dos imóveis. Vale ressaltar que nestes dois trabalhos as “vias verdes” em análise possuíam aspecto puramente recreacional, e não objetivavam estimular o uso de um transporte alternativo.

1.1 Modelo de escolha de modo de transporte

Nos modelos clássicos de escolha de modo de transporte encontrados na literatura, as principais variáveis de interesse são o tempo e o custo da viagem. Entretanto, ao se considerar a bicicleta, surge uma contradição. Segundo Petritsch *et al.* (2008), experimentos envolvendo tempo de viagem por outros modais – carro, ônibus, metrô – e pela bicicleta mostraram que para distâncias urbanas usuais, a bicicleta domina os outros modais, tanto em termos de custo quanto de tempo. Entretanto, nessas mesmas áreas, a bicicleta estava longe de ser o meio de transporte dominante: apesar de sua velocidade média poder ser comparada com a de veículos motorizados e de ter um baixo custo, raramente é escolhida. Conforme discutido por Fernández-Heredia *et al.* (2014), alguns podem pensar que o esforço físico (assim como na caminhada) e o risco de acidente podem explicar a relutância em usá-la, mas na verdade, evidências apontam que o processo de escolha para esse modo possui características muito especiais e que é necessário entendê-lo, assim como os motivos que levam à escolha ou à rejeição desse modo.

Além das variáveis de mobilidade, a literatura aponta a existência de outros fatores que estão associados ao uso da bicicleta, tais como características sociodemográficas, ambiente urbano e percepções dos usuários. De acordo com Pucher *et al.* (2010) e também com Emond *et al.* (2009), os usuários de bicicletas tendem a considerar uma quantidade maior de variáveis ao realizar a escolha; sendo assim, é necessário identificar e quantificar rigorosamente essas variáveis e entender a forma como elas são percebidas, de modo a poder modelar a preferência pela escolha da bicicleta.

Alguns autores utilizaram a percepção dos usuários para enriquecer a especificação do modelo e melhorar a sua performance. Walker (2001) utilizou um modelo híbrido considerando índices que representam grupos de percepção variáveis dentro dos modelos de escolhas tradicionais: as variáveis latentes. Conhecer essas variáveis de percepção e a associação com os índices que representam sua influência na decisão envolvendo o emprego da bicicleta é uma maneira de entender e modelar o uso desta. Isso requer a identificação dos aspectos que os usuários levam em consideração quando vão decidir qual modo escolher.

Fernández-Heredia *et al.* (2014) classificaram os elementos que influenciam o uso da bicicleta agregando em cinco grupos, quais sejam: características pessoais dos usuários, características da viagem, variáveis ambientais, estrutura e percepções subjetivas.

As **características pessoais** são entendidas como a diversidade de perfis, que podem ser descritas usando características sociodemográficas. Fatores como sexo, idade e renda estão incluídos nessa categoria. Segundo o autor, idade possui um papel determinante em lugares em que a cultura por bicicleta é incipiente, de maneira que pessoas entre 18 e 45 anos favorecem seu uso. O uso de bicicleta é mais intensivo em grupos com renda abaixo da média, mas a sua correlação com a idade torna difícil isolar o efeito. Gênero parece ser relevante apenas em locais em que o uso de bicicleta é baixo, homens utilizam mais a bicicleta possivelmente devido à aversão feminina ao risco. Ser proprietário de carro afeta negativamente o uso de bicicleta; **características da viagem** incluem tempo, custo e distância. Estes fatores perdem importância quando comparados com infraestrutura mais segura. Caminhada domina a escolha por modo para distâncias curtas; **variáveis ambientais** incluem clima, topografia e *design* urbano; **estrutura urbana** diz respeito a vias para bicicleta, vias segregadas e estacionamentos para bicicleta, elementos que parecem ser

relevante para a escolha deste modo; e as **percepções**, que são representações subjetivas desses fatores que dependem de características e experiências pessoais.

O trabalho de Fernández-Heredia *et al.* (2014) explora justamente o papel das percepções na definição da escolha do modo bicicleta. O autor coleta os dados de percepção dos usuários por meio de uma pesquisa realizada com alunos e funcionários de uma universidade na Espanha. Utiliza um modelo do tipo logit a fim de avaliar como cada fator impacta na escolha do modo bicicleta. Como resultado do trabalho, conclui que as percepções são relevantes e estatisticamente significativas, mostrando que a escolha por viajar de bicicleta é complexa e envolve um número de fatores maior do que os modelos tradicionais consideram.

Na literatura, a abordagem mais comum para modelar a escolha de viajar com bicicleta é utilizar um modelo do tipo regressão logística. Parkin *et al.* (2008) utilizaram dados do censo do Reino Unido de 2001 e uma regressão logit para identificar os fatores que afetam a escolha. Os autores consideraram variáveis socioeconômicas, fatores físicos (distância, topografia, clima) e sistema de transporte (estrutura para bicicletas, transporte público, ser proprietário de automóvel). Esse modelo possui a seguinte forma: $P_i = \frac{1}{(1+e^{-Z})}$, em que P_i é a proporção de indivíduos no local i que utilizam a bicicleta para trabalhar, e Z representa a atratividade relativa de andar de bicicleta. Esse modelo é estimado por meio da seguinte transformação: $\ln\left(\frac{P_i}{(1-P_i)}\right) = Z_i = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$, que pode ser estimado por OLS. β representa a importância relativa de cada variável explicativa, e ε representa o erro independente e identicamente distribuído com média zero. Neste trabalho, os autores consideraram que existe um limite máximo de utilização de bicicleta, desse modo, o modelo toma a forma $P_i = \frac{S}{(1+e^{-Z})}$, em que S é um nível de saturação máxima. Como resultado, encontraram um nível de saturação de 43% e que diversos fatores são estatisticamente significativos, tais como: distância, renda, ser proprietário de automóvel, topografia, trânsito, densidade populacional e estrutura.

Os modelos de escolha são importantes, haja vista que servem como informação para a decisão de políticas públicas. Uma vez que um governo decida estimular o uso da bicicleta (o Reino Unido, por exemplo, tinha como meta, em 1996, quadruplicar o número de ciclistas até o ano de 2012), os modelos podem auxiliar na escolha de políticas ótimas para alcançar as

metas, focando em ações que afetem as variáveis mais sensíveis na decisão das pessoas; além disso, podem estimar a efetividade e as limitações dessas políticas.

A fim de estudar as políticas ótimas para aumentar o número de ciclistas, Noland e Kunreuther (1995) argumentam que é necessário, além de medidas pró-bicicleta, um conjunto de políticas que dificultem o uso do automóvel. Os autores sugerem a implementação de ações de curto prazo favoráveis à utilização da bicicleta (que favoreçam a segurança e conveniência deste modo, como vias segregadas) e políticas de longo prazo prejudiciais ao automóvel (como reduzir a velocidade permitida e criar zonas em que não são permitidos carros).

O trabalho desses autores considerou dados da Filadélfia e utilizou apenas informações de percepção de **conveniência** de uso de cada tipo de transporte e percepção de **risco** de andar de bicicleta. Para coletar essas informações, os autores realizaram uma pesquisa por *e-mail*. Um resultado interessante dessa pesquisa diz respeito ao fato de que a bicicleta é vista como o meio de transporte mais perigoso (entre andar a pé, de carro, de bicicleta ou de transporte público) e é justamente essa percepção de risco elevado que desencoraja o uso deste modo. O modelo utilizado pelos autores foi de escolha multinomial logit (MNL).

Importante destacar também que, tal como o trabalho de Fernández-Heredia *et al.* (2014), um fator relevante é concernente à percepção que as pessoas possuem em relação ao risco (risco subjetivo) e não ao risco medido objetivamente. Políticas de propaganda conseguem alterar essa percepção de risco sem alterar o risco real e, deste modo, também podem influenciar na escolha por modo.

O trabalho de Pucher e Buehler (2007) analisa o modo como as políticas públicas de cada país foram responsáveis por alterar a sua matriz de transporte urbano, em especial, a pesquisa compara cidades europeias, que possuem uma alta utilização de bicicleta, com as cidades dos Estados Unidos, que possuem baixa utilização de bicicletas.

Segundo os resultados obtidos, a chave para se alcançar altos níveis de utilização de bicicleta é a construção de vias segregadas para bicicleta, estruturas de transporte que garantam maior segurança para os usuários (sinalização, interseções, etc.), em conjunto com a realização de

políticas para reduzir o trânsito de automóveis. Em países com alta utilização de bicicleta existem também estruturas que permitem o estacionamento e integração multimodo, além de maior educação e treinamento, tanto de motoristas quanto de ciclistas. Além dessas políticas pró-bicicleta, o governo também investe em programas que tornam inconveniente o uso do automóvel, tais como taxas e restrições para compra de veículos, para uso e estacionamento.

Consoante os autores, os países que atualmente possuem o maior número de ciclistas nem sempre tiveram este *status*. Enquanto variáveis como cultura, topografia e clima são relevantes, políticas governamentais são fundamentais para se definir a matriz de transportes. Holanda, Dinamarca e Alemanha, que atualmente são líderes no uso desse transporte, tiveram um declínio considerável no uso da bicicleta durante os anos de 1950 a 1975; foi apenas por meio de políticas urbanas que surgiram a partir da metade dos anos 70 que a tendência foi revertida.

Enquanto os Estados Unidos e o Reino Unido criaram programas para incentivar a indústria automobilística e a indústria petroleira, construindo estradas e estrutura para o uso do automóvel, países como Holanda e Alemanha criaram mecanismos para frear seu uso e priorizar cidades mais sustentáveis e ambientalmente mais amigáveis.

A Figura 1, a seguir, mostra o percentual de viagens de bicicleta em cada país.

Figura 1 - Percentual do total viagens que são realizadas com bicicleta.

FONTE: PUCHER; BUEHLER, 2007.

De acordo com os autores, apesar das cidades europeias possuírem menores distâncias de viagem do que as cidades norte-americanas (fator que influencia o uso da bicicleta), não é este o motivo da diferença no percentual de uso desse modo, pois, mesmo controlando a distância da viagem, a diferença ainda é significativa.

Outra característica interessante é a de que quanto menor for o uso da bicicleta, maior é o percentual de homens que a utilizam. Essa característica pode ser explicada por meio dos modelos de escolha descritos previamente. A percepção de risco em usar bicicleta é relevante para a escolha desse modo e, como os homens são menos avessos ao risco do que as mulheres, nos países em que se utiliza pouca bicicleta (nos quais o risco é maior), a quantidade de homens é percentualmente maior do que em países em que se utiliza muito bicicleta (nos quais o risco é menor). A Figura 2, a seguir, ilustra esse fenômeno.

Figura 2 - Percentual de mulheres que viajam de bicicleta em cada país.

FONTE: PUCHER; BUEHLER, 2007.

A fim de demonstrar o papel da percepção de risco na escolha da utilização da bicicleta, a Figura 3 mostra a evolução no uso da bicicleta comparado com o número de acidentes com ciclistas. Fica evidente que, quando o número de acidentes fatais aumenta, o uso da bicicleta diminui (e vice-versa). É importante destacar também que no período entre 1950 e 1970 houve uma queda no número de ciclistas em todos os países devido à popularização do uso do automóvel. Com o uso do carro, muitas pessoas deixaram de utilizar a bicicleta para usufruir do automóvel, reduzindo o número de ciclistas e tornando as viagens mais perigosas, visto que os ciclistas passam a competir com os automóveis. A Figura 3, a seguir, mostra os dados referentes ao ano de 1950 a 2005 na Holanda.

Figura 3 - Evolução do uso da bicicleta e do número de acidentes com ciclistas na Holanda
 FONTE: PUCHER; BUEHLER, 2007.

1.2 Mobilidade urbana e o uso da bicicleta no município de São Paulo

Para se poder traçar uma visão geral sobre o papel da bicicleta na matriz de transportes urbanos da cidade de São Paulo, a melhor fonte de dados disponível é a Pesquisa Origem Destino (METRÔ-SP, 2012), um levantamento feito pela Companhia do Metropolitano de São Paulo. Faz-se mister destacar que a pesquisa completa foi realizada em 2007, de modo que, em 2012, foi realizada apenas uma pesquisa simplificada. Conforme será discutido posteriormente, a partir do ano de 2013 foi construída uma grande quantidade de via para bicicletas na cidade, sendo assim, ao se analisar o ano de 2016, possivelmente o perfil de uso de bicicleta tenha sido alterado em relação aos dados de 2012 (pesquisa OD mais recente). A fim de tentar cobrir esta lacuna, algumas informações foram obtidas por meio de uma pesquisa realizada pela associação de ciclistas Ciclocidade, realizada em agosto de 2015 por intermédio de questionários enviados a ciclistas.

São Paulo possui uma elevada utilização de automóveis para as viagens dentro da cidade. Considerando-se o total de viagens, 30% delas são realizadas com carros particulares e, 31%, são realizadas a pé, sendo que as viagens a pé são essencialmente viagens curtas de pequena distância (distância média de 1,2 km), muitas delas são realizadas para se poder almoçar. O uso de bicicleta é muito baixo, principalmente quando comparado com outros países. Considerando o total de viagens, as realizadas com bicicleta representam 0,5% do total; mesmo se forem consideradas apenas viagens de curta distância (menos de 3 km), o uso é de apenas 0,7%. Nos Estados Unidos, em que se utiliza pouco a bicicleta, o percentual de viagens é de 1%.

Figura 4 - Distribuição de viagens por modo em São Paulo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Considerando-se apenas viagens de curta distância (menos de 3 km), a maioria é realizada a pé (54%), mas mesmo para viagens próximas, a utilização do automóvel é significativa (quase 26%). Como média, as pessoas utilizam a bicicleta para distâncias pequenas, de modo que a distância média da viagem de bicicleta é de 3,3 km; as pessoas vão a pé apenas para lugares muito próximos e utilizam o trem ou metrô para viagens longas.

Figura 5 - Distância média por Modo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Mesmo que a média de distância percorrida com a bicicleta seja de 3,3 km, essencialmente a distribuição de distâncias é concentrada no início da curva, sendo que 70% das viagens de bicicleta são para distâncias abaixo de 3 km.

Figura 6 - Histograma de distância percorrida com bicicleta na cidade de São Paulo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

O principal motivo para as pessoas viajarem é para trabalhar e estudar. Educação representa um percentual elevado do total de viagens, visto que as crianças e adolescentes frequentam a escola cotidianamente. Considerando apenas as viagens de bicicleta, o principal motivo é referente ao trabalho; isto ocorre devido ao perfil do ciclista ser de uma pessoa entre 25 e 45 anos, conforme será visto posteriormente.

Figura 7 - Motivo da viagem.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Em relação aos horários das viagens, essencialmente a distribuição apresenta três picos de concentração, quais sejam: uma no início da manhã, quando as pessoas estão indo trabalhar; uma no final da tarde, quando as pessoas estão voltando para casa; e outra no horário de almoço, quando as pessoas vão almoçar ou realizar atividades pessoais. Ao analisar o perfil apenas da bicicleta, a distribuição é semelhante à do total de viagens, porém, o pico do meio-dia é menos acentuado; a maioria das viagens dessa faixa de horário é realizada a pé.

Figura 8 - Perfil de distribuição de horário de viagens.

FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Em relação à renda, a renda média das pessoas que utilizam bicicleta é a mais baixa entre todos os modais, inclusive de transporte público; esse resultado é esperado de acordo com a literatura. Notadamente, em países com baixo uso de bicicleta, a renda dos ciclistas é baixa, existindo um *trade-off* nítido com o uso do automóvel (quando a renda aumenta, o usuário muda para outro modo). Além disso, como a categoria “outros” inclui o uso de táxi, é esperado que seja a categoria com maior renda média.

Figura 9 - Renda familiar média por modo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Um resultado interessante encontrado na pesquisa é: do total das viagens, 36% das pessoas possuem bicicleta em casa (indicando que essas pessoas, além de saberem andar de bicicleta, já demonstraram interesse suficiente para comprar e guardar esse objeto), porém, apenas uma parcela mínima (1,4%) de quem possui bicicleta em casa a utiliza para realizar viagens.

Figura 10 - Características dos proprietários de bicicleta em São Paulo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Ademais, considerando-se apenas a amostra de viagens próximas (menos de 3 km) e de pessoas que possuem bicicleta (características ideais para se escolher viajar com este modo), apenas 1,7% dessas viagens são realizadas com bicicleta. Mesmo com essa configuração, 27% das viagens são realizadas com automóvel, indicando uma característica intrínseca da cidade de São Paulo, que é a alta valorização do uso do carro.

Figura 11 - Distribuição de modo de viagem considerando apenas viagens curtas de pessoas que possuem bicicleta.

FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Também, de acordo com a pesquisa OD, o principal motivo declarado para se utilizar a bicicleta foi “pequena distância”, seguido por “condução cara”. Este segundo motivo indica que possivelmente este ciclista mudaria de modo caso possuísse uma renda maior.

Figura 12 - Motivos declarados para escolher viajar com bicicleta.

FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Assim como os resultados previstos, encontrados na literatura, a distribuição de ciclistas se concentra na faixa de 25 a 35 anos. Na literatura, essa distribuição é tanto mais concentrada quanto menor for o uso da bicicleta; o resultado esperado seria o de que, conforme o uso da bicicleta aumenta, a variância da distribuição aumenta

Figura 13 - Distribuição etária dos ciclistas em São Paulo.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

Assim como esperado, o gênero masculino domina amplamente o uso da bicicleta; este resultado também está coerente com a literatura e com os resultados observados em outros países. Segundo a literatura, quanto menor o uso da bicicleta, menor é a participação das mulheres. Importante notar que o município de São Paulo possui uma participação muito baixa de mulheres, mesmo se comparado a países que utilizam pouca bicicleta, conforme pode ser visto na seção anterior. Mesmo na Austrália (que possui a menor participação de mulheres), o percentual é superior a 20%, contra 14% em São Paulo em 2015.

Figura 14 - Distribuição de ciclistas por gênero.
 FONTE: METRÔ-SP, 2012.

1.3 Vias para bicicleta na cidade de São Paulo

O projeto de ampliação de vias para bicicletas em São Paulo foi uma das principais bandeiras políticas do governo municipal de São Paulo na gestão 2013/2016. Em 2013, a cidade contava com aproximadamente 60 km de vias exclusivas para bicicletas; após a priorização do programa por parte da prefeitura, houve a criação de mais 300 km, somando um total de 360 km até agosto de 2015. O objetivo da prefeitura era implantar uma malha de 400 km de via para bicicletas, desse modo, São Paulo tornar-se-ia uma das cidades do mundo com mais vias exclusivas para bicicletas.

Figura 15 - Evolução da quantidade de km de vias para bicicleta em São Paulo.
 FONTE: CET, 2016.

Segundo dados do Ibope, referentes a setembro de 2014, o número de paulistanos que usam bicicletas como meio de transporte cresceu 50% em relação ao ano anterior. Em 2013, o levantamento apontou um total de 174,1 mil pessoas, já os dados de 2014 apontaram uma estimativa de 261 mil ciclistas. De acordo com pesquisa realizada pelo Ibope e pela CET, apresentada pela prefeitura em maio de 2016, foi registrado um aumento de 66% no número de ciclistas entre 2015 e 2016; no mesmo período também foi registrada uma queda de 34% nas mortes em acidentes de trânsito envolvendo bicicletas. O rápido crescimento coincide com a ampliação da estrutura ciclovária.

Consoante o plano cicloviário da prefeitura (Plano de Mobilidade de São Paulo, 2014), as diretrizes para construção das vias envolvem os seguintes aspectos (entre outros):

- Integração modo;
- Uso da estrutura como meio de transporte;
- Preferência nas ruas secundárias;
- Conectividade dos trajetos.

Fica nítido, deste modo, que o objetivo da prefeitura é, de fato, transformar o uso da bicicleta em um modo de transporte viável e seguro para que a população tenha uma alternativa em relação à utilização do automóvel como meio de transporte. Importante notar também que o projeto inclui integração multimodo, criando estacionamentos junto às estações de trem e metrô.

Segundo pesquisa do Instituto Datafolha, realizada em setembro de 2014, 80% das pessoas aprovam a implantação de ciclovias, 14% são contrárias e 6% são indiferentes. Entre os mais jovens, a aprovação das vias para bicicletas atinge 93%, já entre os mais velhos, é de 66%. No segmento mais escolarizado e de maior renda, a aprovação é menor do que a média (76% e 74%, respectivamente). Em relação à cidade de São Paulo, 71% veem mais benefícios do que prejuízos nas vias para bicicletas, contudo, 24% veem mais prejuízos. O Datafolha também consultou os paulistanos sobre a viabilidade da bicicleta como meio de transporte para atividades diárias, tais como ir ao trabalho e ir à escola na cidade de São Paulo. A alternativa, neste caso, era o uso da bicicleta para atividades de lazer e de esporte, e não para tarefas cotidianas. Para a maioria (60%), "a bicicleta é um meio de transporte viável para realizar tarefas do dia a dia, como ir ao trabalho, à escola e se locomover pela cidade de São Paulo"; uma fatia de 39%, porém, avalia que "a bicicleta é um meio de transporte viável apenas para atividades de lazer e práticas de esportes, e não para ser usada no dia a dia em São Paulo"; 1% não opinou.

Pode-se concluir que a estratégia da prefeitura, ao viabilizar as vias para bicicletas, é incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte prioritário para as pessoas se deslocarem pela cidade, não apenas como meio recreativo, mas principalmente para trabalhar. Uma malha de 400 km de vias, que inclui integração com as estações de metrô e com terminais de ônibus, a princípio, parece ser uma boa alternativa para o transporte urbano. Em um primeiro momento, por meio de pesquisas de opinião, a maioria dos cidadãos parece enxergar a iniciativa sob um ponto de vista favorável, porém, este tipo de pesquisa pode apresentar algum tipo de viés, de modo que apenas por intermédio de outros dados é possível a mensuração do real sucesso do programa.

Outro ponto a ser discutido sobre as vias para bicicletas em São Paulo diz respeito à grande diversidade de tipos de estruturas construídas. Essencialmente, as primeiras vias construídas (antes de 2012) eram segregadas das ruas, possuíam percursos mais longos e sua principal função era recreativa. Algumas vias construídas envolveram outras intervenções urbanas, tais como alteração paisagística, na iluminação e na sinalização. Grande parte das recentes vias para bicicletas é composta de estruturas mais simples, criadas na lateral das ruas. A Figura 17, a seguir, ilustra o perfil das vias para bicicletas em São Paulo.

A fim de lidar com essa heterogeneidade, bem como melhorar a qualidade das informações e possibilitar um estudo mais criterioso, foi realizado um levantamento individualizado das características de cada uma das mais de 200 vias. Para tal, foram analisadas fotos – de satélite e no nível da rua – de todas as vias cadastradas no arquivo georreferenciado disponibilizado pelos órgãos públicos. Empregou-se critérios próprios de similaridade para classificação dos tipos de vias para bicicleta. As informações a seguir ilustram as diferentes classificações.

Figura 16 - Tipos de via para bicicletas.

FONTE: CET, 2016 (Classificação do tipo de vias realizada pelo autor).

O tipo mais comum de via para bicicletas construída a partir de 2013 foi aquele constituído de uma faixa pintada na lateral da rua, possuindo duplo sentido de circulação. A Figura 18, a seguir, é um exemplo de via destinada a bicicletas classificada como tipo “comum”.

Figura 17 - Via do tipo comum - Rua Arthur de Azevedo - 01/2015.

FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

Parte das vias para bicicletas foi construída em canteiros centrais das ruas; são vias de mão dupla e, por serem segregadas da pista, são mais seguras para os ciclistas. Um exemplo deste tipo de via pode ser encontrado na Avenida Sumaré.

Figura 18 - Via do tipo canteiro central – Avenida Sumaré – 01/2016.
 FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

A segunda estrutura mais comum é o tipo classificada como “estreita”: vias pintadas na lateral das pistas. São estreitas por serem de mão única. Normalmente, são construídas em ruas/avenidas de maior circulação, sendo que cada via é construída em um sentido da pista. Em virtude de as vias serem estreitas e situadas em uma rua/avenida de maior circulação de veículos, são mais perigosas para os ciclistas.

Figura 19 - Via do tipo estreita – Jardim Helena – 12/2015.
 FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

As vias classificadas como “projeto urbanístico” são estruturas que receberam investimento muito superior à média das outras vias para bicicletas, pois englobam, além da ciclovia, outras intervenções urbanas. As seguintes vias receberam essa classificação:

Tabela 1 - Vias do tipo "Projeto Urbanístico".

Projeto Urbanístico	9,2 km	Inauguração
Ciclovía Braz Leme – Ligação	0,4	4/2015
Ciclovía da Avenida Paulista	2,7	6/2015
Ciclovía Faria Lima	2	11/2012
Ciclovía São João	4,1	8/2015

FONTE: CET, 2016

Segundo informações divulgadas pela prefeitura, no complexo Paulista/Bernardino de Campos, cujo orçamento é de R\$ 12,2 milhões, as obras contemplam, além dos quatro quilômetros de ciclovias, outras intervenções como: correções geométricas viárias (notadamente na Avenida Bernardino de Campos), melhorias na acessibilidade, recapeamento das faixas de tráfego, implantação de infraestrutura de rede de transmissão de dados, modernização e melhoria na sinalização horizontal, vertical e semaforica.

No complexo Amaral Gurgel/São João/General Olímpio da Silveira, cujo orçamento é de R\$ 7,6 milhões, além dos 4,8 quilômetros de ciclovía, as obras contemplam: adequação geométrica viária (notadamente nas paradas de ônibus, que serão totalmente reformuladas com o objetivo de adequá-las aos novos ônibus, que possuem dimensões maiores que os atuais), melhoria na sinalização horizontal, vertical e semaforica, recapeamento total da via, inclusive com implantação de novo pavimento de concreto nas paradas de ônibus e substituição do piso em todo o canteiro central.

A via para bicicletas situada na Avenida Faria Lima é parte de uma Operação Urbana cujo orçamento total de R\$ 54 milhões inclui intervenções urbanas mais complexas, tais como o ajuste de guias e sarjetas (geométrico) de todos os cruzamentos, novo desenho da Avenida Helio Pellegrino, tubulação enterrada para semáforo e iluminação ao longo do trajeto, recomposição de pavimento asfáltico, paisagismo ao longo do trajeto (transplante de algumas espécies) e sinalização horizontal e vertical. O projeto básico e os recursos dessa obra foram aprovados, em 2013, pelo Conselho Gestor da Operação Urbana Consorciada Faria Lima. Esse orçamento contempla, além dos 2 km construídos, mais 17 km, incluindo uma ligação que passa pelo CEAGESP e pelo Parque do Ibirapuera. Além disso, prevê mais 8 km de conexões entre esta ciclovía e todas as estações de trem e metrô entre o Jaguaré e a Vila Olímpia.

Figura 20 - Via do tipo “Projeto Urbanístico” – Avenida Faria Lima – 10/2014.
 FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

As ciclovias do tipo “exclusivo” são aquelas que foram construídas em pista segregada da rua, essencialmente são obras mais antigas e de grandes distâncias; sua principal finalidade é o uso recreacional. O exemplo mais famoso deste tipo de via é a ciclovia do Rio Pinheiros. As seguintes ciclovias foram classificadas como “exclusiva”.

Tabela 2 - Vias do tipo "Exclusiva".

Exclusiva	72,61 km	Inauguração
Ciclovía Adutora Rio Claro	7	1/2010
Ciclovía Caminho Verde	12	9/2008
Ciclovía Parque da Mooca	1,1	8/2014
Ciclovía Parque Ecológico do Tietê	11,41	10/2010
Ciclovía Parque Guarapiranga	6	12/2009
Ciclovía Rio Pinheiros	21,5	2/2010
Ciclovía Rio Pinheiros - Margem Oeste	13,6	12/2013

FONTE: CET, 2016

Figura 21 - Via do tipo exclusivo – Parque Ecológico do Tietê – 03/2011.
 FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

O último tipo de ciclovia é a do tipo “ponte”. São estruturas construídas em pontes, sendo, na maioria dos casos, as que cruzam os rios Pinheiros e Tietê. Em alguns casos, estas ciclovias estão isoladas do restante da rede de via para bicicletas, tornando difícil o seu acesso e uso.

Figura 22 - Via do tipo Ponte – Ponte dos Remédios – 10/2015.
FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

A Figura 24, a seguir, ilustra a localização dos diversos tipos de vias presentes na cidade de São Paulo. Como é possível perceber, as vias “exclusivas” estão localizadas em regiões mais afastadas da região central da cidade. Enquanto as vias “estreitas” acompanham ruas/avenidas mais movimentadas, as vias “comuns” utilizam ruas secundárias e aumentam a capilaridade da rede cicloviária.

Figura 23 - Distribuição da localização das vias por tipo.
FONTE: CET, 2016

2 O MODELO

2.1 Modelo teórico

A construção de vias exclusivas para bicicletas é um tema controverso e, *a priori*, não é possível saber se os impactos econômicos serão positivos ou negativos, ou ainda, se seus efeitos se cancelam e o saldo final seria o impacto nulo.

Para descrever o modelo teórico, toma-se os trabalhos de Brueckner (1987) e Glaeser (2008), adotando uma cidade estilizada em que todos os habitantes se deslocam por meio de um sistema de transporte para trabalhar e realizar comércio em um distrito central – *Central Business District* (CBD). Seja $d = 0$ o centro do distrito, as residências estão localizadas a uma distância d do centro e as pessoas possuem um custo de transporte associado à distância $t(d)$.

Supondo ainda que todas as pessoas possuem características iguais, isto é, possuem a mesma renda e a mesma cesta de preferências, o problema de maximização do consumidor é:

$$\max_d U = y - c - t(d, faixa) - p(d)h + A(d, faixa); \quad (1)$$

Em que U é a utilidade do indivíduo, y é a sua renda, c é o consumo, $p(d)$ é o preço da habitação em função da distância ao CBD, h é a quantidade de terra e $A(d, faixa)$ é uma função que representa as amenidades locais. Enquanto d é a distância do imóvel ao CBD, $faixa$ é a variável que identifica a presença de via para bicicleta. As amenidades podem ser interpretadas como o acréscimo de utilidade derivada dos residentes próximos a equipamentos urbanos, como parques, praças, teatros etc.

Na hipótese de que todos os indivíduos possuam características iguais, as utilidades deverão ser iguais, assim, no equilíbrio, o custo de transporte, o custo da terra e o valor das amenidades equilibrar-se-ão de modo que os indivíduos fiquem indiferentes entre residir em d ou d' .

Para maximizar a equação (1), toma-se a condição de primeira ordem derivando a função utilidade em relação à distância, obtendo:

$$\frac{\partial p(d, faixa)}{\partial d} = \frac{1}{h} \left[-\frac{\partial t(d, faixa)}{\partial d} + \frac{\partial A(d, faixa)}{\partial d} \right] \quad (2)$$

Ou seja, tanto o custo de transporte quanto o valor das amenidades impactarão no preço do imóvel. No caso em que as amenidades sejam uma função decrescente no espaço, $\frac{\partial A(d, faixa)}{\partial d} < 0$, e o custo de transporte aumente com a distância, $\frac{\partial t(d, faixa)}{\partial d} > 0$, então $\frac{\partial p(d, faixa)}{\partial d}$ é negativo, ou seja, o preço cai à medida que a distância em relação ao CBD aumenta.

Integrando a equação (2), pode-se expressar o gradiente de preços por:

$$p(d) = p(0) + \frac{1}{h} [-t(d, faixa) + A(d, faixa)]; \quad (3)$$

Em que $p(0)$ é o preço do imóvel no centro do CBD.

Para analisar o impacto da via para bicicletas, *faixa*, sobre o vetor de preços, basta derivar a equação (3) em função de *faixa*.

$$\frac{\partial p(d, faixa)}{\partial faixa} = \frac{1}{h} \left[-\frac{\partial t(d, faixa)}{\partial faixa} + \frac{\partial A(d, faixa)}{\partial faixa} \right] \quad (4)$$

O sinal dessa equação dependerá da magnitude das parcelas entre colchetes à direita da igualdade. De acordo com a literatura, a presença de vias para bicicleta tenderia a reduzir o custo de transporte, logo, o efeito de $\frac{\partial t(d, faixa)}{\partial faixa}$ é negativo. Por outro lado, não se sabe, *a priori*, o sinal de $\frac{\partial A(d, faixa)}{\partial faixa}$, sendo assim, o efeito final é inconclusivo.

2.2 Estratégia empírica

Modelo de preços hedônicos

A fim de investigar os efeitos econômicos das vias para bicicletas, será estudado o impacto das vias no que tange aos preços dos imóveis. Um método recorrente na literatura para se abordar este tipo de problema é o modelo de preços hedônicos. Esse modelo pressupõe que o preço do imóvel é formado por uma série de características que são desejadas (ou indesejadas) pelos consumidores, sendo que cada característica possui uma valoração intrínseca (reflexo das preferências dos consumidores); regredindo o preço do imóvel em função de seus atributos, espera-se encontrar a contribuição de cada atributo para o preço total.

O primeiro registro na literatura envolvendo preços hedônicos remete a Court (1939), que analisou a indústria automobilística nos Estados Unidos. Porém, o primeiro a inserir este problema no âmbito de um contexto de mercado foi Rosen (1974), ao definir que uma classe de produtos diferenciados pode ser descrita por um vetor de características. Este artigo contribuiu para a literatura e serviu como base para uma série de trabalhos posteriores.

Diversos estudos utilizam essa metodologia para explicar o impacto de alguma variável de interesse no preço de imóveis: Black (1999) utiliza o modelo para avaliar o impacto da presença de escolas de boa qualidade; Paixão (2009) estuda o impacto da violência no preço dos imóveis comerciais de Belo Horizonte; já Arraes e Sousa Filho (2008) e também Angelo *et al.* (2004) fazem uso do modelo para estudar a avaliação de imóveis em Fortaleza e em São Paulo, respectivamente.

O modelo usualmente utilizado nos trabalhos do gênero emprega uma forma linear ou loglinear dos preços, como por exemplo:

$$\ln(\text{preço}) = \alpha + X'\beta + Z'\delta + \gamma\text{variavel} + \varepsilon; \quad (5)$$

Em que *preço* é o valor do imóvel (ou do aluguel), *X* é um vetor de características do imóvel (como número de quartos, banheiros etc.), *Z* é um vetor de características da vizinhança

(acessibilidade, área verde, criminalidade etc.), *variavel* é a variável de interesse que será estudada – no caso, o impacto da via para bicicletas na valoração do imóvel urbano.

A forma mais usual encontrada na literatura para expressar a relação entre preços e atributos é a especificação semilogarítmica da equação (visto que o preço dos imóveis segue uma distribuição lognormal) (AGUIRRE; FARIA, 1997). Porém, na literatura existem modelos que utilizam formas lineares, logarítmicas, semilogarítmicas inversas, quadrática, entre outras.

Quanto à utilização de preço do imóvel ou valor do aluguel, conforme resultado encontrado por Aguirre e Faria (1997), o preço dos imóveis apresenta correlação significativa com o valor do aluguel e, conseqüentemente, seria irrelevante qual variável de resposta escolher na regressão (preço ou aluguel), haja vista que os resultados serão similares.

Como crítica ao modelo, diversos autores ressaltam que a teoria não determina uma forma funcional definida, tampouco as variáveis relevantes para a estimação. Além disso, podem ocorrer problemas de multicolinearidade e presença de autocorrelação espacial dos resíduos (HERMANN; HADDAD, 2005).

Estratégia empírica de diferenças em diferenças

Aliado à modelagem de preços hedônicos, neste trabalho testar-se-á um estratégia de diferenças em diferenças. Esse modelo mede o efeito do tratamento que está sendo estudado (no caso, a presença de via para bicicletas). A vantagem deste estimador é que ele pode ser usado tanto com dados em painel como em dados de *cross-section* repetidas (quando dados em painel não se encontram disponíveis) (CAMERON; TRIVEDI, 2005).

Seja um modelo de apenas dois períodos, tomando-se que o tratamento ocorra apenas no segundo período, de tal modo que no período 0, $y_{ai,0} = X\beta$ e $y_{bi,0} = X\beta$, onde “a” é o grupo que irá receber o tratamento e “b” o grupo que não irá receber o tratamento. No segundo período temos $y_{ai,1} = X\beta + \theta \frac{1}{d}$ e $y_{bi,1} = X\beta$. Logo, o efeito do tratamento pode ser estimado por OLS regredindo Δy .

$$(y_{ai,1} - y_{bi,1}) - (y_{ai,0} - y_{bi,0}) = (X\beta + \theta \frac{1}{d} - X\beta) - (X\beta - X\beta) = \theta \frac{1}{d} \quad (6)$$

Esse modelo é chamado de diferenças em diferenças (DID), uma vez que estima a diferença em relação ao tempo entre as variáveis tratadas e não tratadas e, posteriormente, toma a diferença entre as diferenças no tempo. Operacionalmente, utilizar um modelo de diferenças em diferenças consiste em incluir uma variável de efeitos fixos para capturar o efeito do tempo e outra para capturar o efeito do indivíduo.

Uma hipótese necessária é que o efeito de tempo seja comum tanto para os indivíduos tratados quanto para os não tratados. Essa hipótese é necessária para os dados tanto em formato de painel quanto para *cross-section*. Trabalhos como o de Galiani *et al* (2008) e também de Di Tella e Schargrodsky (2004) utilizam o modelo de diferenças em diferenças.

Modelo de painel com efeitos aleatórios

A configuração ideal para se realizar o estudo proposto neste trabalho seria uma base de dados do tipo painel, desse modo, seriam controlados os efeitos fixos de tempo e de espaço. Porém, como a base de dados de preço de imóveis não possui os dados do mesmo imóvel através do tempo, uma solução seria utilizar um modelo de painel com efeitos aleatórios e controlar para o efeito da região em que o imóvel está localizado.

Enquanto o modelo de efeitos fixos ($Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \epsilon_{it}$) trata os α_i 's como variáveis aleatórias não observadas e correlacionadas com algum X_{it} , o estimador de efeitos aleatórios ($Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$) considera o erro combinado, isto é, $u_{it} = v_i + \epsilon_{it}$, e pressupõe que v_i é iid com variância σ_v^2 e que ϵ_{it} é iid com variância σ_ϵ^2 .

Conforme Angrist e Pischke (2009), o modelo de “efeitos aleatórios” é uma alternativa para a especificação do modelo de efeitos fixos. Esse modelo assume que α_i é não correlacionado com os regressores. Como a variável omitida no modelo de efeitos aleatórios não é correlacionada com os regressores incluídos, não existe viés em ignorá-lo; de fato, ele se torna parte do resíduo. A consequência mais importante do modelo de efeitos aleatórios é que os

resíduos para uma dada pessoa são correlacionados entre os períodos. Um detalhamento sobre o modelo pode ser encontrado em Wooldridge (2002).

Clark e Linzer (2015) oferecem uma interpretação ainda mais intuitiva para compreender a diferença entre os modelos. Considerando um modelo linear com observações $i = 1, \dots, N$ agrupada em unidades $j = 1, \dots, J$, tem-se:

$$y_i = \alpha_{j[i]} + \beta x_i + \varepsilon_i, \text{ em que } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_y^2). \quad (7)$$

O modelo de efeitos fixos é uma regressão linear de y em x , a qual adiciona para a especificação uma série de indicadores variáveis z_j para cada unidade, de modo que $z_{j[i]} = 1$ se a observação i está na unidade j , e $z_{j[i]} = 0$ caso contrário:

$$y_i = \sum_{j=1}^J \alpha_j z_{j[i]} + \beta x_i + \varepsilon_i; \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_y^2). \quad (8)$$

Os coeficientes $\hat{\alpha}_j$ que são computados para cada z_j são estimativas de α_j .

No modelo de efeitos aleatórios, ao contrário, os α_j assumem uma distribuição de probabilidades; neste caso, os parâmetros são estimados por meio dos próprios dados. A distribuição é tipicamente normal, com média unitária de efeito μ_α e variância σ_α^2 , a qual descreve o quanto o efeito da unidade varia em torno da média.

$$y_i = \alpha_{j[i]} + \beta x_i + \varepsilon_i; \quad \alpha_j \sim N(\mu_\alpha, \sigma_\alpha^2); \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_y^2). \quad (9)$$

Ainda de acordo com esses autores, para se definir a escolha entre qual modelo usar, deve-se, primeiramente, verificar o modelo teórico considerado pelo pesquisador. Em muitos casos, a especificação será consequência direta do modelo teórico. Caso não seja possível, as especificações deverão ser testadas empiricamente a fim de verificar qual se adéqua melhor ao estudo. No presente trabalho, por construção do modelo e da base de dados disponível, a especificação que melhor se enquadra é o modelo com efeitos aleatórios.

Na literatura, diversas pesquisas utilizam a especificação de painel com efeitos aleatórios. Pode-se citar, por exemplo: Halkos (2003), que usa o modelo para estudar a relação entre danos ambientais causados por emissão de enxofre e crescimento econômico; e Squires *et al*

(2016), que também utilizam um painel com efeitos aleatórios para avaliar migrações no mercado de trabalho nos Estados Unidos.

O pacote “plm”, desenvolvido por Millo e Croissant (2008) e disponível no *software* R, calcula o modelo de painel com efeitos aleatórios e é a principal referência de rotina computacional em R para lidar com este modelo.

Modelo empírico do estudo

A estratégia empírica do estudo consiste em um modelo de preços hedônicos, incluindo no modelo a estrutura de diferenças em diferenças e considerando um painel com efeitos aleatórios. O modelo de preços hedônicos para se estimar o impacto das vias para bicicletas no preço dos imóveis será da seguinte forma:

$$\ln(preço/m^2)_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K x_{ik}\beta_k + \sum_{m=1}^M z_{im}\delta_m + \gamma ef_i + \tau et_t + \theta faixa_{it} + u_{it}; \quad (10)$$

$$u_{it} = v_i + \varepsilon_{it}; \quad v_i \sim N(0, \sigma^2_v); \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon).$$

Em que *preço* é o preço do imóvel, *m*² é a área útil do imóvel, *x_{ik}* representa as características estruturais do imóvel, tais como área, número de quartos, etc., *K* é a quantidade de controles deste tipo, *z_{im}* representa as características do ambiente, como acessibilidade, segurança e saúde, *M* é a quantidade de controles deste tipo, *ef_i* e *et_t* são variáveis de efeito fixo para espaço e tempo. *Faixa* é a variável a ser estudada. O erro possui o formato descrito na seção que tratou de painel com efeitos aleatórios.

A hipótese a ser testada é $H_0: \theta = 0$, ou seja, a via para bicicletas não altera o valor do imóvel, contra $H_1: \theta \neq 0$, isto é, a presença de via para bicicletas altera o valor do imóvel.

3 BASE DE DADOS

A fim de se determinar as variáveis que compõem o vetor Z (de características do ambiente), a literatura fornece extenso material sugerido. Além disso, outro modo natural de escolher os parâmetros é entender a cesta que compõe a função utilidade de um habitante comum. Consoante pesquisa do Instituto Datafolha (2014), as principais preocupações dos brasileiros são: saúde, segurança, emprego, educação e transporte – como se pode verificar na Figura 25. Logo, é natural que estes parâmetros sejam considerados no modelo.

Figura 24 - Problemas que afetam a vida dos brasileiros.
FONTE: INSTITUTO DATAFOLHA, 2014.

Usualmente, esses parâmetros costumam ser incluídos nos modelos deste tipo. Outros parâmetros de preços hedônicos utilizados na literatura brasileira são: lazer, qualificação de nobreza do bairro, limpeza e saneamento, densidade populacional, renda, corredor comercial, verticalização, acessibilidade, distância ao CBD, taxa de homicídios, entre outros. (PAIXÃO, 2009; ARRAES; SOUSA FILHO, 2008).

Imóveis: a base de dados mais completa sobre preço dos imóveis é o *site* de classificados Zap Imóveis. Essa base possui a vantagem de dispor de dados extremamente atualizados, em razão de os cadastros serem atualizados diariamente. O *site* possui 4,4 milhões de cadastros de imóveis, sendo estes comerciais ou residenciais, além de anúncios de preços de aluguel e

venda. Desse modo, esta é provavelmente a base de dados mais adequada para a análise em questão. O DataZap, empresa de inteligência de mercado e parceira do Zap Imóveis, forneceu acesso aos dados de imóveis e à estrutura necessária para o desenvolvimento do presente trabalho.

Nesta base, cada anúncio relaciona o preço com as seguintes informações do imóvel: quantidade de dormitórios, quantidade de vagas de garagem, quantidade de suítes, metragem, quantidade de banheiros, preço do condomínio, data de cadastro da oferta, CEP, latitude, longitude, endereço e idade da construção.

A Figura 26, a seguir, apresenta gráficos que mostram a distribuição de classificados do *site*:

Figura 25 - Informações sobre a base de dados do Zap Imóveis.
 FONTE: DATAZAP, 2016.

Buscando maximizar o tamanho da amostra, foi escolhido utilizar no modelo os dados de imóveis residenciais cadastrados para venda. No município de São Paulo, para o período entre janeiro de 2012 e julho de 2016, a amostra contava com 630 mil imóveis. Como os imóveis são georreferenciados, é possível associar as informações dos imóveis com as características ambientais da região em que estes estão localizados. A Figura 27, a seguir, representa uma distribuição dos imóveis pela cidade, assim como a localização das vias para bicicletas.

Figura 26 - Representação da localização de imóveis.
 FONTE: DATAZAP, 2016.

Equipamento Cultural: também é disponibilizada pela prefeitura uma base georreferenciada com as instalações culturais na cidade, quais sejam: 1009 teatros, cinemas ou casas de *shows*, 128 museus, 297 espaços culturais e 167 bibliotecas.

Com exceção das bibliotecas, que possuem uma distribuição relativamente mais homogênea no território urbano, os demais tipos de equipamentos culturais estão concentrados na região central e sudoeste da cidade.

Neste estudo, foi considerada uma variável de concentração de equipamentos culturais, desse modo, a variável é calculada dividindo-se o número de equipamentos pela área da zona. A Figura 28, a seguir, mostra os mapas com a localização desses equipamentos, assim como a concentração destes.

Figura 27 - Equipamentos culturais na cidade de São Paulo.
 FONTE: PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014.

Educação: também estão georreferenciadas as localizações das escolas na cidade. Para este trabalho, serão consideradas apenas as escolas públicas e particulares; não serão abrangidas escolas infantis ou cursos profissionalizantes. É interessante notar que as escolas particulares, apesar de serem em maior número, estão concentradas na região central da cidade. Nas regiões da franja metropolitana existem apenas escolas públicas, visto que são áreas mais pobres e que, por isso, a iniciativa privada não tem interesse em gerar oferta deste tipo de serviço, o que obriga o Estado a oferecer a disponibilidade deste tipo de equipamento. A quantidade de escolas por zona serve como proxy para se medir a Educação.

Neste estudo, foi considerada uma variável de concentração de escolas; desse modo, a variável é calculada dividindo-se o número de escolas pela área da zona. A Figura 29, a seguir, mostra o mapa com a localização das escolas.

Figura 28 - Escolas de São Paulo.
 FONTE: PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014.

Saúde: a localização de todos os hospitais do município de São Paulo também se encontra acessível em arquivo georreferenciado disponibilizado pela Prefeitura. A localização dos hospitais servirá como proxy para capturar o efeito da saúde no preço dos imóveis. A distribuição dos hospitais pela cidade é relativamente homogênea, apesar de existirem algumas áreas que concentram vários hospitais próximos, como por exemplo, a região das Clínicas.

Neste estudo, foi considerada uma variável de concentração de hospitais; desse modo, a variável é calculada dividindo-se o número de hospitais pela área da zona. A Figura 30, a seguir, mostra o mapa com a localização dos hospitais.

Figura 29 - Hospitais em São Paulo.
 FONTE: PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014.

Renda Média: é a renda média do habitante de cada zona. A fim de se obter essa informação, foram cruzados dados disponibilizados pelo Centro de Estudos da Metrópole (CEM/CEPID, 2016) com os dados de regiões da pesquisa Origem Destino. As regiões com maior renda média se concentram em um eixo que liga o CBD do Centro com o CBD da Faria Lima/Berrini, ou seja, são áreas que contemplam os bairros do Jardim Europa, Itaim e Vila Olímpia (entre outras regiões próximas). As regiões Leste e Sul apresentam baixa renda média. A Figura 31, a seguir, mostra a renda média dos habitantes de cada região.

Figura 30 - Renda média dos habitantes em cada região.
 FONTE: CEM/CEPID, 2016; METRÔ-SP, 2007.

Densidade de Automóveis: esse índice é calculado dividindo-se o número de automóveis – cujos proprietários residem em uma região – pela área dessa mesma região. Assim como o número de pontos de ônibus, os carros são concorrentes do metrô (o usuário escolhe entre usar o carro, metro ou ônibus), desse modo, o número de automóveis é um controle natural a ser considerado neste tipo de estudo. A Figura 32, a seguir, mostra a densidade de automóveis em cada região.

Figura 31 - Densidade de automóveis.
 FONTE: METRÔ-SP, 2007.

Densidade de empregos: esse indicador é calculado considerando-se o número de pessoas empregadas em cada área; essa informação também foi obtida por meio da pesquisa Origem Destino 2007. Conforme esperado, e de acordo com o demonstrado na literatura, os locais com maior densidade de empregos estão próximos dos CBDs, ou seja, à região Central e à região da Faria Lima/Berrini. A Figura 33, a seguir, mostra a densidade de empregos em cada região.

Figura 32 - Densidade de empregos.
 FONTE: METRÔ-SP, 2007.

Densidade de trens e metrô: as estações de trem e metrô estão diretamente relacionadas com a acessibilidade das pessoas, reduzindo o seu custo de transporte, por este motivo, é comum na literatura utilizar este controle. A localização de todas as estações de trem e metrô é disponibilizada em arquivo georreferenciado. Para estas variáveis também foi considerada uma variável de concentração; desse modo, a variável é calculada dividindo-se o número de estações pela área da zona. A Figura 34, a seguir, mostra o mapa com a localização das estações.

Figura 33 - Estações de Trem e Metrô.
 FONTE: CEM/CEPID, 2016.

Inclinação: a variável de inclinação mede a inclinação média da via. Durante o processo de análise individual das vias, foram também cadastradas as informações sobre altimetria. Com o uso de *softwares* de georreferenciamento, é possível obter todo o perfil topográfico da via, assim como os dados sobre variação de altitude (altura de subida, altura de descida, inclinação média, inclinação máxima, entre outros). A Figura 35, a seguir, mostra um exemplo de perfil topográfico disponibilizado na ferramenta de georreferenciamento, assim como locais em que existem mais vias inclinadas e vias planas.

Figura 34 - Inclinação das vias.
FONTE: GOOGLE EARTH, 2017.

4 RESULTADOS

Conforme apresentado anteriormente, o modelo empírico consiste em um painel com efeitos aleatórios conforme especificação da equação 10, descrita na seção de estratégia empírica.

A base de dados de imóveis disponibilizada contava com 630 mil anúncios de imóveis cadastrados, com o período se iniciando em janeiro de 2012. A própria base já possuía cadastrados os dados referentes às características estruturais dos imóveis e a sua posição georreferenciada. Por meio de *software* de georreferenciamento, foi possível associar as informações das características do ambiente (previamente coletadas de outras fontes externas) com os imóveis; também foi possível calcular a distância de cada imóvel até a via mais próxima destinada a bicicletas.

Com o mapeamento completo das informações, foi realizada uma aleatorização para definir a nova amostra, bem como foi sorteado um imóvel de cada zona para cada mês; o período considerado foi o de janeiro de 2012 até julho de 2016. Apesar do município de São Paulo estar dividido em 320 zonas, algumas delas não possuem imóveis cadastrados para venda. Tal fato se deve a características próprias de cada região, como por exemplo, a zona referente ao Parque do Ibirapuera e ao Aeroporto de Congonhas não possuem imóvel à venda, pois circunscrevem uma área em que não é permitida a construção e comercialização de imóveis residenciais. Desse modo, das 320 zonas, 17 não apresentaram imóveis. Também, em alguns casos, não foi possível relacionar imóveis em todos os períodos para uma mesma zona; como consequência, a amostra consiste em um painel desbalanceado, englobando 11.995 imóveis.

A fim de calcular o modelo, foi utilizado o *software* R. Conforme discutido anteriormente, o pacote “plm” (MILLO; CROISSANT, 2008) executa a rotina de acordo com o modelo construído para este trabalho. A Tabela 3, a seguir, mostra os resultados obtidos:

Tabela 3 - Resultados considerando o inverso da distância até a via.

Painel não balanceado: n=303, T=1-56, N=11995

Coeficientes	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)
Intercepto	5,29	7,44E-02	<2.2e-16***	5,29	7,32E-02	<2.2e-16***
Dormitórios	0,13	5,18E-03	<2.2e-16***	0,13	5,18E-03	<2.2e-16***
Preço do Condomínio	2,68E-04	6,86E-06	<2.2e-16***	2,68E-04	6,87E-06	<2.2e-16***
Quantidade de Banheiros	0,04	2,92E-03	<2.2e-16***	0,04	2,93E-03	<2.2e-16***
Quantidade de Suítes	0,13	4,92E-03	<2.2e-16***	0,13	4,92E-03	<2.2e-16***
Vagas de garagem	0,13	5,12E-03	<2.2e-16***	0,13	5,13E-03	<2.2e-16***
Idade (meses)	-3,04E-04	2,39E-05	<2.2e-16***	-3,04E-04	2,39E-05	<2.2e-16***
Emprego	1,36E-03	2,98E-04	5,188E-06***	1,36E-03	2,93E-04	3,487E-06***
Automóveis	3,21E-03	2,07E-03	0.1210516	3,22E-03	2,03E-03	0.1135504
Renda	1,57E-04	1,71E-05	<2.2e-16***	1,57E-04	1,68E-05	<2.2e-16***
Metrô	29,40	9,12E+00	0.0012859**	29,40	8,97E+00	0.0010375**
Trem	62,10	1,84E+01	0.0007379***	62,10	1,81E+01	0.0006017***
Cultura	1,80	6,88E-01	0.0087489**	1,80	6,76E-01	0.0078406**
Educação	16,20	2,32E+00	<2.2e-16***	16,10	2,28E+00	<2.2e-16***
Saúde	17,80	1,53E+01	0.2434597	17,80	1,50E+01	0.2346462
Inclinação	0,13	1,51E-01	0.4071254	0,12	1,52E-01	0.4442759
Distância da via (m) (1/d)	2,56	5,64E-01	5,431E-06***			
Distância da via (m) (1/d²)	-9,25	3,20E+00	0.0038829**			
Distância da via tipo Comum (m) (1/d)				2,60	7,59E-01	0.0006134***
Distância da via tipo Comum (m) (1/d²)				-9,72	4,18E+00	0.0199697*
Distância da via tipo Estreita (m) (1/d)				1,19	1,28E+00	0.3539244
Distância da via tipo Estreita (m) (1/d²)				-5,46	8,77E+00	0.5332955
Distância da via tipo Proj. Urb. (m) (1/d)				4,80	3,61E+00	0.1828510
Distância da via tipo Proj. Urb. (m) (1/d²)				-12,90	1,90E+01	0.4950755
Distância da via tipo Canteiro Central (m) (1/d)				4,11	1,24E+00	0.0009123***
Distância da via tipo Canteiro Central (m) (1/d²)				-17,10	8,70E+00	0.0495878*
Distância da via tipo Exclusiva (m) (1/d)				9,41	4,85E+00	0.0522618 (.)
Distância da via tipo Exclusiva (m) (1/d²)				-261,00	1,37E+02	0.0561016 (.)

Significância: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Nesta primeira análise, foram utilizados dois controles para a distância da via: uma variável que considera o inverso da distância do imóvel até a via (1/d); e outra variável que considera esse mesmo parâmetro elevado ao quadrado (1/d²). As três colunas da esquerda mostram o resultado ao se considerar as vias de forma agregada, apresentando um efeito geral da política. As colunas da direita apresentam a quebra por tipo de via, de acordo com a classificação proposta pelo presente pesquisador (apresentada em seção anterior). Conforme descrito anteriormente, foram utilizadas variáveis que capturam os efeitos tanto da zona territorial (efeito de espaço) quanto do tempo (efeito do tempo). Esses efeitos, apesar de terem sido calculados, não serão apresentados neste trabalho.

Exceto em relação a automóveis e à saúde, todos os parâmetros de controle apresentaram resultados estatisticamente significativos. Quanto aos parâmetros estruturais do imóvel, tais como dormitórios, quantidade de banheiros, quantidade de suítes e vagas de garagem, todos

apresentaram correlação positiva, indicando que uma maior quantidade destes parâmetros valoriza o imóvel, aumentando seu preço/m².

A idade do imóvel apresentou resultado negativo, o que também é esperado, visto que com maior idade, o imóvel sofre desgaste natural e se desvaloriza. Por fim, o preço do condomínio apresentou correlação positiva; isto ocorre, pois, considerando-se dois imóveis com as mesmas características, aquele que possuir maior preço de condomínio provavelmente oferecerá mais serviços (por exemplo, portaria, jardinagem, piscina, etc.). Desse modo, o preço do condomínio captura um efeito associado a serviços disponibilizados no prédio e que não são observáveis por meio dos outros controles.

Quanto aos controles ambientais, tanto metrô quanto trem apresentam correlação positiva; isto ocorre porque essas estruturas facilitam a mobilidade urbana, reduzindo os custos de transporte. Esse resultado é esperado de acordo com a literatura.

Educação e cultura também são positivamente correlacionados e valorizam os imóveis, haja vista que as pessoas apreciam estar próximas de atividades de lazer. Quanto à educação, deve-se considerar que usualmente os pais levam os filhos para o colégio, implicando em um custo de transporte cujo raciocínio pode ser análogo ao custo de deslocamento ao CBD e proximidade com mercado de trabalho, desse modo, também é esperado que uma maior concentração de escolas na região valorize o imóvel, uma vez que reduz o custo de transporte.

Emprego e renda estão diretamente associados ao modelo teórico de economia urbana, que considera que a distribuição de preços dos imóveis varia em função da distância do imóvel ao CBD. Dado que as pessoas incorrem em custos para chegar ao trabalho, esse parâmetro influencia na utilidade dos indivíduos. Ao invés de utilizar como parâmetro a distância ao CBD, no presente trabalho foi utilizada a concentração de empregos em cada região. Esse parâmetro captura melhor os efeitos, visto que existe uma discussão sobre a existência de diversos CBDs na cidade. Notadamente, São Paulo apresenta duas nítidas regiões de concentração de empregos, uma na região central e outra mais a sudoeste do centro (região da Berrini / Vila Olímpia / Vila Nova Conceição).

O controle relacionado a automóveis buscava capturar algum eventual efeito de concentração de veículos; ele leva em conta a quantidade de veículos cujos proprietários residem na zona. Eventualmente, uma maior concentração de automóveis poderia influenciar no tráfego, porém, neste modelo, o resultado não foi significativamente estatístico.

O parâmetro de saúde, que considera a concentração de hospitais na região, também não apresentou resultado estatisticamente significativo, o que pode significar que o fato de estar próximo a um hospital não é suficientemente importante para os indivíduos a ponto de pagar um valor maior por essa comodidade. De fato, em regiões próximas ao hospital existe uma maior circulação de pessoas, o que pode ser considerado uma amenidade negativa. Também o número de deslocamentos ao hospital é consideravelmente inferior se comparado aos deslocamentos ao emprego ou ao colégio.

É importante notar que todas as variáveis ambientais são definidas como densidade, ou seja, o valor absoluto é ponderado pelo tamanho da área da zona. Assim, os valores absolutos dos parâmetros podem ser muito baixos, logo, os coeficientes calculados apresentam valores relativamente altos.

Quanto ao efeito das vias, primeiramente, tem-se que o efeito de inclinação não apresentou resultado estatisticamente significativo. Seria possível questionar se em regiões íngremes o uso da bicicleta seria prejudicado, porém, o resultado encontrado não mostrou efeito da inclinação nos preços.

Considerando o efeito global das vias, tanto o parâmetro de primeiro grau ($1/d$) quanto o de segundo grau ($1/d^2$) apresentaram resultados estatísticos significativos. Seu resultado deve ser analisado de forma conjunta. Para tornar mais intuitiva a interpretação, a Figura 36, a seguir, mostra o gráfico com a curva gerada pelo modelo.

**Figura 35 - Efeito da via no preço dos imóveis.
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA**

Como é possível perceber, para regiões próximas da via prevalece o efeito de segundo grau, ou seja, para imóveis muito próximos, a via é prejudicial. Porém, a partir de uma distância relativamente pequena (menos de 10 metros), a tendência inverte e a via passa a valorizar o imóvel. A partir do pico da distribuição, a valorização é decrescente em função da distância; após 200 metros, o efeito é praticamente desprezível. Importante destacar que o gráfico acima foi construído com base nos parâmetros calculados no modelo, contudo, o que ele representa é o fato de que, para distâncias muito próximas, a via possui um efeito negativo, mas, após alguns metros, valoriza o imóvel; ademais, o efeito é decrescente em função da distância. O valor absoluto do efeito não pode ser considerado (uma via próxima não valoriza o imóvel em quase 15%).

A Figura 37, a seguir, mostra o efeito considerando-se os diferentes tipos de estruturas.

**Figura 36 - Efeito dos diferentes tipos de vias no preço dos imóveis.
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA**

Pode-se notar que, independentemente do tipo de via, todas apresentam uma curva de distribuição com formato semelhante, nas quais, em regiões muito próximas, existe uma tendência de desvalorização; após alguns metros, o imóvel passa a ser valorizado e esta valorização passa a ser decrescente.

A via do tipo “comum” (em vermelho no gráfico), por representar a maior parte da amostra, possui uma curva semelhante ao efeito geral (discutido na figura anterior). A via do tipo “Canteiro Central” (em azul no gráfico) valoriza mais os imóveis do que a do tipo comum, apresentando uma curva com formato semelhante. Essas duas especificações são as que apresentaram resultados mais significativos estatisticamente.

A curva do tipo “Exclusiva” (em laranja no gráfico) apresenta seu ponto máximo em distância muito superior às demais (cerca de 50 m); tal fato ocorre devido às características da via e da amostra. Conforme apresentado em seções anteriores, este tipo de via é caracterizado justamente por ser afastado das vias principais e, por essa característica, não existem imóveis residenciais próximos da via destinada a bicicletas, consequentemente, a curva é distorcida pela própria amostra. Também é por este motivo que o nível de significância estatística é inferior (entre 5% e 10%).

A curva do tipo “Projeto Urbanístico” (em roxo pontilhado no gráfico) não apresentou resultados significativamente estatísticos, porém, a amostra de imóveis para este tipo de via foi bastante reduzida, ou seja, a falta de significância provavelmente se deve a este fato. Importante notar, porém, que a curva de valorização desse tipo de estrutura é muito superior às demais, este fator é esperado, visto que além da via para bicicletas foram realizadas diversas outras obras para melhorar a via.

Finalmente, a curva do tipo “Estreita” (em verde pontilhado no gráfico) apresenta um resultado curioso: além de não ser estatisticamente significativa, seus valores são próximos de zero. Diferentemente da via “Projeto Urbanístico”, neste caso, a amostra de imóveis é grande, portanto, caso houvesse algum efeito, este deveria aparecer no resultado. Consequentemente, não se pode concluir que, de fato, este tipo de via não possui influência alguma no preço dos imóveis.

A fim de testar a robustez do modelo, a tabela abaixo representa os resultados obtidos considerando um modelo de painel de efeitos fixos. Os resultados encontrados são muito próximos aos obtidos no modelo de painel com efeitos aleatórios.

Tabela 4 - Resultados considerando um modelo de painel com efeitos fixos

Painel não balanceado: n=303, T=1-56, N=11995

Coefficientes	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)
Inclinação	1,38E-01	1,51E-01	0,361214	1,29E-01	1,51E-01	0,39475
Distância da via (m) (1/d)	2,54E+00	5,62E-01	6,147E-06***			
Distância da via (m) (1/d²)	-9,25E+00	3,20E+00	0,004239			
Distância da via tipo Comum (m) (1/d)				2,55E+00	7,56E-01	0,0007583***
Distância da via tipo Comum (m) (1/d²)				-9,45E+00	4,16E+00	0,02316*
Distância da via tipo Estreita (m) (1/d)				1,20E+00	1,27E+00	0,3539244
Distância da via tipo Estreita (m) (1/d²)				-5,46E+00	8,77E+00	0,5329109
Distância da via tipo Proj. Urb. (m) (1/d)				4,83E+00	3,59E+00	0,1783824
Distância da via tipo Proj. Urb. (m) (1/d²)				-1,30E+01	1,89E+01	0,4911867
Distância da via tipo Canteiro Central (m) (1/d)				4,08E+00	1,24E+00	0,0009739***
Distância da via tipo Canteiro Central (m) (1/d²)				-1,70E+01	8,67E+00	0,0502817*
Distância da via tipo Exclusiva (m) (1/d)				9,73E+00	4,83E+00	0,0440565 *
Distância da via tipo Exclusiva (m) (1/d²)				-2,65E+02	1,36E+02	0,0514531 (.)

Significância: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Conforme discutido na seção que trata do modelo empírico, teoricamente, o modelo mais adequado a ser utilizado é o de painel com efeitos aleatórios. Para testar empiricamente qual modelo melhor se adapta aos dados, é necessário realizar o teste de Hausman.

O teste de Hausman consiste em testar a seguinte hipótese nula: $H_0: E(\alpha|X) = 0$.

Realizando o teste, o p-valor encontrado foi de 0,39, ou seja, não podemos rejeitar H_0 . Nesse caso temos que o estimador de efeitos aleatórios é consistente e assintoticamente eficiente e o estimador de Efeitos Fixos é apenas consistente. Portanto, devemos escolhemos o Estimador de Efeitos Aleatórios.

É importante analisar o efeito que ocorre na região próxima das faixa, visto que os resultados são instáveis. A Tabela 4, a seguir, mostra a distância em que ocorre o máximo da função.

Tabela 5 - Tabela de distâncias em que a valorização é máxima			
	Dist. cuja valorização é máx. (m)		Desvio Padrão
Via (geral)	7,21	***	0,31
Comum	7,47	***	0,39
Estreita	9,21		1,17
Projeto Urbanístico	5,39		1,64
Canteiro Central	8,31	***	0,39
Exclusiva	55,47	.	0,07

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Estatisticamente, o ponto de máximo é maior do que zero ($d_{\max} > 0$) com 99% de certeza.

Dado que no intervalo da região próxima à origem ocorrem simultaneamente os efeitos de desvalorização e valorização, a fim de testar qual efeito se sobrepõe, foi realizado um teste considerando uma especificação diferente. Ao invés de se utilizar o inverso da distância, foi definida uma região de proximidade de 10 metros (superior ao ponto de máximo da maioria das vias) e utilizado uma variável *dummie* que atribui valor 1 se o imóvel está próximo da via, e 0 caso contrário. Essa especificação segue o modelo clássico de diferenças em diferenças e é necessária para o estudo uma vez que além de investigar o efeito das faixas para zonas muito próximas (que estão apresentando resultados instáveis no modelo anterior) também lida com o problema da precisão da georreferenciação, uma vez que a localização, tanto das faixas quanto dos imóveis, pode não ser totalmente precisa.

Seguem resultados na Tabela 5:

Tabela 6 - Resultados considerando uma *dummie* de proximidade até a via

Painel não balanceado: n=303, T=1-56, N=11995

Coeficientes	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)	Estimativa	Desvio Padrão	Pr(> t)
Intercepto	5,30	7,44E-02	<2.2e-16***	5,30	7,37E-02	<2.2e-16***
Dormitórios	0,13	5,18E-03	<2.2e-16***	0,13	5,18E-03	<2.2e-16***
Preço do Condomínio	2,69E-04	6,86E-06	<2.2e-16***	2,68E-04	6,86E-06	<2.2e-16***
Quantidade de Banheiros	0,04	2,92E-03	<2.2e-16***	0,04	2,92E-03	<2.2e-16***
Quantidade de Suítes	0,13	4,92E-03	<2.2e-16***	0,13	4,92E-03	<2.2e-16***
Vagas de garagem	0,13	5,12E-03	<2.2e-16***	0,13	5,12E-03	<2.2e-16***
Idade (meses)	-3,05E-04	2,39E-05	<2.2e-16***	-3,05E-04	2,39E-05	<2.2e-16***
Emprego	1,36E-03	2,98E-04	5,209E-06***	1,36E-03	2,95E-04	4,150E-06***
Automóveis	3,16E-03	2,07E-03	0.1265554	3,20E-03	2,05E-03	0.1179246
Renda	1,56E-04	1,71E-05	<2.2e-16***	1,57E-04	1,69E-05	<2.2e-16***
Metrô	29,50	9,12E+00	0.0012393**	29,60	9,03E+00	0.0010613**
Trem	62,00	1,84E+01	0.0007647***	62,00	1,82E+01	0.0006642***
Cultura	1,82	6,88E-01	0.0083236**	1,80	6,81E-01	0.0081300**
Educação	16,20	2,32E+00	<2.2e-16***	16,10	2,30E+00	<2.2e-16***
Saúde	17,60	1,53E+01	0.2476165	17,70	1,51E+01	0.2419079
Inclinação	-0,03	1,67E-01	0.8349251	0,19	1,49E-01	0.2165718
Próximo da via (<10m)	0,09	1,97E-02	2,727E-06***			
Próximo de via tipo comum (<10m)				0,14	3,03E-02	3,935E-06***
Próximo de via tipo estreita (<10m)				0,00	4,94E-02	0.9552846
Próximo de via tipo Proj. Urb. (<10m)				0,38	1,15E-01	0.0010196**
Próximo de via tipo Canteiro Central (<10m)				0,17	4,83E-02	0.0003129***
Próximo de via tipo Exclusiva (<10m)				-0,17	1,77E-01	0.3511432

Significância: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Os resultados de todos os controles apresentaram respostas semelhantes ao modelo anterior e dispensam comentários mais aprofundados. Quanto às vias, com a nova especificação, o tipo “Projeto Urbanístico” passou a ser significativamente estatístico e o tipo “Exclusiva” o deixou de ser. Este segundo resultado já era esperado, visto que a amostra para regiões próximas desse tipo de estrutura é mínima.

Interessante ainda notar que a via de tipo “Projeto Urbanístico”, mesmo tendo sua amostra reduzida, apresentou resultados estatisticamente significativos. Todas as vias que apresentaram resultados significativos tiveram como resposta que a via valorizou o preço dos imóveis, sendo que a de “Projeto Urbanístico” valorizou quase o dobro quando comparada à do tipo “comum”. Faz-se mister destacar que, novamente, o valor absoluto de valorização não deve ser considerado literalmente; a literatura aponta que o uso de variáveis binárias neste tipo de modelo pode levar a uma extrapolação do resultado. A Figura 38, a seguir, ilustra a valorização encontrada.

Figura 37 - Valorização dos imóveis com proximidade de até 10 m.
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Para interpretar o resultado, considerando o uso de variáveis binárias em regressões semilogarítmicas, podemos recorrer à Gujarati (2006). Conforme o autor, neste tipo de modelo, os coeficientes angulares dos regressores nos dão a semi-elasticidade, isto é, a variação percentual do regressando para uma variação unitária do regressor. No caso de a variável ser binária, se tomarmos o antilogaritmo do β , obteremos a valorização mediana dos imóveis. Importante destacar que o valor é em relação à mediana e não à média. Sendo assim, os resultados indicam que a via para bicicleta pode valorizar em até (aproximadamente) 9% a mediana do valor do imóvel próximo.

CONCLUSÃO

A construção de vias segregadas e estruturas para bicicletas é uma tendência nas grandes cidades do mundo no começo do século XXI. Isto se dá como tentativa de reduzir o tráfego de carros, de fornecer uma forma alternativa de transporte e de fomentar meios sustentáveis de locomoção.

A implantação desse tipo de estrutura na cidade de São Paulo foi incentivada a partir do ano de 2012, por meio de uma política pública municipal. Anteriormente a essa política, o perfil de ciclistas paulistanos apresentava características típicas de locais com pouquíssima utilização de bicicletas. Ou seja, menos de 0,5% das viagens eram realizadas com esse modo, sendo que o perfil de usuário era majoritariamente formado por homens jovens e com renda baixa.

Durante um período de quatro anos, o município de São Paulo construiu aproximadamente 400 km de vias segregadas para bicicleta e teve, além de um aumento expressivo no número de ciclistas – aproximadamente 50% ao ano, desde 2012, consoante dados de pesquisas do Ibope e da CET –, uma alteração no perfil de utilização: mais mulheres passaram a utilizar a bicicleta, assim como pessoas de diferentes idades e faixas de renda.

Devido a essas intervenções, diversos efeitos podem ocorrer na dinâmica urbana, inclusive a alteração do preço dos imóveis. Se, por um lado, a literatura aponta uma série de benefícios relacionados ao uso da bicicleta (o que constituiria uma amenidade positiva), por outro lado, é possível que exista prejuízos para o comércio ou a redução de fluxo de carros.

O objetivo principal do presente trabalho foi justamente estudar o efeito da construção das vias segregadas para bicicletas sobre o preço dos imóveis e, destarte, avaliar se tal política pública gerou amenidades positivas ou negativas para a sociedade (ou ainda, se não causou efeito algum).

Os tipos de estruturas construídas estão longe de serem homogêneos; foram desenvolvidas desde vias luxuosas (como a da Avenida Faria Lima) até vias improvisadas, de modo que

apenas foi pintada uma faixa vermelha sobre ruas esburacadas. Em vista disso, uma das preocupações desta pesquisa foi analisar cada via individualmente e classificá-la de acordo com suas características.

A fim de calcular empiricamente o efeito, foi utilizado um modelo de preços hedônicos considerando um painel com efeitos aleatórios. O trabalho utilizou uma base de dados de imóveis – fornecida por um *site* de classificados de imóveis – e diversos controles, tanto de variáveis estruturais dos imóveis como ambientais (saúde, educação, renda, emprego, entre outros).

Como resultado das regressões, encontrou-se que as vias para bicicleta valorizaram o preço dos imóveis. Sendo assim, a política pública gerou um resultado positivo para as áreas em que houve a intervenção. Outro resultado interessante é que o tipo de estrutura valoriza os imóveis de diferentes maneiras, a saber: quanto mais sofisticadas forem as vias, maior é a valorização. Porém, as vias estreitas construídas em avenidas movimentadas não alteraram os preços dos imóveis, indicando que nestes casos a política não trouxe resultado.

Os resultados obtidos por meio desse trabalho podem contribuir tanto para a literatura sobre economia e mobilidade urbana quanto para orientar políticas públicas governamentais. No caso do município de São Paulo, a criação de vias incentivou o uso desse modo (ainda que sua utilização seja baixa quando comparada com as outras formas de transporte), bem como ajudou a democratizar o uso da bicicleta e valorizou o preço dos imóveis próximos às vias, indicando que essa política pública gerou uma amenidade positiva para a sociedade. Esses resultados também podem ser utilizados pelos formuladores de políticas públicas ao definir o tipo de estrutura a ser construída, considerando não apenas o gasto do investimento por parte do governo, mas também o benefício social que será gerado.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A.; FARIA, D. A utilização de “preços hedônicos” na avaliação social de projetos. **Revista Brasileira de Economia**, v. 51, n. 3, p. 391-411, 1997.
- ANGELO, C. F. *et al.* Modelos de preços hedônicos para a avaliação de imóveis comerciais. **Revista de Economia e Administração**, v. 3, n. 2, p. 97-110, abr./jun. 2004.
- ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion**. Princeton: Princeton University Press, 2009.
- ARRAES, R. A.; SOUSA FILHO, E. Externalidades e formação de preços no mercado imobiliário urbano brasileiro: um estudo de caso. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 289-319, abr./jun. 2008.
- BAUM-SNOW, N.; KAHN M. E. The effects of urban rail transit expansion: evidence from sixteen cities, 1970-2000. **Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs**, p. 147-206, 2005.
- BLACK, S. E. Do better schools matter? Parental valuation of elementary education. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 114, n. 2, p. 577-599, may 1999.
- BRUECKNER, J. K. The structure of urban equilibria: a unified treatment of the Muth-Mills model. *In*: Mills, E. S. (ed.). **Handbook of Regional and Urban Economics**, v. 2, c. 20, Elsevier, 1987. p. 821-845.
- CAMERON, A. C; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics methods and applications**. Cambridge University Press, 2005.
- CAVILL, N. *et al.* Review of transport economic analyses including health effects related to cycling and walking. **Transport policy**, vol. 15, n. 5, p. 291-304, 2008.
- CEM/CEPID. **Centro de Estudos da Metrópole. Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão**. 2016. Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/centrodametropole/v3/bases.php?retorno=716&language=pt_br>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- CERVERO, R. *et al.* Bike-and-Ride: Build it and they will come. **Journal of public transportation**, v. 16, n. 4, p. 83-105, 2013.
- CET. **Companhia de Engenharia de Tráfego**. Bicicleta: um meio de transporte. 2016. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/bicicleta-um-meio-de-transporte.aspx>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- CITY OF CHICAGO. **Bike 2015 Plan for the City of Chicago**. 2007. Disponível em: <<http://www.bike2015plan.org/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- CLARK, T. S.; LINZER, D. A. Should I use fixed or random effects?. **Political Science Research and Methods**, Wicklow, v. 3, n. 2, p. 339-408, may 2015.

CROMPTON, J. L. Perceptions of how the presence of greenway trails affects the value of proximate properties, **Journal of park and recreation administration**, v. 19, n. 3, p. 114-132, 2001.

COURT, A. T. Hedonic price indexes with automotive examples. *In: The dynamics of automobile demand*. Nova York: The General Motors Corporation, 1939. p. 99-117.

DATAZAP. **DataZap**. Banco de dados interno da própria empresa. 2016.

DI TELLA, R., SCHARGRODSKY, E. Do police reduce crime? Estimates using the allocation of police forces after a terrorist attack. **American economic review**, v. 94, n. 1, p. 115-133, 2004.

DILL, Jennifer. **The march of bicycle science**. 2017. Disponível em: <<https://jenniferdill.net/2017/04/23/the-march-of-bicycle-science/>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

CRUZ, P. Copenhagen, na Dinamarca, já tem mais *bikes* que carros nas ruas. **Veja.com**, 2016. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/economia/copenhagen-na-dinamarca-ja-tem-mais-bikes-que-carros-nas-ruas/>>. Acesso em: 1 dez. 2016.

EMOND, C. R. *et al.* Explaining gender difference in bicycling behavior. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2125, p. 16-25, 2009.

EUROPEAN CONFERENCE OF THE MINISTERS OF TRANSPORT. **National Policies to Promote Cycling**. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2004.

FERNÁNDEZ-HEREDIA, Á. *et al.* Modelling bicycle use intention: the role of perceptions. **Transportation**, v. 43, n. 1, p. 1-23, 2016.

GALIANI, S. *et al.* School decentralization: Helping the good get better, but leaving the poor behind. **Journal of Public Economics**, v. 92, n. 10, p. 2106-2120, 2008.

GLAESER, E. L. The spatial equilibrium within the city. In: GLAESER, Edward L. **Cities, Agglomeration and Spatial Equilibrium**. Oxford: Oxford University Press. cap. 2. 2008. p. 18-46.

GLAESER, E. L. *et al.* Why do the poor live in cities? The role of public transportation. **Journal of urban economics**. v. 63, n. 1, p. 1-24, 2008.

GO FOR GREEN. **The business case for active transportation, the economic benefits of walking and cycling**. [s.l.], 2004.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso: jan./mar. 2017.

GUJARATI, Damodar. **Econometria Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HALKOS, G. E. Environmental Kuznets Curve for sulfur: evidence using GMM estimation and random coefficient panel data models. **Environment And Development Economics**, [s.l.], v. 8, n. 04, p. 581-601, 17 set. 2003. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s1355770x0300317>.

HEREDIA, A. F. *et al.* Modelling bicycle use intention: the role of perceptions, **Transportation**, v. 43, n. 1, p. 1-23, 2016.

HERMANN, B. M.; HADDAD, E. A. Mercado imobiliário e amenidades urbanas: A view through the window. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 237-269, 2005.

INFLAÇÃO ESTÁ ENTRE AS PRINCIPAIS PREOCUPAÇÕES DO BRASILEIRO. *Jornal Nacional*. **Globo.com**. 09 ago. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2014/08/inflacao-esta-entre-principais-preocupacoes-do-brasileiro.html>>. Acesso em: 15 out. 2016.

KRIZEK, K. J. Estimating the economic benefits of bicycling and bicycle facilities: An interpretive review and proposed methods. *In*: COTO-MILLÁN, P.; INGLADA, V. (Eds.) **Essays on transportation economics**, Physica-Verlag Heidelberg, 2007. p. 219 - 248.

KRIZEK, K. J. *et al.* Analysing the benefits and costs of bicycle facilities via online guidelines. **Planning, practice & research**, v. 22, n. 2, p. 197-213, 2007.

LINDSEY, G. *et al.* Property values, recreation values, and urban greenways, **Journal of park and recreation administration**, v. 22, n. 3, p. 69-90, 2004.

METRÔ-SP. **Companhia do Metropolitano de São Paulo**. Pesquisa Origem Destino, 2007. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-2007.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

METRÔ-SP. **Companhia do Metropolitano de São Paulo**. Pesquisa Origem Destino, 2012. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-mobilidade-urbana-2012.aspx>>. Acesso em: 01 set. 2016.

MILLO, G.; CROISSANT, Y. Panel Data Econometric in R: The plm Package. **Journal of Statistical Software**, California, v. 27, n. 2, p. 1-43, jul. 2008.

NOLAND, R. B.; KUNREUTHER, H. Short-run and long-run policies for increasing bicycle transportation for daily commuter trips. **Transp. Policy**, n. 2, p. 67-79, 1995.

PAIXÃO, L. A. R. O impacto da violência no preço dos imóveis comerciais de Belo Horizonte: uma abordagem hedônica. **Economia aplicada**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 125-152, 2009.

PARKIN, J. *et al.* Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. **Transportation**, n. 35, p. 93-109, 2008.

PESQUISA CICLOCIDADE. **Ciclocidade**. Associação dos Ciclistas Urbanos de São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.ciclocidade.org.br/biblioteca/pesquisa-ciclocidade>>. Acesso em: 10 set. 2016.

PETRITSCH, T. A. *et al.* Energy Savings from Provision of Bicycle Facilities. *In*: **Transportation Research Board**, 87 th. Annual Meeting, Washington D.C., 2008.

PLAUT, P. O.; PLAUT, S. E. Endogenous identification of multiple housing price centers in metropolitan areas. **Journal of Housing Economics**, v. 7, n. 3, p. 193-217, 1998.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano de Mobilidade de São Paulo**, 2014.

PUCHER, J., BUEHLER, R.; Making cycling irresistible: lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. **Transp. Rev.**, n. 28, n. 4, p. 495-528, 2007.

PUCHER, J. *et al.* Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. **Prev. Med.** n. 50, p. 106-125, 2010.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: production differentiation in pure competition. **Journal of political economy**, v. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.

SAELENMINDE, K. Walking-and cycling-track networks in norwegian cities: Cost-benefit analyses including health effects and external costs of road traffic. **TØI rapport**, 56. Oslo: Transportøkonomisk institutt, 2002.

SQUIRES, A. *et al.* Exploring longitudinal shifts in international nurse migration to the United States between 2003 and 2013 through a random effects panel data analysis. **Human Resources for Health**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 1-30, jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/s12960-016-0118-7>.

STANTEC. **Vancouver separated bike lane business impact study**. Vancouver Economic Development Commission, [s.l.], jul. 2011.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **National Bicycling and Walking Study: Ten Year Status Report**. Washington, DC: Federal Highway Administration, 2004.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Traffic Safety Fact Sheets**. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2007. Disponível em: <<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov>>. Acesso em: 15 out. 2016.

VASCONCELLOS, E. A; LIMA, I. M. O. Quantificação das Deseconomias do Transporte Urbano: Uma Resenha das Experiências Internacionais, **IPEA**, Texto para discussão nº 586, 1998.

WALKER, J. L. **Extended Discrete Choice Model: Integrated Framework, Flexible Error Structures and Latent Variables**. Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 2001.

WOOLDRIDGE, J. **Introductory Econometrics: A modern Approach**. 2. ed. Mason: South-western College Pub, 2002.