

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**COMPORTAMENTO DE VIAGEM DE CICLISTAS EM UMA  
CIDADE DE PORTE MÉDIO: IMPLICAÇÕES PARA DEFINIÇÃO  
DE REDES CICLOVIÁRIAS**

**ISABEL CRISTINA NUNES DE SOUSA**

São Carlos

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**COMPORTAMENTO DE VIAGEM DE CICLISTAS EM UMA  
CIDADE DE PORTE MÉDIO: IMPLICAÇÕES PARA DEFINIÇÃO  
DE REDES CICLOVIÁRIAS**

**ISABEL CRISTINA NUNES DE SOUSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Suely da Penha Sanches

São Carlos  
2017



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

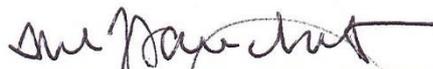
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

---

## Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Isabel Cristina Nunes de Sousa, realizada em 28/04/2017:



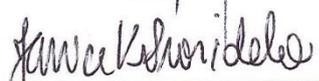
---

Profa. Dra. Suely da Penha Sanches  
UFSCar



---

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira  
UFSCar



---

Profa. Dra. Janice Kirner Providelo  
USP

## DEDICATÓRIA

Em memória de meus pais, Wilma e Jatir.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos amigos e familiares, pelo apoio, compreensão e auxílio no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

À orientadora, pelos conhecimentos compartilhados, e aos membros da banca avaliadora, pelas enriquecedoras contribuições.

Aos profissionais que possibilitaram o acesso a informações ou instituições em que a pesquisa foi desenvolvida.

À CAPES, agência de fomento provedora do financiamento para desenvolvimento da pesquisa.

E à todas às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo, especialmente os ciclistas que se dispuseram, voluntariamente, a participar da pesquisa.

## RESUMO

SOUSA, I. C. N. **Comportamento de viagem de ciclistas em uma cidade de porte médio: implicações para definição de redes cicloviárias.** 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

Esta pesquisa se apoia na premissa de que a melhoria das condições do transporte cicloviário poderia auxiliar no aprimoramento da qualidade de vida nas cidades, em virtude da ampla gama de benefícios sociais, ambientais, econômicos e de saúde, associados a este modo. O propósito das redes cicloviárias tratadas neste estudo é estabelecer conexões entre os potenciais pontos de origem e destino dos ciclistas, de modo a oferecer as rotas mais adequadas possíveis entre os pontos de interesse. Para isso, a identificação e o estudo nos Polos Geradores de Viagens (PGVs) são convenientes, visto que as pesquisas Origem-Destino (O/D), capazes de oferecer informações sobre a demanda de viagens, são raras no contexto das cidades brasileiras. Tem-se como prerrogativa neste estudo, a identificação das implicações das opiniões e do comportamento de viagem dos ciclistas no planejamento de redes cicloviárias em cidades de porte médio. A partir da revisão bibliográfica, foram identificados os principais fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas, assim como alguns modelos de avaliação do nível de serviço para bicicleta (NSB), no intuito de fundamentar uma discussão teórica consistente, possibilitando uma melhor compreensão da realidade estudada. Posteriormente, tem-se a realização de pesquisas com ciclistas em Polos Geradores de Viagens por Bicicleta (aplicação do questionário e registro das rotas percorridas pelos ciclistas por meio de aparelhos GPS), seguido pelo diagnóstico do Nível de Serviço para Bicicleta das vias percorridas e dos menores caminhos entre origens e destinos dos ciclistas. As implicações das opiniões e do comportamento de viagem dos ciclistas para o planejamento cicloviário residem no direcionamento para a proposição de redes cicloviárias diretas, que minimizem desvios de conexão entre origens e destinos (PGVs), além do oferecimento de infraestruturas básicas, como iluminação adequada e pavimento bem conservado.

*Palavras-chave:* Transporte ativo. Planejamento cicloviário. Comportamento de viagem. Escolha da rota pelos ciclistas. Viagens utilitárias.

## ABSTRACT

SOUSA, I. C. N. **Cyclist travel behavior in a medium size city: implications for definition of cycling networks.** 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

This research is based on the premise that the improvement of bicycle transport conditions could help improve the quality of life in cities, due to the wide range of social, environmental, economic and health benefits associated with this mode. The purpose of the cycling networks addressed in this study is to establish connections between potential points of origin and destination of cyclists, in order to offer the most appropriate routes between the points of interest. For this, the identification and study in the Travel Generating Poles (PGVs) are convenient, since Origin-Destination (O / D) surveys, capable of providing information about travel demands, are rare in the context of Brazilian cities. The prerogative of this study is to identify the implications of opinions and travel behavior of cyclists in the planning of cycling networks in medium-sized cities. Based on the bibliographic review, the main factors that influence the choice of routes by cyclists were identified, as well as some models of bicycle service level evaluation (NSB), in order to provide a solid theoretical discussion, allowing a better understanding of the studied reality. Subsequently, surveys have been carried out with cyclists at Bicycle Travel Generating Poles (application of a questionnaire and registration of routes traveled by cyclists using GPS devices), followed by the diagnosis of the Level of Service for Bicycle of the routes traveled by cyclists and the shortest ways between origins and destinations of cyclists. The implications of cyclists' opinions and travel behavior for cycling planning lie in directing the proposition to direct cycling networks, that minimize the deviation of connections between origins and destinations (PGVs), as well as provide basic infrastructures such as adequate lighting and well-maintained pavement.

*Keywords:* Active transport. Cycle planning. Travel behavior. Bicycle route choice. Utilitarian trips.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>09</b>
JUSTIFICATIVA .....	10
OBJETIVOS .....	11
METODOLOGIA .....	12
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	16
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	20
<b>CAPÍTULO 1 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DA ROTA PELOS CICLISTAS .....</b>	<b>22</b>
1.1 Introdução .....	22
1.2 Obtenção dos dados – Opinião dos ciclistas .....	25
1.3 Resultados obtidos .....	30
1.4 Conclusões .....	42
<b>CAPÍTULO 2 – DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE VIAGEM DOS CICLISTAS COM UTILIZAÇÃO DE GPS .....</b>	<b>44</b>
2.1 Introdução .....	44
2.2 Obtenção dos dados – Comportamento de viagem dos ciclistas .....	45
2.3 Resultados obtidos .....	51
2.4 Conclusões .....	65
<b>CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETA NA ESCOLHA DA ROTA DE CICLISTAS EM VIAGENS UTILITÁRIAS .....</b>	<b>67</b>
3.1 Introdução .....	67
3.2 Obtenção dos dados – NSB das rotas e dos menores caminhos .....	76
3.3 Resultados obtidos .....	79
3.4 Conclusões .....	82
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A - ESTUDOS SOBRE OS FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DA ROTA DOS CICLISTAS .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B – ESTUDOS SOBRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETA .....</b>	<b>126</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE D - TUTORIAL SOBRE O FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS GPS .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE E - INFORMAÇÕES DO BANCO DE DADOS DA PESQUISA ORIGEM-DESTINO .....</b>	<b>143</b>

# INTRODUÇÃO GERAL

---

Com o aumento no uso da bicicleta, surge a necessidade de desenvolver redes cicloviárias - rotas com ciclovias e/ou ciclofaixas que podem apresentar, também, trechos segregados do tráfego motorizado, além de vias e calçadas compartilhadas, mediante a existência de sinalização de tráfego (MIRANDA, 2007). Deste modo, busca-se atender à demanda crescente de viagens por bicicletas, e suprir a carência de infraestruturas cicloviárias adequadas, realidade de grande parte das cidades brasileiras.

A existência de infraestrutura cicloviária adequada possibilita a adesão ao transporte por bicicleta pelas pessoas que ainda não adotam o transporte cicloviário, devido à ausência de meios físicos que efetivamente viabilizem a utilização desse modo de transporte (inexistência de ciclovias, ciclofaixas ou faixas de tráfego compartilhado com veículos), caracterizando as viagens potenciais, por pessoas que realizam longos trajetos a pé, por exemplo.

Na maioria das cidades brasileiras, além da priorização do uso do automóvel, com constatada inequidade na distribuição do espaço viário entre os diversos modos de transporte, inexistem levantamentos completos e atualizados sobre a demanda e o comportamento de viagens dos habitantes, bem como seus padrões de deslocamento.

Para a promoção do transporte cicloviário como um componente integrado da almejada intermodalidade no transporte urbano, são necessários dados sobre as características dos ciclistas e seu comportamento de viagem (CASELLO, REWA e NOUR, 2012). Uma das informações-chave para a definição de uma rede cicloviária adequada reside na identificação das rotas utilizadas pelos ciclistas, e as razões para a escolha das mesmas (SEGADILHA e SANCHES, 2014a).

Tendo em vista que o propósito das redes cicloviárias é conectar origens e destinos (LTSA, 2004), é preciso obter um levantamento de dados sobre a demanda (OLIVEIRA et al., 2015), mediante a verificação dos locais que exercem grande atratividade sobre os ciclistas, e acarretam um contingente significativo de deslocamentos, os chamados Polos Geradores de

Viagens - PGVs (TAVARES, 2011). Sendo assim, infere-se que a identificação destes PGVs consiste em um passo essencial para a proposição de uma rede cicloviária.

Tem-se como prerrogativa neste estudo, a identificação das opiniões e do comportamento de viagem de ciclistas em viagens utilitárias, visando contribuir para o planejamento de redes cicloviárias em cidades de porte médio, visto que tais redes são mais populares em cidades pequenas e médias (JONES, GROSVENOR e WOFINDER, 1996).

## **JUSTIFICATIVA**

Esta pesquisa se apoia na premissa de que a melhoria das condições do transporte cicloviário poderia auxiliar no aprimoramento da qualidade de vida nas cidades, em virtude da ampla gama de benefícios sociais, ambientais, econômicos e de saúde (física e mental) associados a este modo (ANDERSON et al., 2000; DORA e PHILIPS, 2000; BASSETT et al., 2008; HAMER e CHIDA, 2008; GORDON-LARSEN et al. 2009; I-CE, 2010; WINTERS e TESCHKE, 2010; OJA et al., 2011; LI et al., 2012; HRNCIR et al., 2014; RIBEIRO, 2015; SMITH, 2016).

Em razão de que a maioria dos espaços urbanos brasileiros não são concebidos para utilização do transporte não motorizado, os ciclistas são compelidos a pedalar por caminhos alternativos, basicamente ao longo de vias de uso compartilhado, o que corresponde a uma alternativa de baixo custo e viável para utilização da bicicleta em locais sem a possibilidade de implantação de ciclovias ou ciclofaixas (PROVIDELO, 2011). Ademais, a segregação completa do sistema cicloviário “é equivocada, pois um número significativo de ciclistas, talvez a maioria, continuará utilizando as vias urbanas em tráfego compartilhado, devido ao grande número de trajetos possíveis, principalmente nos deslocamentos em área urbana” (GEIPOT, 2001, p. 1).

O propósito das redes cicloviárias tratadas neste estudo é oferecer as rotas mais adequadas entre os pontos de interesse. Para isso, a identificação e o estudo nos Polos Geradores de Viagens (PGVs) tornam-se convenientes, visto que as pesquisas Origem-Destino (O/D), capazes de oferecer informações sobre a demanda de viagens, são raras no contexto dos municípios brasileiros, e não fornecem informações sobre o trajeto percorrido (LTSA, 2004).

O foco nas rotas ciclísticas se justifica pela percepção de que, embora desejável em inúmeras situações, “a ciclovia não deve se constituir no objetivo central dos técnicos e planejadores. É preciso fazer uso de todos os potenciais de projeto e arranjos possíveis” (BRASIL, 2007, p. 43). Ademais, as oportunidades para a construção de ciclovias são comumente limitadas nos bairros existentes, devido ao espaço necessário e aos custos envolvidos (DILL, 2009).

Os espaços compartilhados mediante rotas ciclísticas são adequados para a provisão de estruturas para a mobilidade por bicicletas, de modo que a facilidade de implantação reside no fato de serem trajetos muitas vezes já habitualmente percorridos pelos ciclistas, geralmente vias secundárias ou locais (GEIPOT, 2001, p. 29).

Desta forma, visa-se o desenvolvimento de um procedimento baseado nos PGVs e nas rotas percorridas pelos ciclistas em suas viagens utilitárias (realizadas por motivo de trabalho e/ou estudo), bem como na opinião destes indivíduos sobre fatores que influenciam na escolha destas rotas (considerando que tais atributos podem ser diferentes para viagens de lazer ou por esporte/atividade física), e no nível de serviço para bicicletas das vias percorridas, para demarcação da rede cicloviária com base na qualidade do trajeto.

Como “as viagens urbanas nas cidades de porte médio têm, em geral, comprimento compatível com o uso da bicicleta, e apresentam infraestrutura viária ainda em consolidação” (PROVIDELO, 2011, p. 28), torna-se vantajoso concentrar-se nestas localidades, aqui compreendidas genericamente como cidades com população superior a 200 mil habitantes e inferior a 800 mil.

## **OBJETIVOS**

Objetiva-se, nesta pesquisa, identificar as opiniões e o comportamento de viagem de ciclistas em viagens utilitárias, visando o planejamento de redes cicloviárias em cidades de porte médio.

As seguintes perguntas serão respondidas pela presente pesquisa:

- Quais aspectos, na opinião dos ciclistas, influenciam na escolha das rotas ciclísticas?
- O perfil sociodemográfico influencia na escolha das rotas dos ciclistas? De que forma?
- As rotas percorridas pelos ciclistas são as mais curtas? Caso não sejam, qual a distância adicional percorrida?
- As rotas percorridas pelos ciclistas são as que oferecem elevado nível de serviço para bicicleta (NSB)?
- Quais as implicações dos resultados para a definição de redes cicloviárias adequadas (que atendam à demanda de viagem) em cidades de porte médio?

As respostas às perguntas anteriormente mencionadas nortearão a análise dos resultados.

## **METODOLOGIA**

### **Revisão bibliográfica**

A primeira etapa da pesquisa consistiu em uma Revisão Bibliográfica sobre os fatores que podem influenciar na escolha da rota pelos ciclistas, e um levantamento sobre modelos de avaliação do nível de serviço para bicicleta. Os resultados desta revisão foram apresentados nos Apêndices A e B.

Nesta etapa, foram investigados mediante levantamento bibliográfico e documental, diversas fontes que auxiliassem no embasamento da pesquisa sobre o comportamento de viagem dos ciclistas, e os métodos que avaliam a qualidade dos espaços viários para a circulação de bicicletas, no intuito de fundamentar uma discussão teórica consistente, possibilitando uma melhor compreensão da realidade estudada.

A partir deste processo, foram identificados os principais fatores que influenciam na escolha das rotas dos ciclistas, o que possibilitou a compreensão dos atributos que compõem um ambiente atraente a estes. Também foram identificados métodos para avaliar a qualidade das rotas percorridas pelos ciclistas, de modo a embasar a aplicação de um método condizente com o contexto estudado.

## **Aplicação de questionários**

Posteriormente, para obtenção de opiniões sobre a importância de determinados fatores na escolha das rotas, foi aplicado um questionário entre ciclistas encontrados em Polos Geradores de Viagens – PGVs de uma cidade de porte médio (São José dos Campos – SP).

O questionário elaborado para a pesquisa (Apêndice C) possui quatro questões fechadas sobre o perfil sociodemográfico do usuário (gênero, idade, frequência e tempo de uso da bicicleta como modo de transporte), e uma questão com escala de resposta de diferencial semântico de 5 pontos sobre a importância de diversos fatores para a escolha da rota.

Para a seleção da amostra, adotou-se o método “bola de neve”, em que um ciclista indica outro ciclista para participar da pesquisa.

Os 13 PGVs em que houve a aplicação do questionário consistiram em instituições de ensino, estabelecimentos comerciais, como supermercados, lojas esportivas, locais de venda de material de construção, e demais comércios, além de prestadores de serviços, como restaurantes.

Após codificação e tabulação dos dados brutos em formato digital (planilhas do *Excel*), foram realizadas análises descritivas (distribuição de frequências; medidas de tendência central e de dispersão) e inferenciais (testes não paramétricos) das respostas fornecidas durante aplicação do questionário.

A análise das respostas do questionário foi comparada com os dados da pesquisa Origem-Destino realizada na cidade, objetivando estabelecer um paralelo dos resultados da pesquisa O/D com as informações do questionário aplicado. Adicionalmente, as respostas à indagação do questionário referente aos fatores que influenciam na escolha das rotas foram agrupadas, com a proporção percentual de resposta em cada uma das categorias elencadas, para facilitar a identificação dos aspectos mais relevantes ou expressivos.

## **Coleta de dados com GPS**

A coleta de dados ocorreu com o uso de aparelhos GPS, em que foram registrados dados, coletados durante um período mínimo de uma semana, sobre o comportamento real de viagem de 32 ciclistas voluntários.

O treinamento sobre o uso do equipamento ocorreu durante a entrega do aparelho para o participante, tendo sido disponibilizado um passo a passo detalhado (Apêndice D) sobre o funcionamento e a forma de utilização do dispositivo.

Os voluntários da pesquisa também foram orientados a relatar quaisquer tipos de problemas e dificuldades que pudessem ter durante a utilização dos aparelhos GPS, assim como observações ou ocorrências que considerassem relevantes para a descrição de suas viagens.

As rotas dos ciclistas, captadas pelos dispositivos GPS, foram inseridas em um banco de dados georreferenciado, com a hierarquia da malha viária e o sistema ciclovitário da cidade de São José dos Campos-SP, por intermédio do *software* livre QGIS (versão 2.18 - *Las Palmas*).

A inserção das rotas no *QGIS* possibilitou a análise espacial das mesmas, sendo possível identificar o menor caminho entre as origens e os destinos identificados, com auxílio do complemento *Online RoutingMapper*.

## **Nível de Serviço para Bicicleta das rotas**

Por meio de análises espaciais (em SIG), foram avaliados alguns fatores que poderiam explicar o desvio do menor caminho possível entre as origens e os destinos dos ciclistas voluntários da pesquisa. As análises espaciais foram feitas para avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) das vias, de modo a verificar se as rotas percorridas pelos ciclistas ofereceram NSB superior ao dos caminhos mínimos.

Os atributos considerados para a avaliação do Nível de Serviço para Bicicletas nas vias percorridas pelos ciclistas e nos menores caminhos foram analisados no QGIS e no *Google Street View*, ferramenta do *Google Earth*.

Dentre os métodos consultados para avaliação do NSB, optou-se pelo método de Zhang (2015, 2016), sendo que os demais não foram utilizados em razão do tempo necessário e da dificuldade exigida para a coleta de dados. Outra razão que direcionou para a escolha do método de Zhang foi o fato deste método permitir avaliar, de modo conjunto, o nível de serviço de segmentos de vias e interseções ao longo de uma rota.

Como no método de Zhang (2015, 2016) foram conferidos pesos iguais a todos os atributos anteriormente elencados, foi possível a adoção de outros fatores para a aferição do NSB das rotas, sem a necessidade de estipulação dos pesos. Sendo assim, neste estudo foram adotados os seguintes atributos para integrar a aplicação do citado método: (1) arborização, (2) declividade, (3) hierarquia viária (variável *proxy* para o volume e o limite de velocidade do tráfego), (4) tipo de infraestrutura cicloviária existente, (5) condições do pavimento, e (6) ‘tempo de espera nas interseções’.

Os atributos escolhidos para composição do Método de Zhang foram analisados no QGIS. Algo possibilitado pela visualização do traçado das rotas percorridas e dos menores caminhos (identificados pelo complemento *Online RoutingMapper*) sobrepostas a imagens de satélite do *Google* (disponíveis no complemento *OpenLayers Pluggin*). Este procedimento proporcionou a atribuição de pontuações a partir da observação das imagens, limitada pela acuidade visual do observador.

Após a definição das pontuações dos atributos (por segmento), nas rotas percorridas e nos menores caminhos entre origens e destinos, são feitos os cálculos para aferição do NSB das rotas como um todo.

Os resultados obtidos pelos procedimentos supracitados podem ser sintetizados conforme Figura 1.

**Figura 1** – Síntese dos resultados analisados

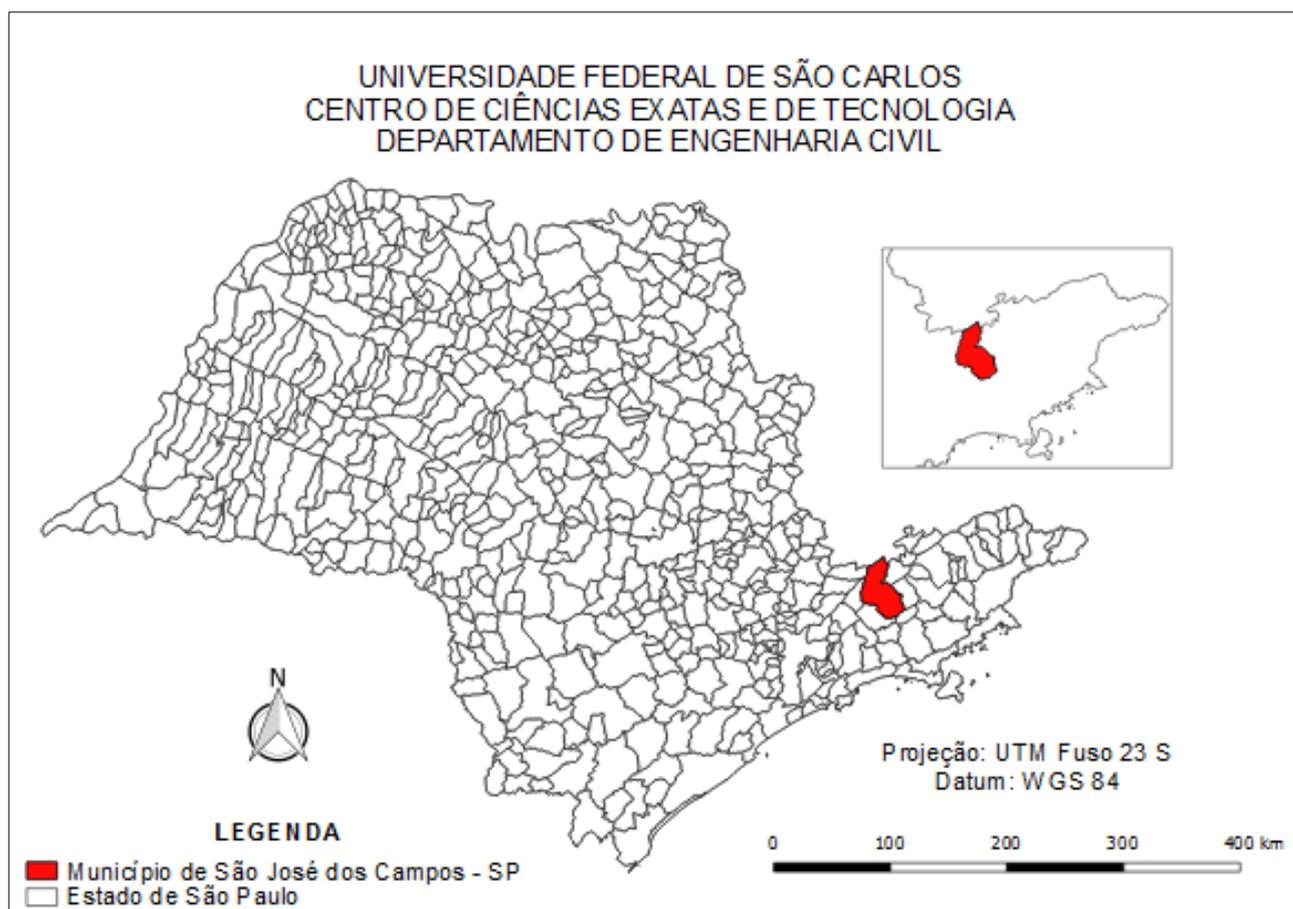


**Fonte:** Elaboração própria

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

São José dos Campos é um município de porte médio, integrante da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e do Litoral Norte (SÃO PAULO, 2012). Localiza-se na região sudeste do Estado de São Paulo (Figura 2), a cerca de 90 km da capital, e possui uma população estimada em 690 mil habitantes.

**Figura 2** - Localização da área de estudo no Estado de São Paulo



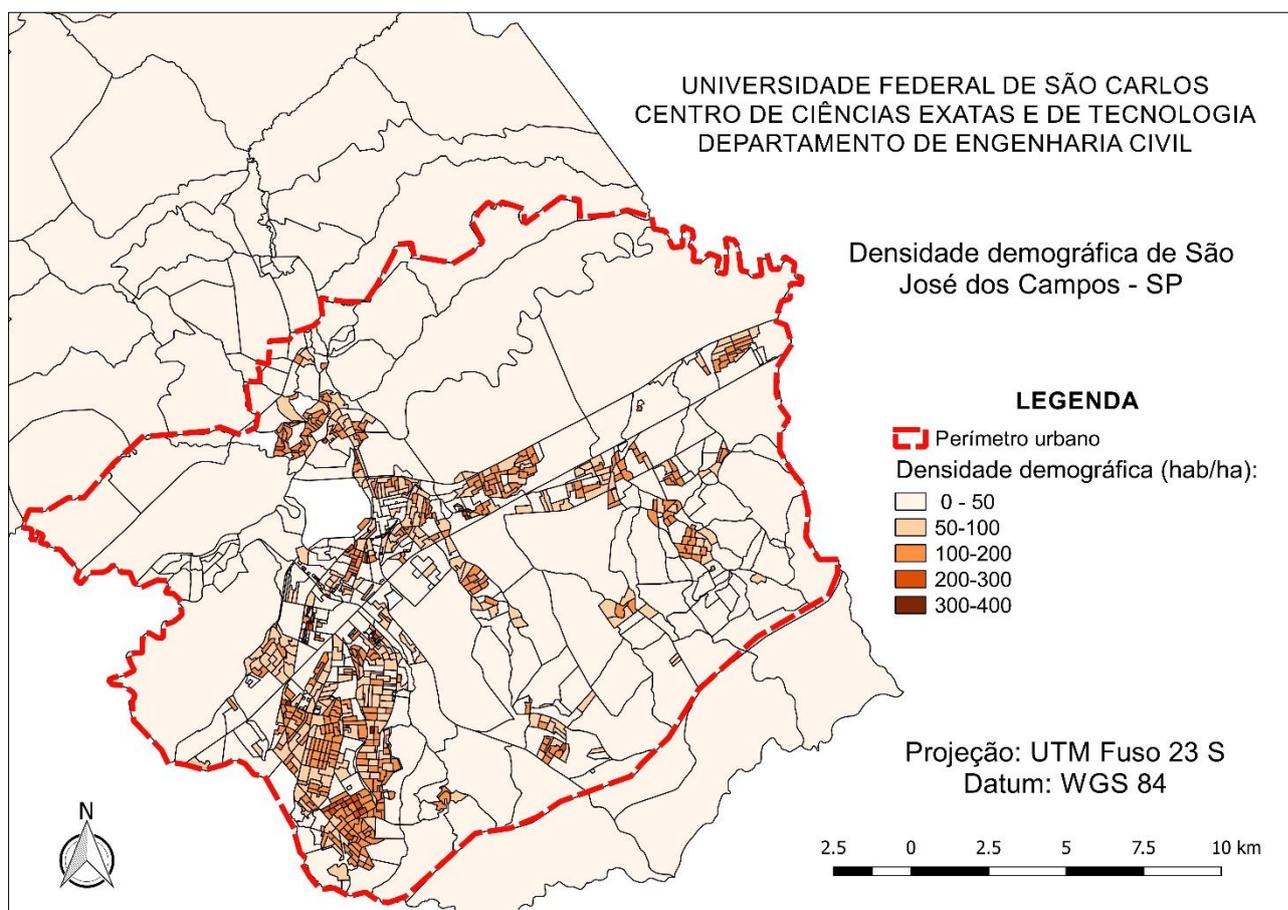
**Fonte:** Elaboração própria

As principais ligações do município à cidade de São Paulo são por meio das rodovias SP 060 (Presidente Dutra) e SP 070 (Ayrton Senna/Carvalho Pinto), possuindo também um acesso ao Litoral Norte paulista por meio da SP 099 (Tamoios) (PMSJC, 2015b).

Entre 2000 e 2010, a população residente no município cresceu 17%. No mesmo período, o crescimento populacional foi acompanhado pelo aumento de 78% na frota veicular. Assim, a taxa de motorização passou de 2,91 hab./veículo para 1,91 hab./veículo, praticamente um veículo para cada dois habitantes (IPPLAN, 2014).

Apesar de possuir ocupação predominantemente de média a alta densidade populacional (Figura 3), São José dos Campos-SP possui diversos vazios urbanos, além de dispor de uma taxa de urbanização de 97,6%, e um crescimento populacional médio anual de 1,57% (PMSJC, 2012).

**Figura 3** – Densidade demográfica de São José dos Campos-SP



**Fonte:** Elaboração própria

O sistema viário do município tem extensão total de 2.900 km, aproximadamente, dos quais cerca de 2.150 km inserem-se no perímetro urbano. A cidade possui “84,5 quilômetros de faixas para bicicletas divididas em ciclovias, ciclofaixas e espaços compartilhados” (PMSJC, 2017).

A síntese da caracterização da cidade é expressa a seguir, na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características de São José dos Campos - SP

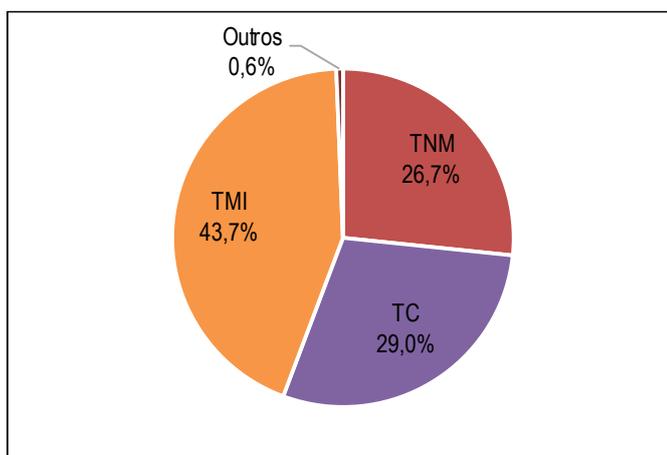
População (habitantes)	695.992
Área (km <sup>2</sup> )	1.099,41
Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )	572,96
Extensão do sistema viário (km)	2.900
Infraestrutura cicloviária (km)	84,5
Taxa de motorização (hab./veículos)	1,91

**Fonte:** IPPLAN (2014), PMSJC (2015a), IBGE (2016).

## Transporte Ciclovitário

A divisão modal na cidade de São José dos Campos - SP é demonstrada na Figura 4. Verifica-se que existe uma predominância do transporte motorizado individual – TMI, com aproximadamente 44% das viagens, seguido pelo transporte coletivo - TC com quase 30% e, por fim, do transporte não motorizado com valores próximos a 27%.

**Figura 4 – Divisão modal**



**Fonte:** Elaboração própria, com base no banco de dados da Pesquisa O/D (IPPLAN, 2014)

Na classificação adotada, o transporte não motorizado – TNM equivale aos deslocamentos realizados a pé e por bicicleta; o transporte coletivo – TC corresponde aos deslocamentos que se utilizam dos seguintes modos de transporte: ônibus executivo, ônibus intermunicipal, ônibus municipal, transporte fretado, transporte escolar e lotação; e o transporte motorizado individual – TMI representa os deslocamentos realizados por condutores e passageiros de automóveis, táxi e motocicletas; já a categoria “outros” engloba caminhões e demais modos.

A despeito da predominância do transporte coletivo e não motorizado na divisão modal do município, tem-se a supramencionada alta taxa de motorização da população (praticamente um veículo para cada dois habitantes), sendo que a porcentagem de 43,67%, equivalente ao transporte motorizado individual (TMI), está acima do esperado para municípios de mesmo porte (34,2% para municípios de 500 a 1.000 mil habitantes), conforme dados do Relatório Geral 2014, do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP (2016).

A partir do número de viagens contabilizadas para cada modo de transporte (sendo considerado apenas o principal no caso de ser utilizado mais de um modo), verificou-se que as viagens realizadas por bicicleta em São José dos Campos - SP correspondem a 667 das 24.988 viagens totais, o equivalente a 2,67%, conforme dados da Pesquisa Origem-Destino, realizada no ano de 2011 no município.

Em outubro de 2014 começou a elaboração e construção do Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Campos – Planmob, de modo que em fevereiro de 2016 o projeto intitulado “Planmob SJC” foi aprovado pelo Legislativo da cidade, passando a constituir uma Política Municipal de Mobilidade Urbana (PLANMOB SJC, 2017).

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Este estudo, dividido em capítulos, está estruturado em formato de artigos autônomos, que podem ser lidos de forma isolada sem prejuízo à sua compreensão.

No primeiro capítulo aborda-se o resultado da análise de questionários respondidos por ciclistas em viagens utilitárias na cidade de São José dos Campos - SP. É feita uma comparação entre o perfil sociodemográfico dos respondentes e a caracterização dos ciclistas da mencionada cidade, com base no banco de dados da pesquisa Origem-Destino de 2011. Além da realização de análises estatísticas descritivas e inferenciais, e confrontação dos resultados com as informações encontradas durante revisão bibliográfica.

O segundo capítulo é composto pela apresentação do resultado de uma análise espacial (em SIG) das rotas reais percorridas pelos ciclistas (registradas por meio de aparelhos GPS), e dos caminhos mínimos entre suas origens e destinos, de modo a demonstrar se os participantes optaram pelos menores caminhos, ou qual a distância adicional percorrida.

Uma análise do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) das vias percorridas e dos menores caminhos é apresentada no terceiro capítulo, de modo a compreender se os fatores analisados poderiam explicar o motivo de os trajetos feitos pelos ciclistas diferirem dos menores caminhos identificados. Para tanto, foi averiguado se as rotas percorridas pelos ciclistas ofereciam um NSB superior ao dos menores caminhos.

Encerra-se com as considerações finais, em que consta uma reflexão sobre as implicações dos resultados (análises dos questionários e das rotas percorridas) para o planejamento de redes cicloviárias em cidades de porte médio, de modo a contribuir para o avanço na delimitação de infraestruturas dedicadas ao transporte cicloviário. As limitações do estudo e as recomendações para pesquisas futuras também são apresentadas, além da listagem da bibliografia consultada, e dos apêndices elaborados.

# CAPÍTULO 1

---

## FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DA ROTA PELOS CICLISTAS

### 1.1 Introdução

Para definição de redes cicloviárias funcionais, que atendam aos desejos de deslocamento dos usuários, informações sobre o comportamento de viagem dos ciclistas são essenciais. As pesquisas Origem-Destino (O/D) são as formas mais comumente utilizadas para identificação da “distribuição espacial e temporal das viagens” (BRASIL, 2007, p. 149), e caso sejam realizadas periodicamente, permitem acompanhar a evolução dos padrões de deslocamento da população e da mobilidade em geral (BAPTISTA et al., 2009; ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011).

Possivelmente em virtude dos custos envolvidos, e do planejamento necessário para sua execução, as pesquisas O/D não são empregadas regularmente na maioria das cidades brasileiras, ainda que sejam úteis para o fornecimento de dados sobre o comportamento de viagem e a demanda de transportes, “com o objetivo de conhecer não só os pontos iniciais e finais das viagens, como também os horários, comprimentos, tempos de viagem, dados socioeconômicos dos viajantes, etc.” (RAIA JÚNIOR, 2000, p. 117).

No planejamento cicloviário, o conhecimento dos determinantes na escolha de rota pelos ciclistas pode facilitar a concepção de instalações cicloviárias (STINSON e BHAT, 2003). Entretanto, as pesquisas O/D não fornecem informações sobre os fatores que influenciam na escolha das rotas. Estes fatores precisam ser compreendidos, de modo a priorizar as vias mais atraentes para os ciclistas, isto é, os percursos mais frequentados (SEGADILHA e SANCHES, 2014b), e determinar os condicionantes que podem contribuir para o aumento do uso da bicicleta (YANG e MESBAH, 2013).

### 1.1.1 Principais fatores que influenciam na escolha das rotas

Na literatura científica encontra-se uma ampla gama de atributos da rota e do ciclista que são relevantes para a escolha do trajeto ciclístico. No Apêndice A estão expressos todos os estudos consultados durante revisão bibliográfica, referentes aos fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas, agrupados conforme mostrado no Quadro 1.

A partir da revisão bibliográfica (Apêndice A), pôde-se inferir que, predominantemente, os ciclistas preferem rotas com infraestrutura cicloviária contínua, ausência de estacionamentos para automóveis paralelos às vias, baixos volumes de tráfego, limites reduzidos de velocidade, e trajetos curtos e rápidos. Foram constatadas diferenças de comportamento entre ciclistas experientes e inexperientes, regulares e ocasionais, e entre homens e mulheres, além da distinção entre o comportamento de ciclistas idosos (mais cautelosos), e ciclistas jovens, que priorizam a rapidez no deslocamento.

**Quadro 1** - Fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas

<b>CATEGORIAS</b>	<b>FATORES</b>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	Existência de infraestruturas cicloviárias
	Conservação do pavimento
	Topografia / Declividade
	Estacionamentos para automóveis
	Barreiras / Obstáculos
<b>CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO</b>	Largura / Número de faixas de tráfego
	Sinalizações de parada
	Limite de velocidade
	Volume de veículos motorizados
<b>CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS</b>	Composição do tráfego
	Iluminação
	Arborização
	Ocupação do entorno
<b>CARACTERÍSTICAS DA VIAGEM</b>	Seguridade (sensação de segurança pessoal)
	Tempo de viagem
	Comprimento / Distância
<b>CARACTERÍSTICAS DO CICLISTA</b>	Gênero
	Frequência de uso / Experiência
	Idade

**Fonte:** Elaboração própria.

Dentre os estudos encontrados, sobressaem-se os que indicam a preferência por percursos planos, ou com aclives moderados, e a predileção pela menor quantidade de sinalizações de parada obrigatória (como semáforos, cruzamentos, sinais de PARE, etc.).

No entanto, existem divergências quanto a este último fator, de modo que os sinais de parada obrigatória (como sinalizações de PARE, semáforos em cruzamentos e interseções, etc.) aparecem como relevantes tanto no sentido positivo como negativo. Enquanto alguns ciclistas optam por rotas com menor quantidade de sinalizações de parada (STINSON e BHAT, 2003; MENGHINI et al., 2010; SNIZEK, NIELSEN E SKOV-PETERSEN, 2013), especialmente se forem ciclistas experientes (STINSON e BHAT, 2004), em função dos atrasos ocasionados (EL-GENEIDY, KRIZEK e IACONO, 2007; BROACH, GLIEBE e DILL, 2011), outros valorizam a existência destes em travessias e quando necessário para conversões à esquerda em vias de tráfego intenso, por exemplo (BROACH, DILL e GLIEBE, 2012), conferindo a estas sinalizações uma forma adicional de segurança entre ciclistas inexperientes (STINSON e BHAT, 2004).

A maioria dos estudos examinados não abrange a realidade brasileira, pois foram realizados predominantemente em países como Estados Unidos e Canadá (ver Apêndice A). Segadilha (2014) e Pitilin (2016), por outro lado, realizaram estudos no contexto nacional, tendo elencado diversos fatores considerados importantes para a escolha da rota. Tais fatores foram identificados por meio de extensa revisão bibliográfica, servindo de base para a presente pesquisa.

É válido destacar, porém, a necessidade de mais pesquisas no contexto nacional, de modo a detectar novos fatores, além de considerar os fatores elencados anteriormente, visto tratar-se de contingente expressivo estudos que apresentam pontos em comum.

Logo, o intuito desta pesquisa é, juntamente ao delineamento do perfil sociodemográfico de ciclistas de uma cidade brasileira de porte médio, identificar os principais fatores que influenciam na escolha da rota por estes usuários, de modo a estabelecer um paralelo com a literatura científica sobre o assunto. Além disso, procura-se efetuar um comparativo da amostra com o universo da pesquisa O/D, realizada em 2011 pelo Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento (IPPLAN), na cidade utilizada como estudo de caso, São José dos Campos-SP.

## 1.2 Obtenção dos dados – Opinião dos ciclistas

A opção pela metodologia explicitada a seguir, fundamenta-se na continuidade de uma linha de pesquisa baseada no estudo de métodos para definição de redes cicloviárias, que vem sendo desenvolvida pelo Núcleo de Estudos sobre Mobilidade Sustentável – NEMS da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), de modo a contribuir para a ampliação da discussão sobre a temática.

Para a obtenção de opiniões sobre a importância de determinados fatores na escolha das rotas, foi aplicado um questionário entre ciclistas encontrados em Polos Geradores de Viagens – PGVs, locais que tem o potencial de atrair grande quantidade de usuários da bicicleta, como escolas, universidades, indústrias, áreas recreativas e terminais de transporte coletivo (LTSA, 2004; WITTINK e GODEFROOLJ, 2009; I-CE, 2009; ITDP, 2011).

Para a seleção da amostra adotou-se o método “bola de neve”, em que um ciclista indica outro ciclista para participar da pesquisa. Este tipo de amostragem pode ser utilizado em populações raras, com poucos integrantes (APPOLINÁRIO, 2012), como é o caso dos usuários da bicicleta (KRIZEK, JOHNSON e TILAHUN, 2004).

A opção por consultar pessoas que já utilizam a bicicleta como modo de transporte alicerça-se no pressuposto de que estes usuários são conhecedores das rotas que utilizam, assim como dos problemas associados a elas (LTSA, 2004; WITTINK e GODEFROOLJ, 2009), e serão capazes de apontar os fatores que mais influenciam na escolha de seus trajetos.

### 1.2.1 Instrumento de pesquisa

O questionário elaborado para a pesquisa possui quatro questões fechadas sobre o perfil sociodemográfico do usuário, com indagações sobre: gênero, idade, frequência e tempo de uso da bicicleta como modo de transporte. A restrição a apenas quatro quesitos deveu-se à necessidade de não tornar o questionário longo e cansativo ao respondente, excluindo, assim, questões referentes ao nível de educacional, ocupação, renda. Este último item também não foi incluído devido à dificuldade em se obter respostas precisas, sendo recomendado o uso de variáveis *proxy*, como consumo energético, por exemplo.

Uma questão com escala de resposta de diferencial semântico de 5 pontos sobre a importância de diversos fatores para a escolha da rota também compôs o questionário aplicado.

As escalas de resposta medem o grau/intensidade das opiniões e atitudes, e não a qualidade destas. Basicamente, consistem em uma série graduada de itens, de modo que o respondente escolhe a que melhor corresponde à sua percepção acerca do fato pesquisado. Dentre as escalas de resposta existentes, a de diferencial semântico solicita que a pessoa marque uma posição entre dois adjetivos antagônicos em uma escala bipolar, normalmente de sete ou cinco pontos (GIL, 2008). O questionário completo utilizado na pesquisa consta no Apêndice C.

A fim de assegurar a validade e a precisão do questionário, uma pesquisa piloto foi realizada no 3º trimestre de 2015, com 30 indivíduos (ciclistas). As devidas adequações foram feitas após esta aplicação preliminar, o que contribuiu para a versão final do questionário.

As modificações do questionário inicial em relação à versão final consistiram na transferência das questões sobre o perfil demográfico para o começo, de modo a iniciar os questionamentos com perguntas facilmente assimiláveis pelos respondentes e, gradualmente, direcionar questões de maior complexidade.

Dentre as alterações houve também a exclusão de questões voltadas para os usos da bicicleta (lazer, transporte, atividade física/esporte) e os tipos de bicicleta utilizadas como meio de transporte, além de uma pergunta referente à frequência de prática de comportamentos em discordância com o estipulado pelas regras de trânsito (como passar no sinal vermelho ou pedalar na contramão, por exemplo).

A exclusão dos fatores “tipo de pavimentação”, e “presença de rotatórias” foram removidos, tendo sido inclusos outros dois fatores, por sugestão de alguns respondentes, sendo eles “poluição do ar”, e “desnível nos cantos das ruas (meio-fio)”, em que este último foi reformulado para “desnível nos bordos (cantos) das ruas (meio-fio)”.

Estão elencados, no Quadro 2, os 19 fatores avaliados pelos respondentes, baseados nos estudos consultados durante revisão bibliográfica, e nas observações e sugestões fornecidas

pelos ciclistas durante a pesquisa piloto, que serviram de base para elaboração da última versão do questionário.

Para cada um dos 19 fatores elencados, existiam 5 opções de resposta no questionário: (1) Totalmente sem importância, (2) Pouco importante, (3) Sem opinião, (4) Importante e (5) Muito importante. O respondente deveria assinalar, dentre estas opções, aquela que melhor correspondesse à sua opinião sobre cada fator.

**Quadro 2 - Fatores que podem influenciar na escolha da rota pelos ciclistas**

---

1. Existência de ciclovias ou ciclofaixas
  2. Pavimento em bom estado de conservação
  3. Ruas sem aclives (subidas)
  4. Presença de estacionamentos de automóveis no lado direito da rua
  5. Necessidade de atravessar pontes, túneis, viadutos, rodovias e ferrovias
  6. Ruas com apenas uma faixa de tráfego
  7. Muitos cruzamentos com semáforos e/ou sinais de PARE (a cada 100 m)
  8. Ruas com velocidade permitida de até 40 km/h
  9. Poucos veículos
  10. Tráfego de ônibus e caminhões
  11. Iluminação (à noite)
  12. Arborização (sombra)
  13. Caminho mais rápido
  14. Caminho mais curto
  15. Segurança (criminalidade)
  16. Mão única de direção
  17. Desnível nos bordos (cantos) das ruas (meio-fio)
  18. Presença de pontos de parada de ônibus
  19. Poluição do ar
- 

**Fonte:** Elaboração própria.

### 1.2.2 Aplicação do questionário

A aplicação dos questionários ocorreu na cidade de São José dos Campos-SP, localidade que possui uma população estimada em 690 mil habitantes, situada a cerca de 90 km da capital do estado (IBGE, 2016).

Nesta cidade, a bicicleta não é amplamente utilizada como modo de transporte em viagens utilitárias. Na pesquisa Origem-Destino realizada no município em 2011, constatou-se que cerca de 3% das viagens realizadas são feitas por bicicleta.

A coleta dos dados por meio da aplicação do questionário ocorreu entre os meses de julho a dezembro de 2016, com ciclistas em viagens utilitárias encontrados em Polos Geradores de Viagens (PGVs) da supracitada cidade.

Os 13 PGVs em que houve a aplicação do questionário consistiram em estabelecimentos comerciais, como supermercados, lojas esportivas, locais de venda de material de construção, e demais comércios, além de prestadores de serviços, como restaurantes, e instituições de ensino.

Estas localidades foram selecionadas com base no levantamento de empreendimentos de grande porte capazes de atrair grande número de viagens como, por exemplo, escolas e universidades, dentre outros centros educacionais que geram expressiva quantidade de viagens por bicicleta (RYBARCZYK e WU, 2010). Ademais, posteriormente houve a consulta aos ciclistas participantes da pesquisa, de modo a obter indicações de locais que contassem com grande fluxo de ciclistas.

Convém destacar que, como a abordagem aos ciclistas nestes PGVs foi intermediada por um responsável pelo local (de modo a obter autorização para aplicação da pesquisa e facilitar o acesso), optou-se por evitar comércios de grande porte, com diversas lojas (como *shopping centers*), visto que estes locais geralmente contam com bicicletários coletivos e diversos responsáveis (um para cada estabelecimento).

Além do que, não foram escolhidos PGVs em locais muito afastados da cidade, como indústrias e empresas alocadas em regiões periféricas (como a *General Motors* ou a EMBRAER) e rurais da cidade, ou ao longo de rodovias (como *Johnson & Johnson*), pois isto acarretaria em poucas opções de trajeto urbano.

### 1.2.3 Análise dos dados

Após codificação e tabulação dos dados brutos em formato digital (planilhas do Excel), foram realizadas análises descritivas (distribuição de frequências; medidas de tendência central e de dispersão) e inferenciais (testes não paramétricos) das respostas fornecidas durante aplicação do questionário.

A interpretação dos dados por meio de técnicas de estatística descritiva resultou em tabelas para exposição das informações sobre: (a) porcentagem de homens e mulheres dentre os ciclistas consultados; (b) idade média dos participantes, agrupadas por faixas etárias; (c) frequência média de uso da bicicleta como meio de deslocamento; e (d) tempo médio de uso da bicicleta como modo de transporte.

Essas informações foram comparadas com os dados da pesquisa Origem-Destino realizada na cidade, objetivando estabelecer um paralelo dos resultados da pesquisa O/D com as informações do questionário aplicado. Adicionalmente, as respostas à indagação do questionário referente aos fatores que influenciam na escolha das rotas foram agrupadas, com a proporção percentual de resposta em cada uma das categorias elencadas, para facilitar a identificação dos aspectos mais relevantes ou expressivos.

Com o auxílio de técnicas de estatística inferencial (teste de *Kruskal-Wallis*) foi possível verificar a existência de eventuais diferenças estatisticamente significativas de opinião, em função das características dos perfis (faixa etária e tempo de uso da bicicleta como meio de transporte). Desta forma, buscou-se identificar possíveis diferenças na avaliação da influência dos diversos fatores entre os grupos de respondentes.

O teste de *Kruskal-Wallis* é um equivalente não paramétrico da ANOVA, o que significa que ele não se baseia em suposições sobre a distribuição da população, de modo que não se assume, neste teste, que a distribuição possa ser completamente descrita pelos parâmetros média e desvio padrão (como ocorre em uma distribuição normal). As hipóteses em teste no *Kruskal-Wallis* são de que as os grupos têm a mesma distribuição de valores (hipótese nula), ou não têm a mesma distribuição de valores (hipótese alternativa).

Para utilização do mencionado teste, os dados são ordenados conjuntamente (em ranking), sendo atribuídas posições ascendentes. Existindo empates, atribui-se uma média das colocações empatadas. Na sequência devem-se somar as posições de cada grupo, e realizar o cálculo de uma fórmula que representa, basicamente, a variância das posições entre os grupos, com um ajuste para o número de empates (MCDONALD, 2017).

Nesta pesquisa, a realização do mencionado teste estatístico se deu por intermédio do software Excel, tendo sido instalado um suplemento disponível no *Real Statistics Using Excel*, *software* gratuito que amplia as capacidades de análise estatística do Excel (ZAIONTZ, 2017).

### **1.3 Resultados obtidos**

Inicialmente é necessário ressaltar que os resultados descritos neste item fazem parte de uma pesquisa mais ampla, que incluiu, além do questionário, o registro e análise das rotas percorridas pelos ciclistas, utilizando aparelhos GPS. Por esta razão, trabalhou-se com uma amostra de apenas 32 ciclistas, visto a dificuldade em encontrar voluntários que se dispusessem a registrar suas rotas durante uma semana.

Esta dificuldade em encontrar participantes voluntários pode ser atribuída ao receio em se comprometer a participar do estudo, já que, em alguns casos, houveram desconfianças iniciais quanto à gravação dos percursos, e esta pesquisa exigia certo esforço por parte dos integrantes (lembrar de utilizar e desligar o aparelho, necessidade de efetuar o carregamento da bateria do dispositivo, proteger da chuva e retirar da bicicleta para evitar o risco de roubos, etc.).

Complementarmente, dentre os contratemplos identificados no decorrer da execução da coleta de dados, destaca-se a inevitável burocracia na obtenção de uma autorização para aplicar a pesquisa com menores de idade (como jovens encontrados em uma escola de nível médio de ensino). Além do fato de que alguns ciclistas se dispuseram a participar inicialmente da pesquisa, mas em virtude de empecilhos diversos, não puderam fazê-lo posteriormente, o que direcionou para uma mudança de abordagem, em que a partir do momento que os ciclistas aceitavam participar, já lhes era entregue o questionário e o aparelho com as instruções de uso.

Na Tabela 1 estão as características gerais dos 32 ciclistas que participaram da pesquisa.

**Tabela 1** – Características dos ciclistas

GÊNERO		FAIXA ETÁRIA		FREQUÊNCIA DE USO	
Masculino	<b>31 (97%)</b>	< 18 anos	7 (22%)	1 dia por semana	0 (0%)
Feminino	1 (3%)	18 a 25 anos	8 (25%)	2 a 3 dias por semana	3 (9%)
		26 a 35 anos	<b>13 (41%)</b>	4 ou mais dias por semana	<b>29 (91%)</b>
		36 a 45 anos	2 (6%)		
		> 45 anos	2 (6%)		

TEMPO DE USO		MOTIVO	
< 3 meses	3 (9%)	Trabalho	<b>19 (59%)</b>
3 a 6 meses	2 (6%)	Estudo	13 (41%)
6 meses a 2 anos	<b>12 (38%)</b>		
2 a 5 anos	5 (16%)		
> 5 anos	10 (31%)		

**Fonte:** Elaboração própria.

Há uma predominância do gênero masculino na amostra, principalmente jovens (com até 35 anos), que utilizam a bicicleta com uma frequência igual ou superior a 4 dias ou mais durante a semana, em sua maioria, em que a prevalência de uso é superior a 6 meses. Ademais, tem-se uma porcentagem maior de viagens por motivo ‘trabalho’. Essa porcentagem referente ao propósito era esperada, visto que a aplicação dos questionários ocorreu entre ciclistas em viagens utilitárias, encontrados em Polos Geradores de Viagens (PGVs).

Comparando-se as características dos ciclistas que responderam ao questionário com o perfil dos ciclistas identificados na pesquisa O/D, realizada anteriormente na cidade (ver Apêndice E), verifica-se que:

- a) Os homens são a maioria dos ciclistas, tanto na pesquisa O/D (76%) quanto na amostra obtida nesta pesquisa (97%). Fato justificável pela pequena porcentagem de viagens por bicicleta entre mulheres, especialmente quando se considera o motivo dos deslocamentos, visto que, conforme Krizek, Johnson e Tilahun (2004) identificaram, há uma menor prevalência de viagens utilitárias por bicicleta entre as mulheres.

- b) Embora a estratificação das faixas etárias seja diferente entre as duas pesquisas, é possível verificar a preponderância, em ambas, de ciclistas jovens, com idade inferior a 35 anos (88%, nesta pesquisa e 61% na pesquisa O/D);
- c) Todas as viagens dos respondentes do questionário foram utilitárias (por motivo trabalho ou estudo), já que este era o foco desta pesquisa. Na amostra da pesquisa O/D, pôde-se inferir que cerca de 90% de todas as viagens dos ciclistas foram utilitárias, pois as viagens em que o propósito atribuído foi ‘residência’ corresponderam à volta para casa (aproximadamente 40% das viagens por bicicleta tiveram como motivo trabalho e estudo, e cerca de 50% tiveram a residência como destino). Nota-se, portanto, que a maioria das viagens realizadas por ciclistas na cidade de São José dos Campos-SP é utilitária, fato apontado tanto pela amostra de respondentes dos questionários, quanto pelo perfil de usuários da pesquisa O/D. Por conseguinte, em ambas as pesquisas foi constatado um perfil de usuários com características similares, embora a aplicação dos questionários tenha ocorrido em PGVs, com amostra do tipo ‘bola de neve’, e a pesquisa O/D tenha sido aplicada no âmbito domiciliar.

### 1.3.1 Importância dos fatores para a escolha da rota

Na Tabela 2 são mostradas a quantidade e a porcentagem de respostas sobre a importância atribuída pelos ciclistas a cada um dos fatores.

**Tabela 2 – Importância dos fatores para escolha da rota**

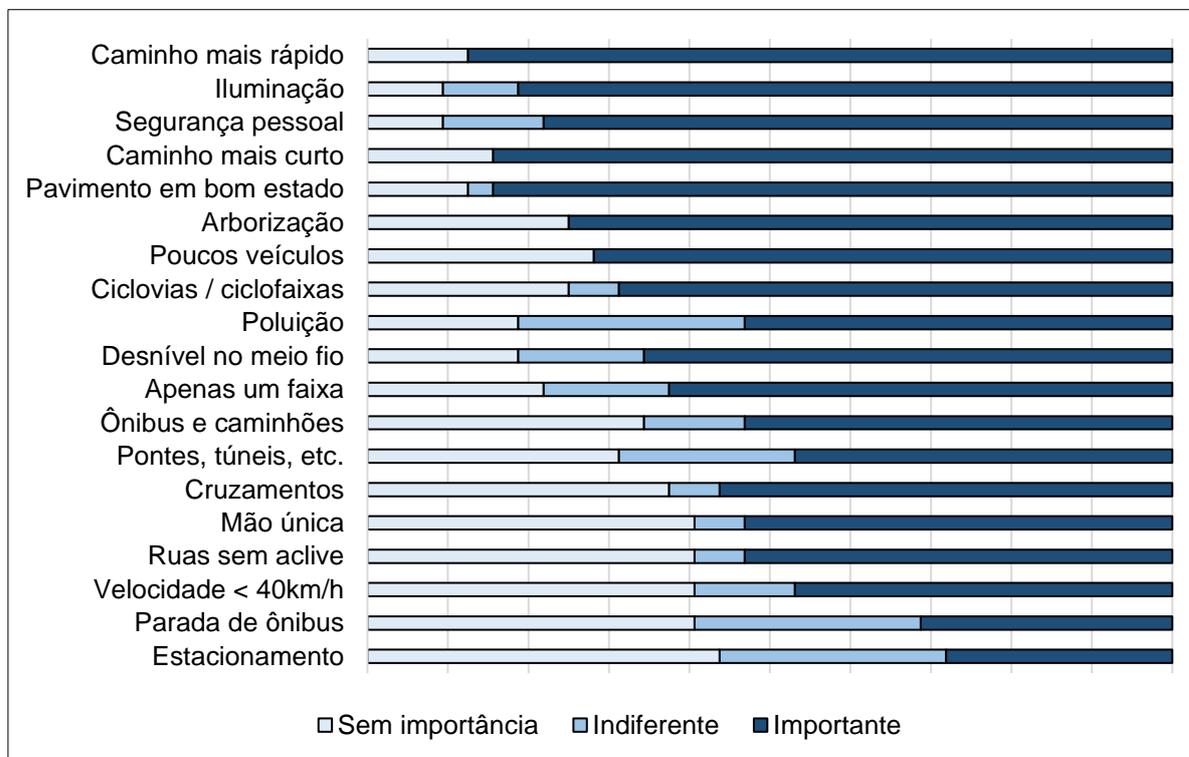
<b>Fatores</b>	<b>Sem importância</b>	<b>Pouco importante</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Importante</b>	<b>Muito importante</b>
Estacionamento	3 (9,4%)	11 (34,4%)	9 (28,1%)	8 (25,0%)	1 (3,1%)
Parada de ônibus	2 (6,3%)	11 (34,4%)	9 (28,1%)	8 (25,0%)	2 (6,3%)
Velocidade < 40km/h	4 (12,5%)	9 (28,1%)	4 (12,5%)	9 (28,1%)	6 (18,8%)
Ruas sem aclave	3 (9,4%)	10 (31,3%)	2 (6,3%)	12 (37,5%)	5 (15,6%)
Mão única	5 (15,6%)	8 (25,0%)	2 (6,3%)	9 (28,1%)	8 (25,0%)
Cruzamentos	4 (12,5%)	8 (25,0%)	2 (6,3%)	12 (37,5%)	6 (18,8%)
Pontes, túneis, etc.	2 (6,3%)	8 (25,0%)	7 (21,9%)	9 (28,1%)	6 (18,8%)
Ônibus e caminhões	3 (9,4%)	8 (25,0%)	4 (12,5%)	10 (31,3%)	7 (21,9%)
Apenas um faixa	3 (9,4%)	4 (12,5%)	5 (15,6%)	11 (34,4%)	9 (28,1%)
Desnível no meio fio	2 (6,3%)	4 (12,5%)	5 (15,6%)	15 (46,9%)	6 (18,8%)
Poluição	3 (9,4%)	3 (9,4%)	9 (28,1%)	6 (18,8%)	11 (34,4%)

Fatores	Sem importância	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Ciclovias / ciclofaixas	2 (6,3%)	6 (18,8%)	2 (6,3%)	11 (34,4%)	11 (34,4%)
Poucos veículos	2 (6,3%)	7 (21,9%)	0 (0,0%)	(37,5%)	11 (34,4%)
Arborização	1 (3,1%)	7 (21,9%)	0 (0,0%)	12 (37,5%)	12 (37,5%)
Pavimento bom estado	0 (0,0%)	4 (12,5%)	1 (3,1%)	12 (37,5%)	15 (46,9%)
Caminho mais curto	0 (0,0%)	5 (15,6%)	0 (0,0%)	10 (31,3%)	17 (53,1%)
Segurança pessoal	0 (0,0%)	3 (9,4%)	4 (12,5%)	8 (25,0%)	17 (53,1%)
Iluminação	0 (0,0%)	3 (9,4%)	3 (9,4%)	9 (28,1%)	17 (53,1%)
Caminho mais rápido	0 (0,0%)	4 (12,5%)	0 (0,0%)	8 (25,0%)	20 (62,5%)

Fonte: Elaboração própria

A fim de facilitar a visualização e interpretação dos resultados, os dados apresentados na Tabela 2 são apresentados de forma gráfica na Figura 1. Nesta, os níveis de importância foram agrupados da seguinte forma: ‘Importante’ (incluindo os níveis ‘importante’ e ‘muito importante’), Indiferente (nível ‘sem opinião’) e Sem importância (incluindo os níveis: ‘totalmente sem importância’ e ‘pouco importante’).

Figura 1 – Importância dos fatores para escolha da rota



Fonte: Elaboração própria

Pode-se verificar na Figura 1 que, dentre os fatores de maior importância aparecem: características da viagem (caminho mais rápido e mais curto), características do ambiente (iluminação e segurança pessoal) e características físicas da via (conservação do pavimento).

Em uma pesquisa que visava identificar os principais atributos que devem ser considerados no projeto de uma rede cicloviária, por meio da aplicação de questionários a ciclistas, Pitilin (2016) também constatou a presença dos fatores iluminação, conservação do pavimento e segurança dentre os cinco fatores considerados mais importantes pelos ciclistas.

A importância do caminho mais rápido para a escolha da rota, também aparece em diversos estudos, nos quais o tempo de viagem tem destaque, com papel importante para ciclistas em viagens utilitárias (YANG e MESBAH, 2013; HRNCIR et al., 2014). Abordar o tempo adicional que os ciclistas estariam dispostos a despende é significativo, pois, conforme constatado na análise das respostas do questionário, o menor tempo de viagem frequentemente aparece como de grande importância para os ciclistas em viagens utilitárias (STINSON e BHAT, 2003; SENER, ELURU e BHAT, 2009).

Vasta bibliografia registra o tempo adicional que os ciclistas estariam dispostos a despende para percorrer determinadas instalações cicloviárias ou rotas com características diversas (CAULFIELD, BRICK E MCCARTHY, 2012; STINSON e BHAT, 2004). Nestes estudos, assume-se que como os ciclistas em viagens utilitárias têm horários a cumprir, o tempo de viagem é de grande relevância para eles. Sendo assim, se for dada a chance de escolha entre duas rotas com tempos de percurso diferentes, os ciclistas em viagens utilitárias optarão pela rota mais rápida, a menos que a rota mais longa ofereça mais atrativos como, por exemplo, maior sombreamento, menor quantidade de subidas, menores volumes e velocidades de tráfego, etc.

O segundo e o terceiro fatores elencados na Figura 1 se relacionam, pois, além do fator “Percepção de segurança (risco de assaltos e agressões)” associar-se à presença de iluminação no período noturno (SENER, ELURU e BHAT, 2009), a iluminação pública também pode ser

adotada como “medida preventiva importante à diminuição da criminalidade”, sendo “responsável pela diminuição significativa de assaltos e latrocínios” (BRASIL, 2007, p. 154).

Na pesquisa de Segadilha e Sanches (2014c), a segurança também apareceu próxima do quesito iluminação na média geral de importância dos fatores. E, no estudo de Pitilin (2016), a autora constata a importância atribuída aos fatores iluminação e seguridade (sensação de segurança) para o projeto de uma rede cicloviária, tanto por ciclistas como por especialistas na área, ambos fatores relacionados à segurança pública.

A influência da sensação de segurança na escolha da rota foi constatada por Casello, Nour e Rewa. (2010) e Koh e Wong (2013). Ademais, em uma pesquisa com ciclistas e especialistas em planejamento de transportes, realizada por meio de questionários respondidos por residentes em cidades brasileiras de diversos portes, Pitilin e Sanches (2016, p. 11) observaram que a segurança pessoal aparecia como relevante para os dois grupos de respondentes. Segundo as autoras, “isto reflete a percepção de insegurança que existe atualmente nas cidades brasileiras [...]”

Sobre o quarto fator: caminho mais curto, depreende-se que os ciclistas em viagens utilitárias preferem trajetos curtos, conforme também apontado pelos estudos de Abraham et al. (2002), e Broach, Gliebe e Dill (2011).

É pertinente destacar que os ciclistas não viajam a uma velocidade fixa durante todo o trajeto (BEHESHTITABAR et al., 2014), devido à necessidade de maior esforço físico (ZHAO, 2014) em decorrência de alterações na declividade de determinados trechos do percurso, além da influência de características da rota, como o tempo de espera em interseções sinalizadas (EHRGOTT et al., 2012), e de características do usuário, como a experiência (EL-GENEIDY, KRIZEK e IACONO, 2007). Assim sendo, embora sejam tratados de modo similar, a distância e o tempo de viagem não são diretamente proporcionais. Por isso houve a separação dos fatores tempo e distância no questionário, e certo distanciamento dos mesmos nos resultados realçados na Figura 1.

Quanto ao quinto fator mostrado na Figura 1 (conservação do pavimento), evidencia-se que ciclistas evitam circular por vias sem pavimentação ou com pavimento degradado (SEGADILHA e SANCHES, 2014c, 2014b), e preferem superfícies lisas (ANTONAKOS, 1994; BERNHOFT e CARSTENSEN, 2008; STINSON e BHAT, 2003, 2004).

Pitilín (2016) averiguou que a conservação do pavimento foi considerada muito importante para o projeto de uma rede cicloviária por ciclistas e especialistas na área, estando este fator atrelado ao deslocamento e segurança dos usuários.

Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997), por exemplo, notaram que os ciclistas em viagens utilitárias percorrem, de modo frequente, caminhos bem qualificados (amplos, com superfície de boa qualidade, largos e acessíveis). Kang e Fricker (2013) constataram que superfícies de menor qualidade levam os ciclistas a optar por estruturas cicloviárias segregadas, evitando o compartilhamento da via em função da qualidade do pavimento. Desta forma, a aversão às superfícies de baixa qualidade supera o risco de conflitos com pedestres, pois a opção pelas estruturas segregadas inclui ciclovias e calçadas.

A arborização foi considerada importante por 75% dos respondentes. Winters et al. (2010), ao analisarem as rotas escolhidas por ciclistas, constataram a ocorrência de viagens por caminhos mais longos e com significativamente maior quantidade de cobertura vegetal dos que os menores caminhos possíveis.

Em função do risco de colisões e acidentes, além dos congestionamentos ocasionados, o volume de tráfego é negativamente associado à percepção de conforto dos ciclistas (LI et al. 2012). Para 71,9% dos participantes desta pesquisa, o volume de veículos (fator ‘poucos veículos’) é importante para a escolha de suas rotas.

A presença de infraestrutura cicloviária é de grande relevância para a escolha da rota entre ciclistas em viagens utilitárias (RAFORD, CHIARADIA e GIL, 2007), sendo indicada, inclusive, como possível contribuição significativa para experiências positivas entre ciclistas (SNIZEK, NIELSEN E SKOV-PETERSEN, 2013). A existência de infraestrutura cicloviária

pode até ser capaz de diminuir o custo (visto como oneroso) de percorrer vias arteriais, conforme um estudo de preferência declarada projetado para auxiliar na compreensão das preferências dos ciclistas, desenvolvido por Abraham et al. (2002), em Calgary (Canadá).

No presente estudo, 68,8% dos ciclistas consideraram a presença de ciclovias/ciclofaixas como relevante na escolha de rota. A importância da presença de infraestruturas cicloviárias também pôde ser verificada por Broach, Gliebe e Dill (2009), sendo que a existência destas estruturas foi apontada como muito importante por ciclistas e especialista que participaram da pesquisa de Pitilin (2016).

Complementarmente, salientam-se dois fatores comumente considerados como de grande relevância na escolha da rota em diversos outros estudos: velocidade permitida na via (velocidade < 40km/h) e declividade (ruas sem aclave).

No presente estudo, cerca de 40% dos respondentes considerou sem importância o fator velocidade (ruas com velocidade permitida de até 40 km/h) e, quase 47% consideraram este fator como importante.

Grande parte dos estudos analisados durante a revisão bibliográfica apontou que os ciclistas preferem circular por vias com limites de velocidade reduzidos (SENER, ELURU e BHAT, 2009), evitando vias principais onde os veículos trafegam em alta velocidade (KRENN, OJA e TITZE, 2014). Caulfield, Brick e McCarthy (2012), por exemplo, em uma pesquisa de preferência declarada aplicada em Dublin (Irlanda), demonstraram a preferência dos ciclistas por vias com velocidades reduzidas (30 km/h ao invés de 50 ou 80 km/h).

A declividade também aparece, frequentemente, dentre os fatores mais comumente associados à escolha da rota, e é vista como um componente desfavorável quando os ciclistas qualificam uma rota preferencial, sendo constatada uma tendência de evitar percursos íngremes (MENGHINI et al., 2010; HOOD, SALL e CHARLTON, 2011), mesmo que para isso tenham que percorrer um caminho mais longo (KRENN, OJA e TITZE, 2014). Li et al. (2012) identificaram uma associação negativa do fator “inclinação” com a sensação de conforto ao

pedalar, resultado atribuído ao maior esforço consumo de energia (esforço físico) requerido para pedalar em subidas.

Na análise dos resultados desta pesquisa constatou-se que cerca de 40% dos respondentes atribuiu pouca importância ao fator referente à declividade (ruas sem alicive), e 53% dos participantes consideraram o fator importante.

Dois outros fatores merecem destaque, pois foram adicionados ao questionário por sugestão dos ciclistas que participaram da pesquisa piloto, e considerados importantes pelos entrevistados nesta pesquisa: 53% para poluição do ar, e cerca de 66% para o desnível no meio-fio.

Durante revisão bibliográfica não foram encontrados estudos que se referissem à influência da poluição do ar na escolha da rota, apenas pesquisas voltadas para a opção pelo modo de transporte. Johansson et al. (2017) avaliaram, em Estocolmo, os efeitos (potenciais), ambientais e no âmbito da saúde, da transformação de viagens utilitárias realizadas por carros em viagens de 30 minutos por bicicleta em Estocolmo. Segundo os autores, os benefícios desta mudança modal seriam maiores que os efeitos obtidos com a introdução do pedágio urbano em Estocolmo.

Dentre os estudos encontrados referentes à poluição, destacam-se os resultados de uma pesquisa realizada em Montreal-Canadá. Por meio de uma ferramenta para medição da exposição a determinados poluentes de tráfego, Hatzopoulou et al. (2013) constataram que, dentre as 2307 rotas analisadas (percorridas por ciclistas), 57% tinham uma rota alternativa com menores índices de exposição aos poluentes. Dentre estas, em aproximadamente 43% das viagens os menores caminhos disponíveis entre as origens e os destinos eram, também, os com menores índices de exposição aos poluentes. Apontamentos estes que reforçam a necessidade incluir a poluição do ar dentre os fatores influentes para escolha da rota em estudos futuros sobre o tema.

Adicionalmente, tem-se que, os benefícios da atividade física desenvolvida durante o transporte ativo (caminhar e pedalar para se deslocar) superam os malefícios da exposição a níveis elevados de poluentes do ar em grande parte das cidades no mundo, mesmo com muitas horas de exposição (ALISSON, 2016; CEPEDA et al., 2016). Evidencia-se, também, a relação intrínseca entre a qualidade do ar e a arborização urbana (NICODEMO e PRIMAVESI, 2009) - fator constante entre os dez mais relevantes pelos ciclistas da amostra.

Sobre o desnível nos bordos das vias, apesar de não ter sido encontrado estudos que relacionassem este fator à escolha de rota, destaca-se sua possível relação com a qualidade do pavimento, visto que o desnivelamento dos canais de drenagem encontrado nas cidades brasileiras pode ser atribuído às práticas de recapeamento asfáltico vigentes. De modo que é comum que “os bordos das vias, na maioria das cidades brasileiras, apresentem sarjetas mal construídas ou em estado de deterioração, com fissuras alastrando-se para além do bordo do pavimento” (BRASIL, 2007, p. 125).

Por fim, ressalta-se a pouca importância atribuída aos fatores ‘presença de estacionamentos de automóveis no lado direito da rua’, e ‘presença de pontos de parada de ônibus’.

Convém evidenciar que a baixa relevância do atributo relativo aos estacionamentos pode ser explicada pela restrição à uma tipologia apenas, não tendo sido incorporado o estacionamento em ângulo, por exemplo, que pode ser percebido como menos seguro ao ciclista do que o lateral (em função da obstrução da visibilidade na saída da vaga ocasionar em maior risco do que a abertura de portas nos estacionamentos laterais).

A respeito da presença de pontos de parada de ônibus, ainda que indiretamente, este fator relaciona-se à conservação/qualidade do pavimento. No Brasil, dificilmente adotam-se baias com pavimento rígido (mais resistente), sendo possível perceber deformações no asfalto dos locais de parada de ônibus para embarque e desembarque, algo passível de acarretar no desvio da rota - ainda que não necessariamente em virtude da presença dos veículos de transporte coletivo no lado da via comumente percorrido pelos ciclistas (direito).

### 1.3.2 Comparação da importância atribuída aos fatores por diferentes estratos da amostra

#### a) Com relação à faixa etária

As diferenças de opinião entre as faixas etárias foram avaliadas por intermédio do teste de *Kruskal Wallis*. Quando os valores de  $p$  (probabilidade) obtidos por este teste são inferiores a 0,05, constata-se a existência de diferenças estatisticamente significativas de opinião entre as faixas etárias. Para apenas 4 dos 19 fatores analisados (conservação do pavimento, iluminação, comprimento da viagem, e segurança) essa diferença foi constatada ( $p < 0,05$ ).

Com relação ao que foi encontrado na revisão bibliográfica, Pitolin (2016) também constatou diferenças de opiniões entre ciclistas de faixas etárias diferentes, mas apenas o fator relativo ao comprimento da viagem (caminho mais curto) coincidiu com os resultados desta análise. Cabe ressalva que a mencionada autora utilizou um teste paramétrico (análise de variância - ANOVA) para testar hipóteses sobre a igualdade da média de duas ou mais populações.

Ademais, Bernhoft e Carstensen (2008) conjecturaram que a preferência dos ciclistas mais jovens por superfícies lisas deveu-se ao maior apreço pelo ganho de velocidade, visto que uma superfície irregular é um impedimento para adquirir maiores velocidades (preferenciais entre jovens).

Ressalta-se que, embora seja possível apontar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos etários em relação à conservação do pavimento, os resultados da análise não permitem corroborar os apontamentos de Bernhoft e Carstensen (2008). Tornando-se inviável afirmar quais seriam as diferenças de opinião entre os grupos etários, apenas indicar a existência de diferenças nas opiniões dos grupos de ciclistas mais jovens e mais velhos em relação à importância do fator conservação do pavimento.

#### b) Com relação ao tempo de uso da bicicleta

Nesta pesquisa, o tempo de uso da bicicleta foi utilizado como variável *proxy* para o nível de experiência como ciclista. Por meio do teste de *Kruskal Wallis*, verificou-se que 5 dos

19 fatores analisados apresentaram diferenças estatisticamente significativa de opinião em função do tempo de uso da bicicleta ( $p < 0,05$ ): conservação do pavimento, iluminação, arborização, duração da viagem, e segurança.

Pitilín (2016) também constatou diferenças de opiniões entre ciclistas com diferentes níveis de experiência (tempo de uso da bicicleta), sendo que apenas os fatores arborização e segurança coincidiram com os resultados encontrados na presente análise. Novamente, cabe ressaltar que a mencionada autora utilizou um teste paramétrico (análise de variância - ANOVA) para testar hipóteses sobre a igualdade da média de duas ou mais populações.

Adicionalmente, durante revisão bibliográfica foi possível identificar algumas características específicas dos dois grupos de ciclistas (experientes e inexperientes). Stinson e Bhat (2004) discerniram que a regularidade do pavimento possui um menor efeito sobre a escolha da rota entre indivíduos inexperientes; enquanto que ciclistas experientes possuem maior sensibilidade ao tempo de viagem.

Tais fatores (conservação do pavimento e caminho mais rápido), neste estudo, também apresentaram divergências entre os grupos. No entanto, reitera-se novamente que, embora seja possível apontar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação à conservação do pavimento e ao tempo de viagem, os resultados da análise não permitem corroborar os apontamentos de Stinson e Bhat (2004). Sendo inviável, portanto, afirmar quais seriam estas diferenças de opinião entre os grupos, apenas indicar a existência de diferenças nas opiniões dos grupos de ciclistas mais experientes e menos experientes em relação à importância destes fatores.

Por fim, salienta-se que, em ambas as classificações de perfis (faixa etária e tempo de uso da bicicleta), o fator “poucos veículos”, referente ao volume do tráfego, obteve um  $p$  (probabilidade) de 0,06, bem próximo, mas, ainda assim, superior ao limiar para afirmação de existência de diferenças entre os grupos ( $p < 0,05$ ).

## 1.4 Conclusões

O reconhecimento dos fatores que influenciam na escolha das rotas, com base na opinião dos usuários da bicicleta, possibilita determinar os aspectos prioritários a serem considerados no planejamento de uma rede cicloviária. Neste estudo buscou-se evidenciar justamente os principais fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas, descrevendo e analisando a importância dos atributos mais relevantes.

Por intermédio de questionários respondidos por 32 ciclistas em viagens utilitárias, estabeleceu-se um perfil dos respondentes da amostra, composta predominantemente de homens com até 35 anos, que utilizam a bicicleta há mais de seis meses, durante quatro dias ou mais por semana.

Tornou-se claro, também, que a prioridade destes usuários é chegar o mais rapidamente possível a seus destinos, por caminhos iluminados e seguros, além de pedalar o minimamente necessário, de preferência por vias com pavimento em bom estado de conservação.

Estes resultados direcionam o planejamento cicloviário para a proposição de redes cicloviárias diretas, minimizando desvios de conexão entre origens e destinos (PGVs), além do oferecimento de infraestruturas básicas, como iluminação adequada e pavimento bem conservado. Estas especificações mínimas dificilmente podem ser encontradas nas cidades brasileiras, que quando contam com tais características, restringem-nas às infraestruturas cicloviárias destinadas ao lazer.

Ressalta-se a importância da replicação de pesquisas de opinião deste tipo, entre ciclistas regulares e potenciais, e em cidades de diferentes portes e países, sendo legitimada pela investigação da relevância de fatores amplamente abordados, além da possibilidade de inclusão de novos atributos apontados pelos próprios usuários. Tal estratégia de incluir outros fatores provou-se profícua neste estudo, pois permitiu a inclusão e avaliação de aspectos que se mostraram relevantes para os ciclistas da amostra na escolha de seus caminhos, tais como: poluição do ar e desnível nos bordos das vias (meio-fio).

Quanto às limitações do estudo, aponta-se para o reduzido número de participantes mulheres, o que impossibilitou as análises estatísticas inferenciais para verificação de eventuais diferenças na importância dos fatores entre ciclistas dos gêneros masculino e feminino.

Dentre os aspectos que poderiam ser aprimorados no questionário, tem-se o fator relacionado à quantidade de veículos, ao qual não foi atribuído um valor objetivo, tornando abstrata e subjetiva a avaliação do fator “poucos veículos”, além da qualidade do pavimento, em que a formulação da questão (pavimento em *bom* estado de conservação) pode ter induzido o respondente, direcionando as respostas e interferindo nos resultados.

Importante frisar que a não incorporação do fator ‘segurança viária’ se justificou por sua presença, de modo implícito, nos itens relacionados à quantidade de veículos (‘poucos veículos’), composição e velocidade do tráfego (‘tráfego de ônibus e caminhões’ e ‘ruas com velocidade permitida de até 40 km/h’, respectivamente), possibilitando aferir sua importância de modo indireto.

Cabe ressalva de que o reduzido tamanho amostral decorreu da dificuldade em encontrar ciclistas voluntários para participar da coleta de dados, e se repetiu em diversos estudos similares e contextos diferentes. Algo possivelmente atribuído à natureza da pesquisa, com comprometimento dos voluntários ao solicitar a gravação de suas rotas pelo período de uma semana. Ademais, trata-se de uma população rara no contexto da cidade estudada, visto que o percentual de 2,67% das viagens realizadas por bicicleta, além de ser reduzido, inclui também viagens por lazer, sendo provavelmente menor a porcentagem de viagens utilitárias por bicicleta.

Por fim, as observações deste estudo não refletem, necessariamente, as preferências de ciclistas potencias ou ocasionais. No entanto, a opinião dos ciclistas experientes pode contribuir para o planejamento de redes cicloviárias atrativas, que encorajem a utilização da bicicleta em viagens utilitárias, e atraiam pessoas que ainda não fazem uso da bicicleta como meio de transporte.

## CAPÍTULO 2

---

# DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE VIAGEM DOS CICLISTAS COM UTILIZAÇÃO DE GPS

### 2.1 Introdução

Dentre as geotecnologias existentes para o processamento de dados espaciais, destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que possibilitam, por meio de *softwares* específicos, visualizar, manipular e analisar dados espaciais (LEITE, 2012), possuindo, como vantagem, a representação automatizada de dados georreferenciados (MOURA, 2003), por intermédio da confecção de mapas.

Como forma de coleta de dados para leitura e análise em SIG, têm-se o levantamento de campo com Sistemas de Posicionamento Global (GPS) - aparelhos receptores que captam e decodificam sinais emitidos por satélites, fornecendo a localização exata do portador por meio da triangulação e do cálculo da posição do usuário (VOLPATO et al., 2008; LEITE, 2012), bem como informações sobre o tempo preciso e a velocidade de um ponto na superfície terrestre (MENZORI, 2017).

Estudos na área de transportes que utilizam GPS para a coleta de dados têm se tornado gradualmente mais comuns, especialmente nos últimos anos, com a queda no custo dos aparelhos. Algo relevante na busca por dados sobre viagens individuais, visto que as informações registradas pelo dispositivo mostram, de forma precisa, a rota percorrida (GONG et al., 2012).

Entretanto, é importante destacar que o uso exclusivo desta ferramenta tecnológica como suporte ao planejamento e à organização do espaço geográfico é prejudicado pela existência de inerentes erros de precisão no posicionamento do GPS, atrelados às obstruções durante captação do sinal de satélite (VOLPATO et al., 2008).

O objetivo deste capítulo é caracterizar o comportamento de viagem de uma amostra de ciclistas, localizados em uma cidade brasileira de porte médio (São José dos Campos - SP), além de identificar se estes ciclistas em viagens utilitárias optam pela rota com o menor comprimento entre suas origens e destinos, caso contrário, quanto seus percursos reais distanciam-se dos menores trajetos possíveis.

Para tanto, realizou-se uma análise espacial (por meio de um *software* de SIG) das rotas percorridas pelos ciclistas (com coleta de dados por meio de aparelhos GPS), e dos menores caminhos possíveis entre as origens e os destinos dos indivíduos, gerados a partir de um complemento do *software* QGIS.

## **2.2 Obtenção dos dados – Comportamento de viagem dos ciclistas**

A coleta de dados ocorreu com o uso de aparelhos GPS, em que foram obtidos dados sobre o comportamento real de viagem de ciclistas voluntários. A utilização dos aparelhos GPS, juntamente a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitou a obtenção de dados precisos e acurados (georreferenciados).

### **2.2.1 Coleta de dados com GPS**

Para o registro dos trajetos percorridos, os ciclistas foram abordados em Polos Geradores de Viagens – PGVs, e utilizaram dispositivos GPS modelo *Garmin Edge 200* acoplados às bicicletas (Figura 1) durante uma semana. Este período foi considerado suficiente para que os ciclistas registrassem suas rotinas de deslocamento, apesar de não ter sido composto, necessariamente, por sete dias consecutivos, devido à utilização de outras formas de transporte em dias chuvosos, por exemplo.

**Figura 1** – Registros fotográficos do aparelho GPS acoplado à bicicleta



Fonte: Acervo pessoal

A coleta de dados ocorreu entre os meses de julho a dezembro de 2016. Por meio dos dispositivos GPS foram coletados os seguintes dados sobre as rotas percorridas: (a) origem e destino, (b) duração da viagem, (c) comprimento da viagem (d) velocidade média de percurso, (e) distribuição horária das viagens.

O treinamento sobre o uso do equipamento ocorreu durante a entrega do aparelho para os participantes, com a disponibilização de um passo a passo detalhado (Apêndice D) sobre o funcionamento e a forma de utilização do dispositivo.

Os voluntários da pesquisa também foram orientados a relatar quaisquer tipos de problemas e dificuldades que pudessem ter durante a utilização dos aparelhos GPS, assim como observações ou ocorrências que considerassem relevantes para a descrição de suas viagens.

### 2.2.2 Extração e processamento dos dados

Após a coleta de dados com os GPS, os equipamentos foram recolhidos e houve a transferência das informações para um computador. Em seguida, foi feito o carregamento dos dados para a página da *Garmin Connect* (Figura 2), que permite a visualização da trajetória do usuário sobre um banco de mapas georreferenciados, além do armazenamento, da análise e do compartilhamento *online* das informações registradas nos aparelhos.

**Figura 2** – Exemplo de rota inserida na página da *Garmin Connect*



**Fonte:** Captura de tela

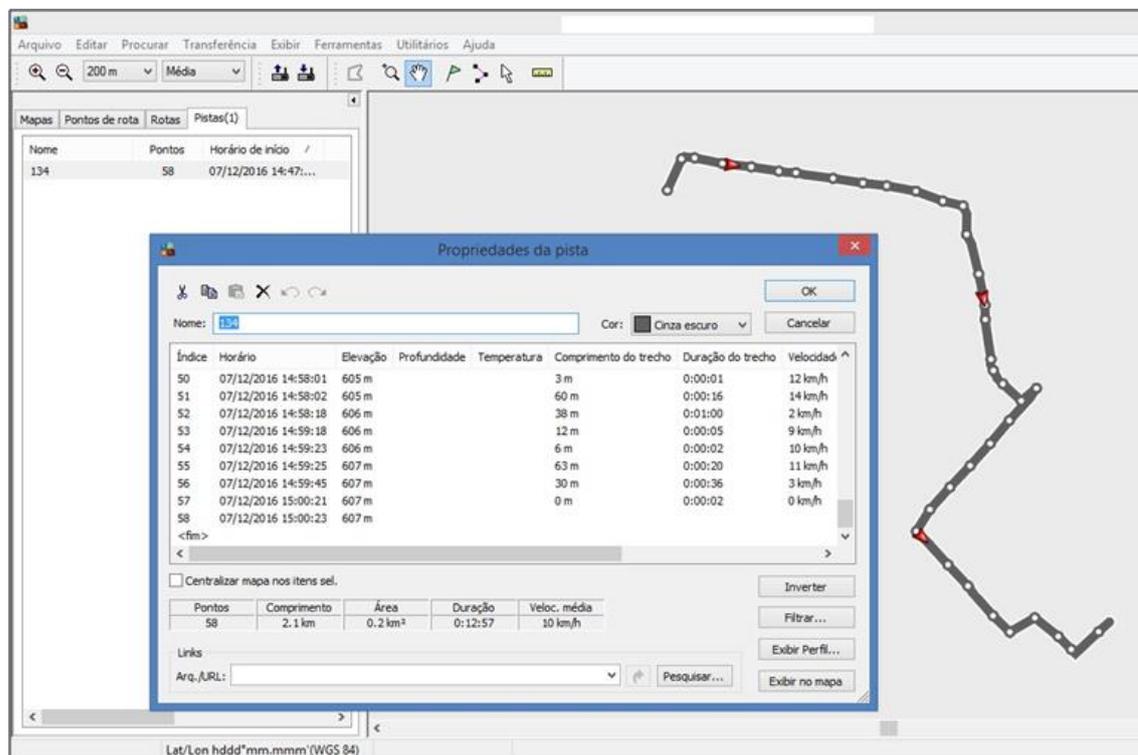
Posteriormente, os dados transferidos para o computador e enviados para a página *online* da *Garmin Connect* foram convertidos para os formatos KML (*Keyhole Markup Language*) e GPX (*GPS Exchange Format*). A extensão KML é usada para exibição de dados geográficos em programas como o *Google Earth*, e a extensão GPX é aberta, sendo legível pelo programa *MapSource* (aplicativo gratuito disponibilizado pela *Garmin* que permite o acesso e a edição das rotas pelo computador).

Importante enfatizar que o formato GPX, utilizado para exportação de dados GPS, representa as informações no sistema de coordenadas geográficas (latitude/longitude) *Datum* WGS/84 - que considera a curvatura da Terra. Todavia, para planificar a superfície de um elipsoide, isto é, para representar uma superfície curva de forma plana, foi necessário a transformação destas coordenadas geográficas para a projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*), sistema de coordenadas planas - baseado no plano cartesiano (eixo x, y) e que utiliza o metro (m) como unidade para medição das distâncias e determinação da posição de um objeto (SILVA et. al. 2013).

Com o *MapSource* pôde-se verificar, simultaneamente, os trechos percorridos e as informações referentes a cada ponto geográfico captado pelo GPS (Figura 3). As informações coletadas consistiram em: data e horário de registro dos dados, elevação em metros,

comprimento e velocidade do trecho, duração entre o registro de um ponto e o registro do ponto seguinte, azimute/percurso do trecho (indicando a direção do movimento, em graus com relação ao norte verdadeiro), e posição geográfica de cada ponto.

**Figura 3 – Uso do MapSource**



**Fonte:** Captura de tela

Correções foram feitas a partir da análise ponto-a-ponto, e consistiram na eliminação de rotas com velocidades, elevações e localizações incoerentes (sem o desligamento do aparelho no intervalo entre as viagens de ida e de volta, por exemplo), ou trajetos que não se conectavam a nenhum dos PGVs (determinado com o auxílio de imagens de satélite), além de deslocamentos excessivamente demorados para trechos curtos, em que a velocidade média era inferior a 3 km/h (indicando que o ciclista estava caminhando ao invés de pedalar), além de rotas indiretas, com diversas paradas e excessivas voltas até chegar ao destino (possivelmente em decorrência do não desligamento do aparelho).

### 2.2.3 Base de dados da cidade de São José dos Campos - SP

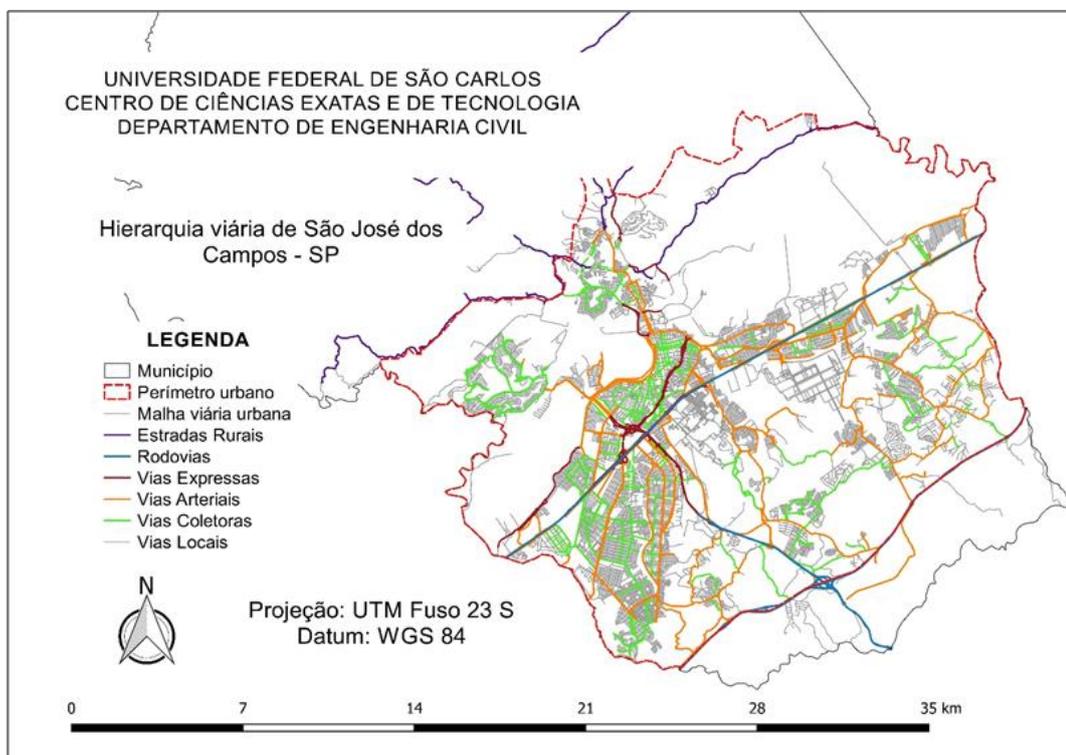
As rotas captadas pelos dispositivos GPS foram inseridas, no formato KML, em um banco de dados georreferenciado, com a hierarquia da malha viária e o sistema ciclovitário da

cidade de São José dos Campos - SP (Figuras 4 e 5), por intermédio do *software* livre QGIS (versão 2.18 - *Las Palmas*).

O *QGIS* é um *software* que compatibiliza formatos vetoriais (representação por vetores – pontos, linhas e polígonos) e matriciais (representação por células – *pixels*), sendo gratuito e facilmente encontrado para *download* (<http://www.qgis.org>). Assim, a opção por este *software* deve-se à sua disponibilidade em múltiplas plataformas (pacote de instalação para os sistemas operacionais *Windows*, *Mac* e *Linux*), além da interface intuitiva e amigável ao usuário.

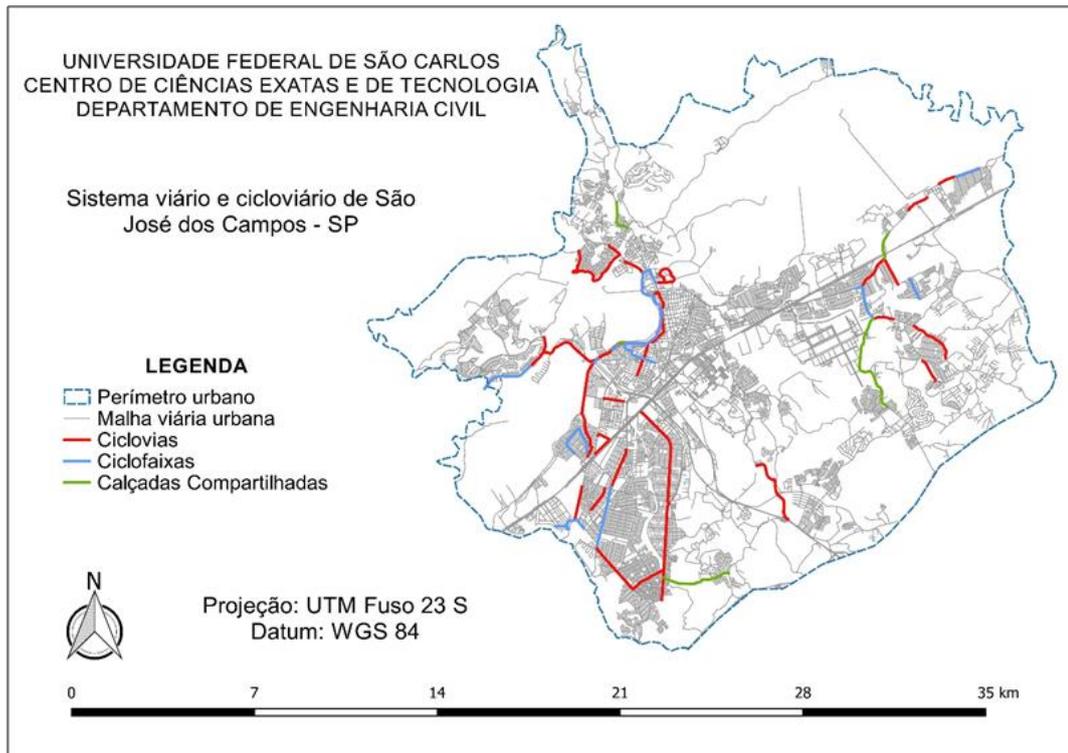
O sistema viário de São José dos Campos - SP foi adquirido por meio de informações (em formato de *shapefiles*) extraídas do banco de dados do conjunto de serviços *Strava Metro* (pertencente ao aplicativo *STRAVA*, espécie de rede social para praticantes de atividades físicas). Os dados extraídos, compatíveis com Sistemas de Informações Geográficas – SIG, são provenientes do *upload*, via *smartphones*, *tablets* ou dispositivos GPS, dos percursos dos usuários que utilizam o aplicativo. Os dados obtidos são de 2015, e referem-se a todo o Estado de São Paulo, tendo sido separadas apenas as informações da mencionada cidade.

**Figura 4** – Hierarquia da malha viária de São José dos Campos – SP



**Fonte:** Elaboração própria

**Figura 5** – Sistema viário e cicloviário de São José dos Campos - SP



**Fonte:** Elaboração própria

À base de dados com o sistema viário da cidade de São José dos Campos - SP incorporou-se a localização georreferenciada dos Polos Geradores de Viagens – PGVs identificados. Posteriormente, por meio de mapas temáticos digitalizados, foi feita a vetorização: a) das regiões geográficas - Mapa 2 do Plano Diretor de 2006 (PMSJC, 2006); b) da hierarquia viária - Anexo III do Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Campos - SP (PMSJC, 2016b); e c) da localização das infraestruturas cicloviárias existentes, conforme consta no Relatório da Mobilidade Urbana - Diagnóstico e Prognóstico (PMSJC, 2015b).

A inserção das rotas no QGIS (em formato KML) se deu pela adição das camadas vetoriais “*tracks*”, referentes ao formato de linhas contínuas, algo necessário para visualização dos trajetos no mencionado *software*, e que possibilitou a análise espacial das mesmas.

Para determinação do menor caminho entre as origens e os destinos identificados, optou-se pelo complemento “Menor Distância” do QGIS, que delimitou o caminho mais curto ao longo da camada de feições do tipo linha do sistema viário (obtida pelo STRAVA). E, com o auxílio do complemento *Online RoutingMapper*, foram gerados os caminhos mínimos entre origens e destino respeitando-se o sentido do tráfego nas vias, com suporte da Interface de

Programação de Aplicativos do *Google - Google Direction API*, uma base de mapas viários constantemente atualizada.

## 2.3 Resultados obtidos

Em 13 Polos Geradores de Viagens – PGVs de São José dos Campos - SP, situados nas regiões geográficas Sul, Oeste e Centro da cidade, foram encontrados 32 ciclistas que se dispuseram a participar da pesquisa. As regiões geográficas em que os PGVs se inserem possuem expressivas discrepâncias de renda, contingente populacional, área e densidade demográfica (Tabela 1).

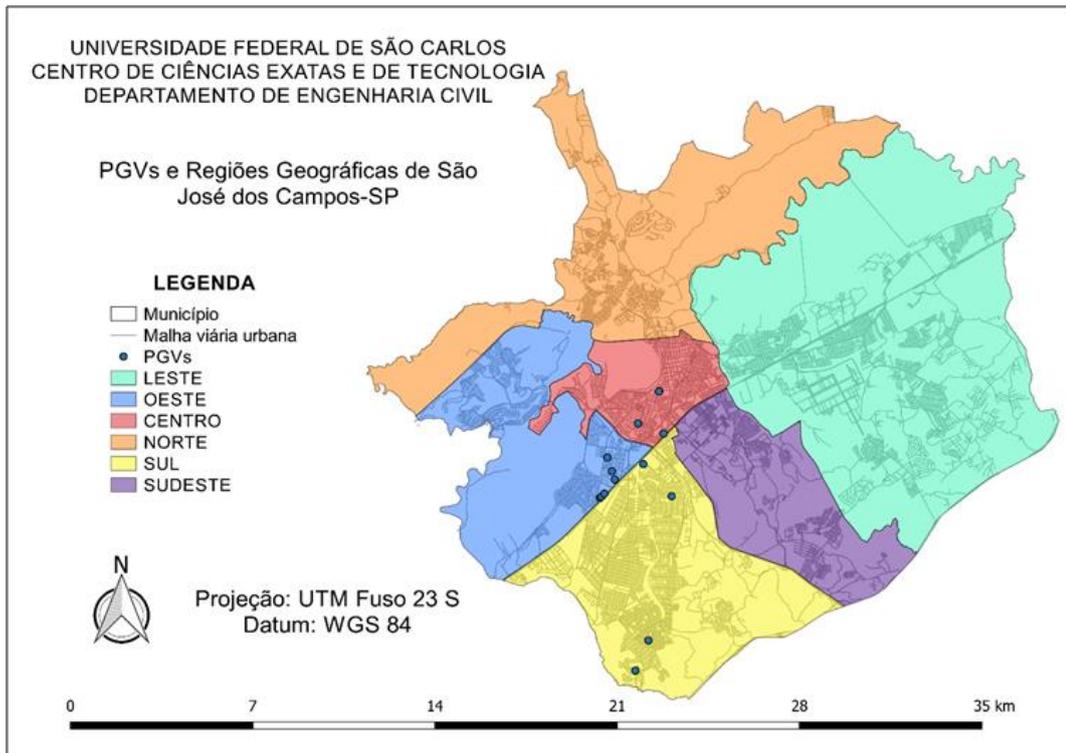
**Tabela 1** – Caracterização das regiões geográficas dos PGVs

CARACTERÍSTICAS	REGIÕES GEOGRÁFICAS		
	Oeste	Centro	Sul
População (%)	6,53	11,45	37,07
Área (%)	4,01	1,7	5,14
Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )	935,31	3.860,55	4.132,65
Renda média (R\$)	8.938,13	6.216,87	3.266,68

Fonte: IPPLAN (2014)

Os ciclistas participantes registraram 128 percursos, tanto de ida para o trabalho (sentido domicílio-PGV), quanto de volta para casa (PGV-domicílio). Os 13 PGVs em que estes ciclistas foram abordados estão espacialmente localizados na Figura 6.

**Figura 6** – PGVs e regiões geográficas de São José dos Campos-SP



**Fonte:** Elaboração própria

Após a exclusão de trajetos incoerentes, obteve-se um total de 115 percursos, caracterizados conforme Tabela 2.

**Tabela 2** – Características gerais das viagens

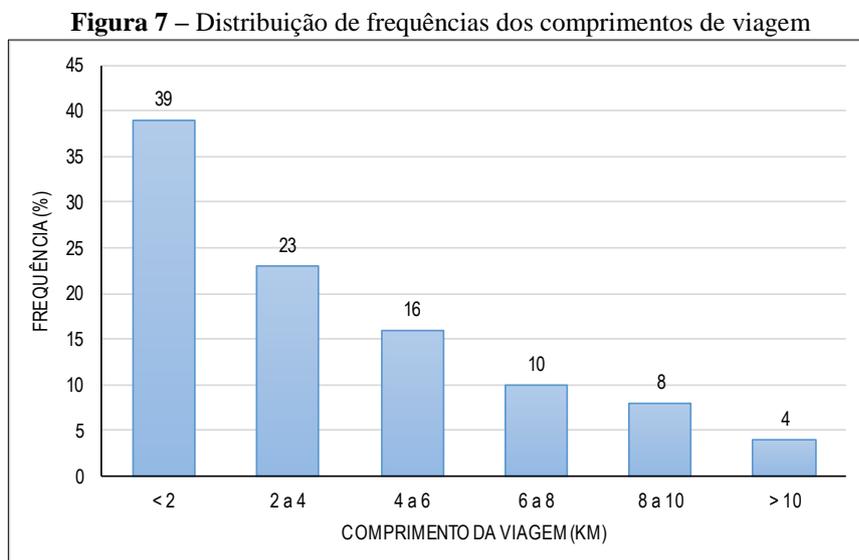
	COMPRIMENTO (km)	VELOCIDADE (km/h)	DURAÇÃO (min)
Mínimo	0,9	4,8	4
Média	3,8 (3)	14,2 (3,9)	15 (9)
Máximo	10,3	27	39

**Obs.:** Entre parênteses consta o desvio padrão.

**Fonte:** Elaboração própria

### 2.3.1 Comportamento de viagem dos ciclistas

Na Figura 7 consta a distribuição de frequências dos comprimentos de viagem.



**Fonte:** Elaboração própria

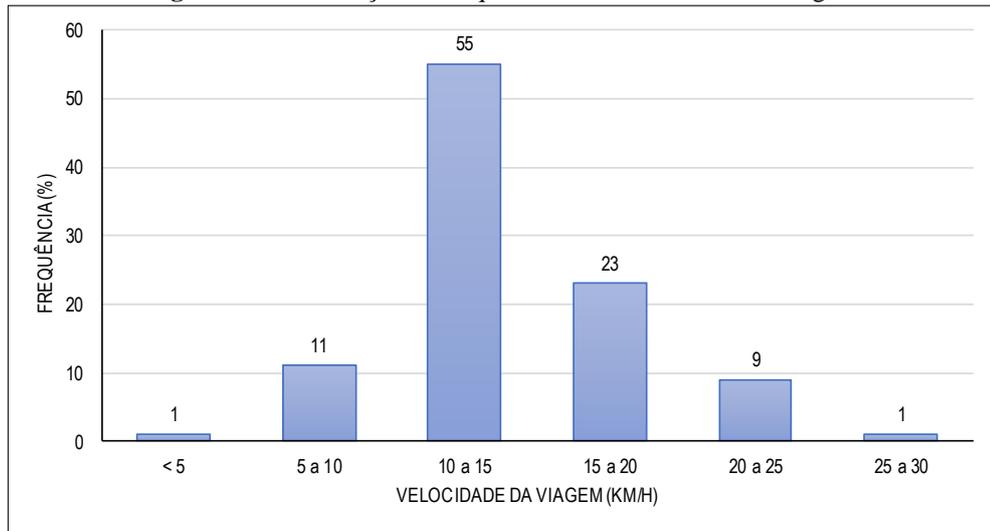
O comprimento médio de 3,8 quilômetros está dentro do “raio ideal” de viagens ciclísticas urbanas (7,5 km), apontado na literatura científica como aceitável para viagens utilitárias de bicicleta (BRASIL, 2007), assim como a maioria das viagens registradas (78%), que tiveram comprimento de até 6 quilômetros (Figura 7).

Segadilha e Sanches (2014d), que também utilizaram aparelhos GPS para o registro das rotas percorridas por ciclistas em viagens utilitárias, identificaram que a maioria das viagens gravadas (90%) tiveram comprimento igualmente inferior a 5 quilômetros.

A velocidade média dos ciclistas desta pesquisa, 14,2 km/h, e grande parte das viagens (67%) a velocidades de até 15 km/h (Figura 8) também está dentro dos parâmetros encontrados na literatura (GEIPOT, 2001; BRASIL, 2007).

A velocidade média registrada na pesquisa de Segadilha e Sanches (2014d) foi de 17,6 km/h, sendo que em 70% das viagens a velocidade não excedeu 20 km/h.

**Figura 8** – Distribuição de frequências das velocidades de viagem

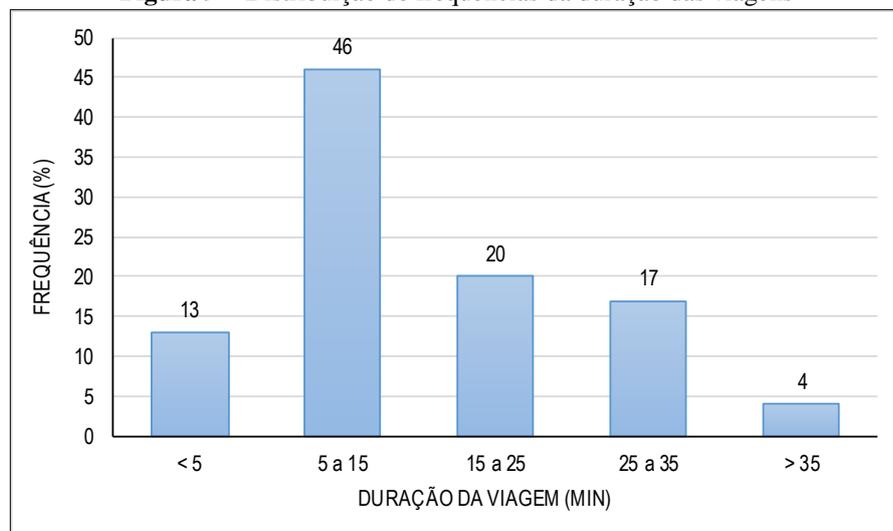


**Fonte:** Elaboração própria

A duração média das viagens da amostra de ciclistas (15 min) também ficou dentro dos parâmetros encontrados durante consulta à literatura científica - 30 minutos para viagens de até 7,5 km a uma velocidade média de 15 km/h (BRASIL, 2007), e 16 minutos para viagens por transporte não motorizado como um todo, segundo a ANTP (2016). Ademais, constatou-se uma predominância (59%) de viagens com até 15 minutos de duração (Figura 9).

Em grande parte (87,2%) das viagens registradas na pesquisa de Segadilha e Sanches (2014d), a duração foi inferior a 20 minutos, sendo que o tempo médio das viagens foi de 11 minutos.

**Figura 9** – Distribuição de frequências da duração das viagens



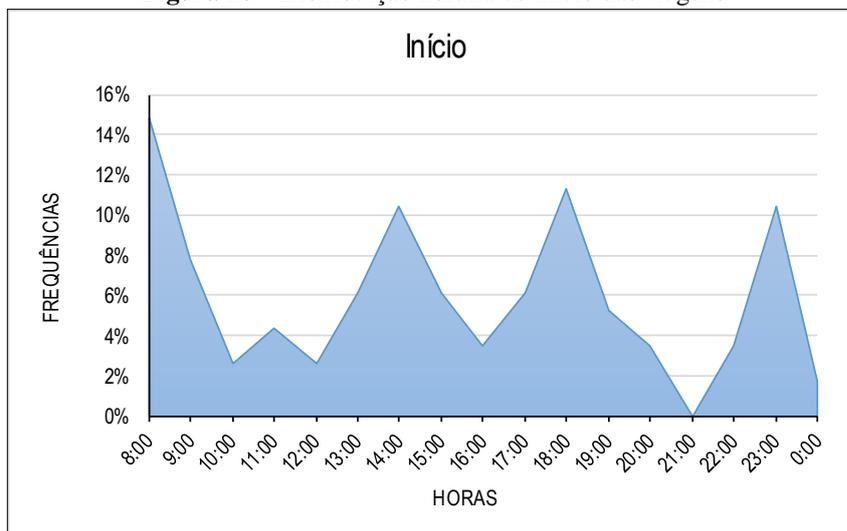
**Fonte:** Elaboração própria

Na figura 10 é mostrada a distribuição dos horários de início das viagens, e na Figura 11 apresenta-se a distribuição horária de término das viagens. São perceptíveis 4 picos com maior quantidade de registros de início de viagens: às 8, 14, 18 e 23hs.

Estes picos horários são esperados, pois tratam-se de viagens utilitárias (da escola/trabalho para casa e vice-versa), referindo-se aos períodos de entrada, almoço, e saída da escola/trabalho. Ademais, a ocorrência de viagens às 23hs deve-se ao horário de saída de alunos e professores de duas escolas estaduais (E.E. Jardim República e E.E. Moabe Cury), ambas com cursos noturnos (EJA - Educação de Jovens e Adultos), consistindo no registro da volta para casa destes indivíduos.

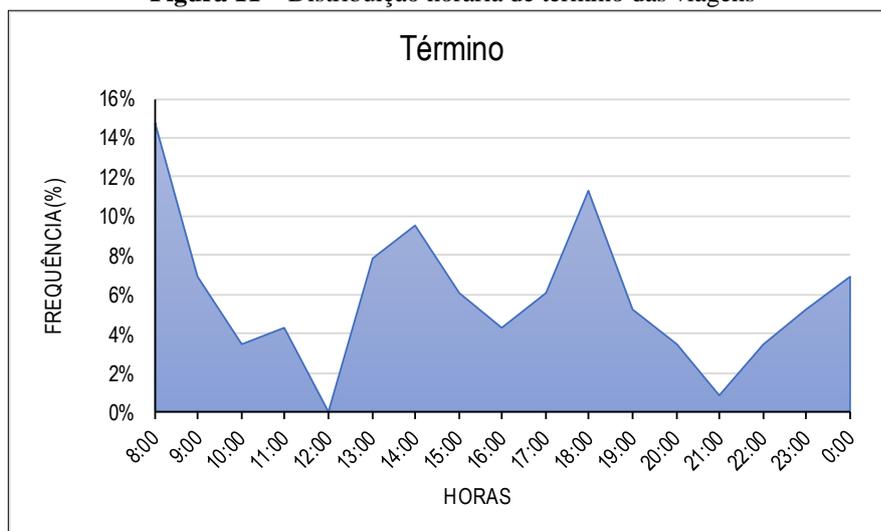
Quantos aos registros de término das viagens, 4 picos horários também se destacam: às 8, 14, 18 e 00hs. Novamente, tais resultados são esperados pelo caráter utilitário das viagens, de modo que, como nenhuma das viagens ultrapassou uma hora de duração, é esperado que os picos de início e término das viagens coincidam. O pico da meia-noite refere-se aos horários de término das viagens de alunos e professores das referidas escolas estaduais (referente ao intervalo entre 23 e 00hs).

**Figura 10** – Distribuição horária de início das viagens



**Fonte:** Elaboração própria

**Figura 11** – Distribuição horária de término das viagens



Fonte: Elaboração própria

A partir da comparação entre as características das viagens dos ciclistas participantes deste estudo, com as informações do banco de dados da pesquisa Origem-Destino (O/D) realizada em 2011 na cidade de São José dos Campos - SP (ver Apêndice E), verifica-se que:

- a) A duração média das viagens na pesquisa O/D foi maior do que neste estudo (22 e 15 minutos, respectivamente), assim como a viagem mais longa registrada (2 horas e 20 minutos na pesquisa O/D, e 39 minutos nesta pesquisa). Tais diferenças podem ser atribuídas ao propósito das viagens na pesquisa O/D, visto que parte dos entrevistados realizou viagens utilitárias, mas alguns registros tratavam-se de viagens por lazer, que foram enquadrados na categoria “outros” (Apêndice E).
- b) Quanto à duração das viagens, na pesquisa O/D a maioria destas teve duração entre 10 e 30 minutos, sendo que nesta pesquisa houve uma predominância de viagens com até 15 minutos de duração.
- c) Em ambas as pesquisas são registradas maiores concentrações de viagens no início da manhã e final da tarde (7 e 17hs na pesquisa O/D, 8 e 18hs nesta pesquisa). E, embora constem picos no início da tarde em ambos os estudos, na pesquisa O/D isto ocorre às 12hs, e nesta pesquisa às 14hs.

Como no banco de dados da pesquisa O/D não consta o comprimento ou a velocidade média das viagens por bicicleta, por tratar-se de uma coleta de dados do tipo censo domiciliar, sem o registro das rotas, não houve a comparação entre tais características.

### 2.3.2 Hierarquia viária e infraestrutura cicloviária

A infraestrutura cicloviária existente na cidade de São José dos Campos – SP representa apenas 2,9% da extensão total do sistema viário, e 3,6% da malha viária urbana, sendo composta, preponderantemente, por ciclovias, seguido por ciclofaixas e calçadas compartilhadas (Tabela 3).

**Tabela 3** – Infraestrutura cicloviária de São José dos Campos - SP

<b>TIPOLOGIAS</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>%</b>
Ciclovias	54,3	65,1%
Ciclofaixas	20,0	23,9%
Calçadas Compartilhadas	9,2	11,0%
<b>TOTAL</b>	<b>83,4</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaboração própria

Assim sendo, era de se esperar que grande parte dos percursos dos ciclistas ocorresse em vias compartilhadas, seguido por ciclovias e ciclofaixas (Tabela 4), situação que também se refletiu nos menores caminhos identificados (considerando o respeito à sinalização de direcionamento do fluxo de tráfego), conforme Tabela 5.

**Tabela 4** – Infraestrutura cicloviária das rotas percorridas pelos ciclistas

<b>TIPOLOGIAS</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>%</b>
Ciclovias	73,1	16,9%
Ciclofaixas	18,6	4,3%
Calçadas Compartilhadas	0,0	0,0%
Vias Compartilhadas	<b>340,9</b>	<b>78,8%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>432,7</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaboração própria

**Tabela 5** – Infraestrutura cicloviária dos menores caminhos entre origens e destinos

<b>TIPOLOGIAS</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>%</b>
Ciclovias	63,9	18,1%
Ciclofaixas	0,4	0,1%
Calçadas Compartilhadas	0,0	0,0%
Vias Compartilhadas	<b>289,3</b>	<b>81,9%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>353,6</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaboração própria

Como em diversas cidades brasileiras, o padrão viário da referida cidade é ortogonal e essencialmente regular (do tipo grelhas reticuladas), com quarteirões de dimensões reduzidas, cruzamentos a cada 100 ou 150 metros em média, e predominância de vias locais (GEIPOT, 2001). De tal forma que há uma predominância de ruas locais na malha viária da referida cidade (Tabela 6).

**Tabela 6** – Hierarquia da malha viária urbana de São José dos Campos - SP

<b>CLASSES FUNCIONAIS</b>	<b>COMPRIMENTO TOTAL (km)</b>	<b>%</b>
Locais	1.549,72	67,7%
Coletoras	285,36	12,5%
Arteriais	367,05	16,0%
Expressas	87,26	3,8%
<b>TOTAL</b>	<b>2.289,39</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaboração própria

Apesar da grande oferta de vias locais no sistema viário urbano da referida cidade, os ciclistas desta pesquisa percorreram maiores extensões por vias arteriais, seguido por vias coletoras e locais, com uma menor quantidade de viagens em vias expressas (Tabela 7).

Situação que pode ser explicada pelas características físicas do sistema viário, visto que o tecido urbano ortogonal “tende a maximizar a quantidade de rotas possíveis a serem percorridas entre qualquer par de origem-destino [...]” (BARROS et al., 2013, p. 20), devido à existência de diversos caminhos (alta conectividade e integração viária) com, essencialmente, as mesmas distâncias. No entanto, justamente por esta tipologia apresentar grande quantidade de conexões, existe uma ampla gama de paradas no trajeto (ao contrário das vias com classes funcionais superiores, por exemplo, mais fluídas nesse sentido devido à preferência de passagem).

**Tabela 7** – Hierarquia viária das rotas percorridas pelos ciclistas

<b>CLASSES FUNCIONAIS</b>	<b>COMPRIMENTO TOTAL (km)</b>	<b>%</b>
Locais	124,2	28,7%
Coletoras	140,6	32,5%
Arteriais	<b>148,0</b>	<b>34,2%</b>
Expressas	19,90	4,6%
<b>TOTAL</b>	<b>432,7</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaboração própria

A reduzida quilometragem de vias expressas na malha viária da cidade (3,8%) ajuda a explicar a baixa incidência destas dentre as vias percorridas, juntamente com suas características intrínsecas (tráfego intenso e velocidades superiores a 60 km/h).

As vias arteriais representam 16% da malha viária de São José dos Campos-SP, sendo a classe funcional com maior quilometragem percorrida pelos ciclistas da amostra (34,2%), e com maior incidência dentre os trajetos dos caminhos mínimos (34,4%), conforme Tabela 8.

**Tabela 8** – Hierarquia viária dos menores caminhos entre origens e destinos

<b>CLASSES FUNCIONAIS</b>	<b>COMPRIMENTO TOTAL (km)</b>	<b>%</b>
Locais	62,5	17,7%
Coletoras	85,1	24,1%
Arteriais	<b>121,5</b>	<b>34,4%</b>
Expressas	84,1	23,8%
<b>TOTAL</b>	353,2	100%

**Fonte:** Elaboração própria

A expressiva quilometragem de vias expressas dentre os menores caminhos (23,8%) pode ser atribuída ao fato de serem mais diretas do que as vias locais, por exemplo, tipologia menos indicada pelo complemento dos menores caminhos (17,7%).

Os resultados descritos neste capítulo fazem parte de um estudo mais amplo, com a utilização conjunta de questionários para atribuição do grau de importância de diversos atributos influentes na escolha de rota dos ciclistas. Convém destacar, portanto, que por intermédio de questionários respondidos por ciclistas em viagens utilitárias, evidenciou-se que a prioridade destes usuários é chegar o mais rapidamente possível a seus destinos (o atributo “caminho mais rápido” apareceu como um dos mais importantes, com o atributo “caminho mais curto” aparecendo apenas na quarta colocação).

Portanto, como a extensão de vias locais percorridas pelos ciclistas da pesquisa não foi proporcional à representatividade desta classe funcional na malha viária de São José dos Campos – SP, é possível inferir que os ciclistas optaram por vias que, apesar de possuírem tráfego mais intenso, são mais diretas e rápidas do que as vias locais, por exemplo, que apresentam maior incidência de discontinuidades no trajeto (necessidade de parada nos cruzamentos). Cabe destacar que o complemento utilizado para identificação dos menores caminhos também direcionou os trajetos, predominantemente, para vias arteriais (por serem mais diretas e encurtarem distâncias).

Algo em conformidade com os resultados de Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997). Estes autores observaram que 46% das rotas ciclísticas pesquisadas passavam por vias arteriais, 35% por vias locais, e 14% por vias coletoras, algo que pode ser atribuído, segundo os autores, ao fato de as vias arteriais serem mais diretas.

Complementarmente, é comum que, no Brasil, os “administradores municipais, ao implantarem um novo espaço ciclável interrompam a via antes do cruzamento. E normalmente retomam a diretriz da ciclovia logo após o cruzamento” (BRASIL, 2007, p. 123). O que ocasiona na falta de proteção dos ciclistas nos cruzamentos e, possivelmente, no desestímulo a que estes usuários percorram trajetos com tais discontinuidades.

### 2.3.3 Distância adicional percorrida

A verificação da extensão das rotas percorridas permitiu identificar se os ciclistas escolheram o menor caminho, ou optaram por trajetos com comprimentos adicionais. Dois percursos obtiveram distâncias reais iguais às distâncias simuladas e, apenas sete obtiveram distâncias reais maiores do que as distâncias simuladas. Em sua grande maioria, os trajetos percorridos obtiveram extensões inferiores às distâncias mínimas entre origens e destinos. Em média, as rotas foram 1,14 quilômetros inferiores aos caminhos mínimos simulados (desvio padrão de 1,35 km).

O fato dos trajetos percorridos serem, algumas vezes, menores que os caminhos mais curtos, deve-se à maneira como os caminhos mínimos são identificados pelo complemento anteriormente mencionado. Por exemplo, a Figura 12 mostra que o caminho mais curto, indicado pelo supracitado complemento, exige um longo desvio para o cruzamento de uma avenida, sendo que o ciclista atravessou uma passarela de pedestres para cortar caminho.

**Figura 12** – Desvio do menor caminho (rota percorrida, em preto, e menor caminho em amarelo)



**Fonte:** Captura de tela

Um outro exemplo de comportamento anormal dos ciclistas pode ser observado na Figura 13. Neste caso, pela existência de uma rotatória no percurso, o ciclista não fez o contorno desta, optando por trafegar na contramão para cortar caminho.

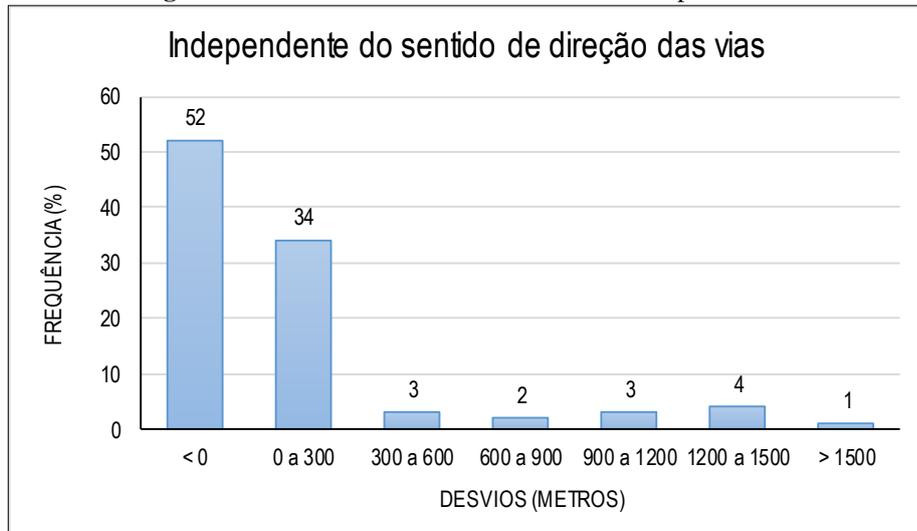
**Figura 13** – Trecho com desvio do menor caminho (rota percorrida, em preto, e menor caminho em amarelo)



**Fonte:** Captura de tela

Nas Figuras 14 e 15 ilustra-se, percentualmente, o quanto os ciclistas desviaram dos menores caminhos possíveis. Os valores mostrados na Figura 14 referem-se aos caminhos mais curtos, sem considerar as regras de direção (com os ciclistas podendo andar na contramão). Os valores da Figura 15 referem-se aos caminhos considerando regras de direção (com os ciclistas respeitando a sinalização de regulamentação do trânsito).

**Figura 14** – Percentuais das distâncias adicionais percorridas

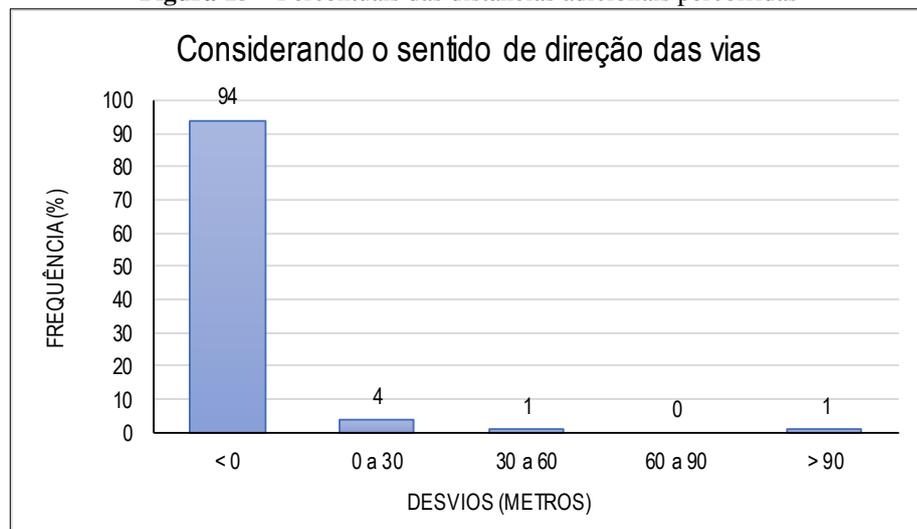


Fonte: Elaboração própria

Pode-se observar na Figura 14 que a maioria (52%) dos percursos dos ciclistas foram inferiores aos menores caminhos calculados (< 0%). Quando houveram, os desvios do menor caminho em relação à extensão das rotas foram, em sua maioria (34%), até 300 metros superiores à extensão da rota.

Analisando a Figura 15, nota-se que grande parte (94%) dos percursos dos ciclistas foram inferiores aos menores caminhos calculados (< 0%). Quando se constatou a existência de desvios do menor caminho em relação à extensão das rotas, estes foram, majoritariamente, até 30 metros superiores à extensão das rotas.

**Figura 15** – Percentuais das distâncias adicionais percorridas



Fonte: Elaboração própria

Conforme anteriormente mencionado, os percursos com comprimentos menores que as distâncias mínimas decorrem do comportamento de viagem dos ciclistas, que muitas vezes não seguem as orientações de sentido do tráfego, além de optarem por percorrer atalhos que encurtam o comprimento da rota ao não seguirem o traçado exato da malha viária.

Pode-se verificar pelos registros dos GPS que, além de frequentemente optarem por caminhos no sentido contrário ao da via, os ciclistas também transitam por passarelas de pedestres, vielas, praças, terrenos baldios e trilhas, trechos que, comumente, não compõem a malha viária destinada ao tráfego de veículos.

Entretanto, o comportamento de viagem dos ciclistas parece ser a causa preponderante. A título de comparação, desconsiderando o sentido da via, por exemplo, tem-se a constatação de que os ciclistas percorreram, em média, caminhos 100 metros mais longos do que os menores caminhos possíveis (desvio padrão de 47 metros).

Ademais, existe a possibilidade de os ciclistas estarem transitando nos passeios ao percorrerem o sentido contrário da via, algo difícil de ser comprovado por imagens de satélite, devido à existência de inerentes erros de precisão no posicionamento do GPS (VOLPATO et al., 2008) - que podem variar em até 22 metros para receptores de navegação (MENZORI, 2017) como o modelo de GPS utilizado nesta pesquisa.

Diversos outros autores, que também gravaram as rotas dos ciclistas por meio de aparelhos GPS, calcularam a distância adicional média percorrida por estes usuários.

Segadilha (2014) o fez, por exemplo, com ciclistas de uma cidade brasileira de porte médio (São Carlos - SP). Segundo a autora, a distância adicional média foi de 220 metros. Na mesma linha, Krenn, Oja e Titze (2014) relataram que a diferença média de distância foi de 227 metros (ou 7,6%). Complementarmente, Winters et al. (2010) descobriram que as rotas percorridas por ciclistas eram, em média, 360 metros mais longas do que as rotas mais curtas possíveis.

Já em uma pesquisa com questionários, aplicada ao longo de infraestruturas cicloviárias segregadas, Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007) observaram uma distância adicional de

cerca de 4,21 km entre os ciclistas consultados (o equivalente a um incremento de 67% em relação ao menor caminho), no intuito de incluir tais estruturas em seus percursos. Ressalta-se que, neste estudo, além de não terem sido utilizados aparelhos GPS para registro das rotas, o que impediu a análise do comportamento real de viagem, a opção pela realização da pesquisa em infraestruturas cicloviárias segregadas pode ter influenciado na distância adicional percorrida, visto a possibilidade de escolha de uma amostra de ciclistas que, por encontrar-se nestas infraestruturas, já opta por rotas mais longas, com estruturas dedicadas ao tráfego cicloviário.

Variados autores, como Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007), Broach, Gliebe e Dill (2009), Dill (2009), e Larsen e El-Geneidy (2011), por exemplo, constataram o desvio do menor caminho em razão da possibilidade de acesso à estas infraestruturas direcionadas aos ciclistas.

Broach, Gliebe e Dill (2009), verificaram que a diferença média da distância entre as rotas percorridas pelos ciclistas e os menores caminhos possíveis foi de cerca de 1,5 km. Esta diferença se acentuou com o aumento na distância total de viagem. Por outro lado, Casello, Rewa e Nour (2012), após eliminarem as viagens recreativas (atividade/exercício físico, lazer), demonstraram que, em 10% das viagens com comprimento superior a 2 km, a rota real era o dobro do menor caminho. Para comprimentos superiores a 5 km essa proporção ocorreu em menos de 8% das viagens, e em comprimentos de 7,5 km em menos de 6% das viagens. Por conseguinte, os autores inferiram que, conforme o comprimento de viagem aumenta, o desvio do menor caminho diminui. Algo que não foi constatado nesta pesquisa (proporcionalidade entre aumento do comprimento da viagem e redução do desvio do menor caminho).

Por outro lado, no estudo de Broach, Gliebe e Dill (2011), além de cerca de 11% das viagens utilitárias terem sido mais longas do que o menor caminho, os autores também notaram que a probabilidade de desvio é a mesma, independente do comprimento da viagem. Desta forma, um ciclista provavelmente desviaria 1,6 km de seu caminho em uma viagem de 8 km, da mesma forma em que desviaria 320 metros em uma viagem de 1,6 km.

## 2.4 Conclusões

Neste capítulo foi apresentada uma caracterização do comportamento de viagem de ciclistas de uma cidade de porte médio (São José dos Campos - SP), confrontando-se os resultados com as informações encontradas durante revisão bibliográfica. Os trajetos dos ciclistas foram comparados com os caminhos mais curtos entre origens e destinos, tendo sido computada a distância adicional percorrida.

No geral, o comportamento de viagem dos ciclistas da amostra não se distanciou do apresentado na literatura científica, com comprimento, velocidade e duração média das viagens semelhantes aos encontrados na revisão bibliográfica.

Os ciclistas participantes da pesquisa optaram por trajetos que minimizassem o comprimento/tempo da viagem, independente dos sentidos permitidos nas vias percorridas e do traçado da malha viária. Além da opção por rotas diretas, em detrimento da necessidade de percorrer vias com maiores volumes de tráfego, como as arteriais.

Embora a comparação entre os menores caminhos e as rotas reais percorridas pelos ciclistas propicie a compreensão de alguns fatores que podem interferir no comportamento de viagem dos ciclistas, visto sua recorrente indicação como relevante para a escolha da rota, existem limitações que inibem constatações definitivas. Portanto, assertivas categóricas são balizadas pelo fato de que os ciclistas podem não conhecer todas as alternativas de caminhos existentes entre suas origens e destinos, bem como as características destes trajetos, além de, muitas vezes, desconhecerem percursos mais rápidos ou diretos.

Logo, evidencia-se que os resultados apresentados direcionam o planejamento cicloviário para a instauração de redes cicloviárias integradas, o que possivelmente atrairá ciclistas em viagens utilitárias devido à conexão das rotas ciclísticas aos locais de interesse. Por conseguinte, o tráfego em vias arteriais e expressas - ideal unicamente com a provisão de infraestruturas segregadas - dificilmente cessará sem a oferta de rotas alternativas e diretas, visto a possibilidade de os ciclistas estarem compartilhando as calçadas com os pedestres.

Ademais, além da conexão entre os pontos de interesse, há que se destacar a influência do nível de serviço das rotas percorridas e dos menores caminhos entre as origens e os destinos. Pois, mesmo que os ciclistas deste estudo tenham realizado desvios que encurtaram o comprimento das rotas em função de comportamentos de viagem aquém do estipulado nas regras de trânsito vigentes no país, houveram percursos com comprimentos superiores aos menores caminhos. Tais percursos mais longos poderiam estar relacionados à qualidade das rotas escolhidas.

Assim, a oferta de uma rede cicloviária qualificada, ainda que com percursos mais longos do que os menores caminhos, pode vir a atrair novos usuários, que priorizem o elevado nível de serviço dos trajetos em detrimento da distância adicional percorrida.

Por fim, a provisão de rotas alternativas e diretas dificilmente coibirá, sozinha, comportamentos de viagem que desrespeitem as regras de trânsito. Para tal, existe a possibilidade de atrelar estratégias de educação no trânsito e campanhas para sensibilização dos riscos da falta de cautela e de comportamentos arriscados quando em conjunto à circulação de veículos motorizados.

## CAPÍTULO 3

---

# INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETA NA ESCOLHA DA ROTA DE CICLISTAS EM VIAGENS UTILITÁRIAS

### 3.1 Introdução

Os métodos de avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) destinam-se à aferição da qualidade dos espaços viários para a circulação de bicicletas. No geral, são baseados em aspectos relacionados ao conforto e à segurança, sendo incluídas variáveis sobre características físicas e operacionais das vias, assim como condições de circulação percebidas pelos ciclistas (MAGALHÃES, CAMPOS e BANDEIRA, 2015).

A avaliação do nível de serviço pode ser útil na comparação de rotas, fornecendo uma análise independente e objetiva das características de diversas opções de caminhos (MCPHEDRAN e NICHOLLS, 2014), visto que permite qualificar as rotas percorridas pelo ciclistas, e auxilia na determinação do padrão mínimo aceito pelos usuários.

A pesquisa descrita neste capítulo teve como objetivo verificar o Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) de rotas reais, percorridas por ciclistas em viagens utilitárias, e de rotas simuladas, concernentes aos menores caminhos entre as origens e os destinos destes ciclistas. De tal forma que, buscando identificar os atributos que poderiam levar ciclistas de uma cidade de porte médio a desviarem dos menores caminhos possíveis, foram feitas análises espaciais (em SIG), para avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) das vias, de modo a verificar se as rotas percorridas pelos ciclistas ofereciam NSB superior ao dos caminhos mínimos.

#### 3.1.1 Métodos de Avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta

No Apêndice B é feita uma descrição dos estudos encontrados durante revisão bibliográfica sobre métodos de avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB).

Com base nos estudos consultados, foram identificados os fatores que aparecem com maior frequência nos métodos analisados, sendo estes: volume e velocidade do tráfego, presença de locais de acesso veicular (entradas de garagem) e estacionamentos, além de largura e número de faixas da via. McPhedran e Nicholls (2014) também realizaram uma revisão das metodologias existentes para avaliação do NSB, e concluíram que as variáveis mais frequentemente utilizadas foram: volume do tráfego, velocidade média dos veículos, e número de faixas.

Convém citar, também, um método desenvolvido por Providelo (2011), especificamente para cidades brasileiras de porte médio. Neste método, o Nível de Serviço para Bicicletas é calculado a partir da observação da variável referente ao fluxo de veículos motorizados na via (número de veículos que passam pela via durante um intervalo temporal de 15 minutos, dividido pela largura efetiva da via).

Dentre os métodos consultados, optou-se pelo método de Zhang (2015, 2016) em virtude de seu acurado sistema de pontuação. Os demais métodos não foram utilizados em razão do tempo necessário, e da dificuldade exigida para a coleta de dados em alguns casos. Outra razão que direcionou para a escolha do método de Zhang foi o fato deste método permitir avaliar, de modo conjunto, o nível de serviço de segmentos de vias e interseções ao longo de uma rota.

### 3.1.2 Método de Zhang para avaliação do Nível de Serviço para Bicicletas

No Método de Zhang (2015, 2016) para avaliação do NSB consideram-se, além dos segmentos das vias e interseções sinalizadas, a rota como um todo, permitindo avaliar o NSB do trajeto completo. Este método é aplicável com a utilização de um Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Os seis indicadores que originalmente compõem o método de Zhang (2015, 2016) são: (1) tipo de infraestrutura cicloviária existente, (2) largura da infraestrutura cicloviária existente (3) condições do pavimento, (4) tipo de estacionamento para automóveis na via, (5) volume e limite de velocidade do tráfego, e (6) tempo médio de espera em interseções sinalizadas. Para

cada indicador, a pontuação adotada varia de 1 a 6 pontos, sendo que 6 é o pior nível e 1 o melhor, com interpolação nos casos moderados (Quadro 1).

**Quadro 1 – Critérios para pontuações no método de Zhang**

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES</b>		<b>PONTOS</b>	
<b>Tipo de infraestrutura cicloviária</b>	Via compartilhada		6	
	Ciclofaixa (faixa tracejada)		4	
	Ciclofaixa (faixa contínua)		3	
	Ciclovía		1	
<b>Largura</b>	Via compartilhada		-	
			< 1,75 m	
	Ciclofaixa separada com marcação	1,75 a 2 m		3
		> 2 m		1
			< 2,5 m	
	Mão única	2,5 a 3 m		3
		> 3 m		1
	Ciclovía	< 3 m		6
		Mão dupla	3 a 3,5 m	
			> 3,5 m	1
<b>Condição do pavimento / Pintura visível e bem demarcada</b>	Exposto	Não	6	
	Exposto	Sim	4	
	Contínuo	Não	2	
	Contínuo	Sim	1	
<b>Tipo de estacionamento na via</b>	Paralelo		6	
	Separado		4	
	Angular		3	
	Inexistente		1	
<b>Volume de veículos (UCP/dia) / limite de velocidade (km/h)</b>	Via compartilhada		-	
			-	
			> 10000	
			50	
			30	
	Ciclofaixa	5000 a 10000		4
				30
	2500 a 5000	50		2.5
		30		2
	<2500	50		1.5
30		1		
Ciclovía		-	-	
		-	1	
		> 60	6	

ATRIBUTOS	ESPECIFICAÇÕES	PONTOS
<b>Tempos de espera nas interseções (segundos)</b>	40 a 60	4
	20 a 40	2
	< 20	1

**Fonte:** Adaptado de Zhang (2015)

Quanto às especificações dos atributos do método original, as quatro tipologias de infraestruturas cicloviárias consideradas são as existentes na cidade holandesa de Enschede, local em que o referido método foi desenvolvido e aplicado. Assim, as vias compartilhadas compõem as de uso comum com o tráfego motorizado; as ciclofaixas ocorrem em vias compartilhadas, mas com delimitação divisória por sinalização horizontal (demarcação de pavimento com tinta); e as ciclovias possuem demarcação divisória física, podendo estar separadas do tráfego pela existência de estacionamento lateral (funcionando como uma forma de barreira).

O atributo relacionado à largura das infraestruturas cicloviárias abarca as dimensões das ciclofaixas e ciclovias de mão única e dupla. Quanto às condições do pavimento, o exposto refere-se à existência de aberturas provocadas por rachaduras ou buracos, com ou sem pintura visível e bem demarcada (facilmente identificável). O pavimento contínuo seria mais bem conservado (com manutenção adequada), também com ou sem pintura visível e bem demarcada (facilmente identificável).

Os tipos de estacionamento são compostos por: paralelo às vias; separado por canteiros; em ângulo transversal à via; e inexistente. Destaca-se o menor nível atribuído ao estacionamento paralelo em relação ao angular, isto porque, apesar da abertura de portas dos automóveis ser particularmente arriscada aos ciclistas, este risco é menor do que o de uma colisão traseira com um veículo em movimento, saindo da vaga do estacionamento por exemplo. Algo que pode ocorrer em caso de obstrução na visibilidade do motorista, ou até mesmo por desatenção deste.

Ademais, os tempos de espera referem-se à temporização semafórica nos cruzamentos com sinalização de parada obrigatória.

Cabe destacar que, no método de Zhang (2015, 2016), o princípio empregado para a divisão da rota em porções segmentadas (seções) baseia-se na posição em que ao menos um dos atributos ao longo da rota subitamente muda. Por conseguinte, as seções da rota são definidas como as partes em que os indicadores mudam seus valores.

### 3.1.3 Adequação do Método de Zhang para avaliação do NSB

Como no método de Zhang (2015, 2016) foram conferidos pesos iguais a todos os atributos anteriormente elencados, ao adaptá-lo foi possível adotar outros fatores para a aferição do NSB das rotas, sem a necessidade de estipulação dos pesos. Sendo assim, aderiu-se, neste estudo, aos seguintes atributos para integrar a aplicação do citado método: (1) arborização; (2) declividade; (3) hierarquia viária (variável *proxy* para o volume e o limite de velocidade do tráfego); (4) tipo de infraestrutura cicloviária existente; e (5) condições do pavimento. Para as interseções manteve-se o atributo ‘tempo de espera nas interseções’.

A inclusão dos fatores “arborização” e “declividade” justifica-se pela relevância conferida pelos respondentes do supracitado questionário. Ademais, a pouca importância atribuída à existência de estacionamentos (considerado como o fator de menor importância para escolha da rota nas respostas do questionário), influenciou na decisão pela exclusão deste item da avaliação do NSB.

Por outro lado, embora considerado um dos atributos mais importantes para a escolha de rota pelos ciclistas, a iluminação não foi incluída na avaliação do nível de serviço pela impossibilidade de análise por meio do *Google Street View*, ferramenta utilizada neste estudo e que não conta com imagens noturnas (ver item 3.2).

O tipo de infraestrutura cicloviária baseou-se no que comumente é encontrado nas cidades brasileiras. E, devido à indisponibilidade de dados sobre o volume e o limite de velocidade do tráfego, adotou-se a hierarquia viária como variável *proxy*.

Em decorrência da ausência de informações sobre os tempos de fase dos semáforos da cidade em que a pesquisa foi desenvolvida, considerou-se todos os tempos iguais a 22 segundos - padronização com base em dados empíricos coletados para aferição do tempo médio de espera em interseções. A partir dos dados coletados sobre o tempo médio de espera, foi possível estipular o percentual de paradas em relação ao número total de cruzamentos da rota, de modo que em 30% das interseções houve parada, e o percentual de tempo de parada, equivaleu a 20% do tempo total despendido na rota.

A escolha dos mencionados fatores baseou-se nos resultados de uma pesquisa com questionários sobre os fatores que influenciam na escolha da rota de ciclistas em viagens utilitárias, tendo sido feitas modificações e adaptações nos critérios do supracitado método. No Quadro 2 são apresentados os critérios para atribuição das pontuações dos atributos escolhidos.

**Quadro 2** - Critérios para pontuações dos atributos

ATRIBUTOS		PONTOS
<b>Arborização</b>	Inexistente	6
	Esparsa	3
	Densa	1
<b>Hierarquia Viária</b>	Expressa	6
	Arterial	5
	Coletora	2
	Local	1
<b>Declividade da via</b>	> 8%	6
	4 a 8%	3
	< 4%	1
<b>Condição do pavimento</b>	Ruim	6
	Regular	3
	Bom	1
<b>Tipo de infraestrutura cicloviária</b>	Via compartilhada	6
	Ciclofaixa	3
	Ciclovia	1
<b>Tempos de espera nas interseções (segundos)</b>	22 segundos	3,5

**Fonte:** Elaboração própria

As variáveis referentes à arborização e às condições do pavimento foram avaliadas qualitativamente, conforme parâmetros apresentados na Figura 1.

**Figura 1** – Critérios para atribuição de pontos nos atributos com avaliação qualitativa

<b>ARBORIZAÇÃO (COBERTURA ARBÓREA)</b>		
<b>Inexistente (6)</b>	<b>Esparsa (3)</b>	<b>Densa (1)</b>
		
<b>CONDIÇÕES DO PAVIMENTO (ESTADO DE CONSERVAÇÃO)</b>		
<b>Ruim (6)</b>	<b>Regular (3)</b>	<b>Bom (1)</b>
		

**Fonte:** Elaboração própria

Visto que no método de Zhang cada atributo pode ser analisado de forma separada, foi necessário uniformizar a quantidade de segmentos em uma mesma rota. De tal forma que os atributos fossem analisados sob uma mesma conjuntura, com o mesmo peso e uma quantidade de segmentos pré-definida. Pois, a partir do momento em que a quantidade de segmentos é fixa, as possibilidades de variações representarão, exclusivamente, as diferenças nas pontuações do Nível de Serviço.

Para tanto, optou-se pela utilização do complemento *'Locate points along lines'*, do *software* QGIS, visto que no GPS são definidos pontos a intervalos de tempo pré-determinados (a cada 3 segundos, por exemplo), não havendo uma padronização no comprimento dos segmentos em decorrência das velocidades distintas desenvolvidas pelos ciclistas no decorrer

do trajeto. Com o supracitado complemento, pôde-se criar pontos em uma rota (linha) em função de distâncias fixas definidas (a cada 50, 100, 150 metros, por exemplo).

Após a criação destes pontos no QGIS, espaçados em 50 metros, foi feita uma compatibilização com os segmentos do GPS, adicionando as velocidades (visualizáveis pelo *MapSource*) e identificando as distâncias de cada trecho do GPS. De tal maneira que fosse possível obter o tempo em cada segmento.

O Nível de Serviço para Bicicleta nos segmentos foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$NSBseg_i = \frac{A_i + D_i + IC_i + HV_i + P_i}{5} \quad (1)$$

Em que:

*NSBseg<sub>i</sub>*: Nível de Serviço para Bicicleta no segmento *i*

*A<sub>i</sub>*: pontuação do atributo Arborização no segmento *i*

*D<sub>i</sub>*: pontuação do atributo Declividade no segmento *i*

*IC<sub>i</sub>*: pontuação do atributo Infraestrutura Cicloviária no segmento *i*

*HV<sub>i</sub>*: pontuação do atributo Hierarquia Viária no segmento *i*

*P<sub>i</sub>*: pontuação do atributo Pavimento no segmento *i*

O Nível de Serviço para Bicicleta nas interseções foi calculado de acordo com a Equação 2.

$$NSBint_j = I_j \quad (2)$$

Em que:

*NSBint<sub>j</sub>*: Nível de Serviço para Bicicleta na interseção *j*

*I<sub>j</sub>*: pontuação do atributo Tempo de Espera da Interseção *j*

E o Nível de Serviço para Bicicletas da rota como um todo foi calculado de acordo com a Equação 3.

$$NSBrt = \sum_{i=1}^n (NSBseg_i \times P_i) + \sum_{j=1}^k (NSBint_j \times P_j) \quad (3)$$

Em que:

$P_i$ : Peso do segmento  $i = TP_i/TT$

$TP_i$ : Tempo Pedalando no segmento  $i$

$P_j$ : Peso da interseção  $j = TE_j/TT$

$TE_j$ : Tempo de Espera na interseção  $j$

$TT$ : Tempo Total de percurso na rota

$$TTseg = \sum_{i=1}^n TP_i + \sum_{j=1}^k TE_j \quad (4)$$

$n$ : número de segmentos na rota

$k$ : número de interseções na rota

Consoante ao que foi apresentado nas equações anteriores, primeiramente foi feita a contabilização dos pontos de todos os atributos em cada segmento da rota, tanto real quanto simulada, com o somatório sendo dividido por 5, de modo a obter a média da pontuação dos atributos por segmento das rotas (NSBseg).

A pontuação das interseções (NSBint) foi definida como sendo de 3,5 para todas as interseções (média entre a melhor e a pior pontuação, 1 e 6, respetivamente), em função da inexistência de informações sobre os tempos de espera nas interseções (em segundos).

Para o cálculo do NSB da rota como um todo (NSBrt), o conjunto do NSB dos segmentos (multiplicado pelo peso de cada segmento -  $P_i$ ), foi adicionado à totalidade do NSB das interseções (multiplicado pelo peso de cada interseção -  $P_j$ ).

Para obtenção do  $P_i$ , o Tempo Pedalando de cada segmento (TPseg) foi dividido pelo Tempo Total (TT) da rota. E, para obtenção do  $P_j$ , o Tempo de Espera de cada segmento (TEseg) é foi dividido pelo Tempo Total (TT) da rota. O Tempo Total consiste na duração da viagem, aferida pelos aparelhos GPS.

Importante ressaltar que o Tempo de Espera dos segmentos (TEseg) foi calculado com base na multiplicação do Tempo Total dos segmentos (TTseg) por 0,2, visto que o percentual

de tempo de parada foi equivalente a 20% do tempo total despendido na rota, conforme supramencionado.

Com relação à rota simulada (menor caminho entre origem e destino), o cálculo do NSB seguiu procedimentos similares, com a ressalva de que, como os tempos não estavam disponíveis, a estimativa da duração da viagem baseou-se na velocidade média do ciclista, 15 km/h (BRASIL, 2007), com o cálculo do tempo de percurso a partir da extensão dos segmentos.

Assim sendo, o TP da rota simulada foi obtido pela divisão do comprimento aferido, pela velocidade estimada, e o TPseg por meio da divisão do TP pelo número de segmentos da rota. A partir deste calculou-se o TT (TP dividido por 0,8), e o TTseg por meio da divisão do TT pelo número de segmentos da rota. O TEseg equivaleu a 20% do TT dividido pelo nº de segmentos.

### **3.2 Obtenção dos dados – NSB das rotas e dos menores caminhos**

As rotas analisadas foram registradas por meio de dispositivos GPS, com posterior conversão dos dados coletados para o formato KML (*Keyhole Markup Language*), extensão que permite a exibição das informações nos *softwares Google Earth* e QGIS, utilizados para aferir a pontuação dos atributos considerados para a avaliação do Nível de Serviço para Bicicletas nas vias percorridas pelos ciclistas e nos menores caminhos.

O QGIS é um *software* livre de SIG (Sistema de Informação Geográfica), que funciona por meio de banco de dados e suporta formatos vetoriais, *raster*, etc., permitindo visualizar, gerenciar, editar, analisar dados e compor mapas (QGIS BRASIL, 2017).

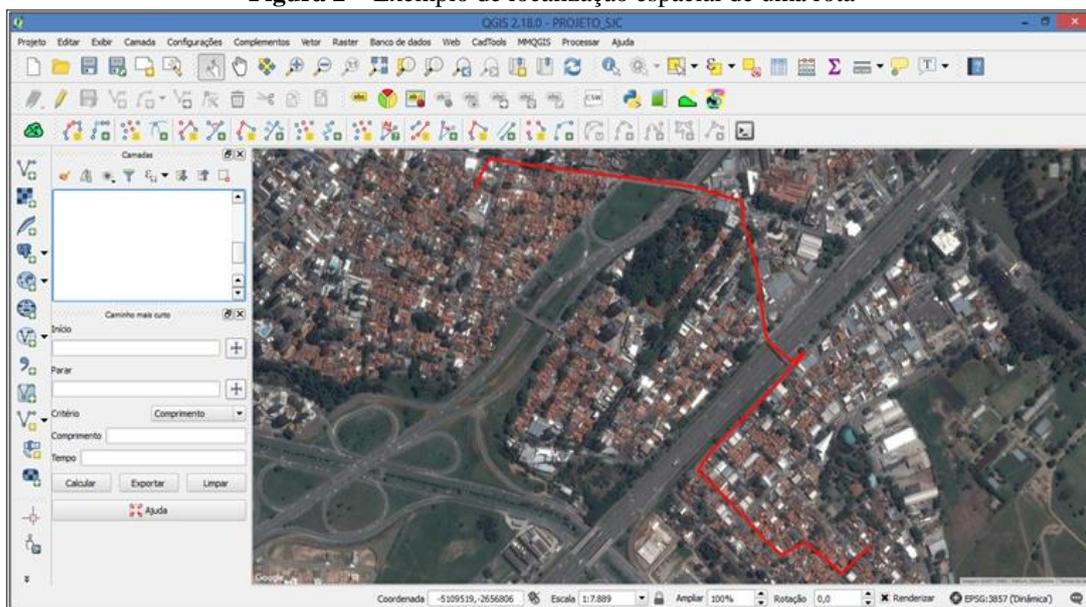
Já o *Google Earth* é um *software* livre baseado na internet, que disponibiliza imagens de satélite da superfície da Terra, a uma resolução superior a 15 metros. Presente no *Google Earth*, o *Google Street View* fornece vistas panorâmicas (360° na horizontal e 290° na vertical) ao nível do solo, baseado em imagens registradas a intervalos de 10 ou 20 metros, aproximadamente (CLARKE et al., 2010).

Segundo Clarke et al. (2010), a análise espacial reduz o tempo e os recursos necessários para obtenção de dados, com nível similar de confiabilidade das coletas *in loco*, e maior flexibilidade. Sendo que a opção pela utilização dos mencionados *softwares* deveu-se à disponibilidade gratuita de ambos.

As vantagens da análise espacial também são perceptíveis em relação à centralização da coleta de dados em um computador, diminuindo a logística exigida no caso das visitas de campo, o que acarreta no aumento da produtividade por não haver a necessidade de deslocamentos até a localidade analisada (RUNDLE et al., 2011). Adicionalmente, para Rundle et al. (2011), na chamada avaliação “virtual” tem-se o atendimento à critérios voltados para a segurança do pesquisador, em bairros com altos índices de criminalidade, por exemplo.

Na Figura 2 é apresentada uma rota localizada espacialmente sobre uma imagem de satélite do *Google*, acessível pelo complemento *OpenLayers Pluggin* do QGIS.

**Figura 2** – Exemplo de localização espacial de uma rota



**Fonte:** Captura de tela

Na Figura 3 tem-se uma imagem capturada do *Google Street View*, por meio do qual foram avaliadas as condições do pavimento, algo impraticável de ser feito apenas com imagens de satélite devido à baixa resolução.

**Figura 3** – Vista panorâmica ao nível do solo no *Google Street View*, com rota (em vermelho).



**Fonte:** Captura de tela

Para avaliação da declividade das vias, foi confeccionado um Modelo Digital de Elevação (MDE) no QGIS. Para tal, foi feito o *download* de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizadas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), no *website* do projeto “Brasil em Relevo” - em que constam os dados numéricos originais de relevo e topografia de todos os estados brasileiros, utilizados pela ‘Embrapa Monitoramento por Satélite’ para reconstituição digital do relevo do país (EMBRAPA, 2017).

Cabe ressalva sobre a análise simplificada da declividade, em que a pontuação conferida referiu-se unicamente aos valores dos ângulos de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, desconsiderando o sentido de direção da rota. Desta forma, não foi especificado se as inclinações condiziam a aclives ou declives no trajeto. Este aspecto é relevante já que os percursos de ida e volta não foram iguais em muitos casos, dando margem à hipótese de diferenciação nos trajetos em função da declividade.

A hierarquização das vias foi obtida pela por vetorialização sobreposta, com a camada do sistema viário sobre uma imagem, em *raster*, da hierarquia viária - digitalizada a partir de arquivo PDF do Anexo III do Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Campos - SP (PMSJC, 2016b) convertido em imagem JPG.

Para delimitação das infraestruturas cicloviárias existentes, o mesmo procedimento foi realizado, com a vetorização de uma camada específica para cada tipologia de infraestrutura (ciclovias, ciclofaixas, etc.), igualmente sobre uma imagem, em *raster*, do sistema cicloviário - digitalizada a partir de arquivo PDF do Relatório da Mobilidade Urbana - Diagnóstico e Prognóstico (PMSJC, 2015b) convertido em imagem JPG.

Quanto às condições do pavimento, como as imagens disponibilizadas no *Google Street View* (ferramenta do *Google Earth*) são registradas por câmeras acopladas a veículos motorizados, os elementos designados para serem vistos pela perspectiva do motorista (tala qual pavimentação) foram facilmente identificáveis por meio deste recurso. Diversos outros estudos também utilizaram este *software* para auditoria de vias urbanas como, por exemplo, Clarke et al. (2010), Rundle et al. (2011), e Kelly et al. (2013).

No que concerne à caracterização da arborização e à identificação das interseções, a visualização do traçado das rotas percorridas e dos menores caminhos, sobrepostas a imagens de satélite do *Google*, proporcionou a contabilização dos cruzamentos e atribuição de pontuações sobre a cobertura arbórea, limitada pela acuidade visual do observador.

Os tempos de viagem, nos segmentos, foram obtidos diretamente dos registros dos aparelhos GPS e, a estimativa da duração da viagem nos segmentos dos caminhos mais curtos baseou-se na velocidade média do ciclista, 15 km/h (BRASIL, 2007), com o cálculo do tempo de percurso a partir da extensão dos segmentos.

### **3.3 Resultados obtidos**

#### **3.3.1 NSB das rotas e influência dos atributos**

Foram encontrados 32 ciclistas que participaram voluntariamente da pesquisa, abordados em 13 Polos Geradores de Viagens (PGVs) da cidade de São José dos Campos – SP. Destes ciclistas voluntários, obteve-se o registro de 128 rotas, posteriormente reduzidas para 115 após a exclusão de trajetos incongruentes. Destes, três percursos obtiveram comprimentos iguais aos menores caminhos entre origens e destinos, e apenas sete percursos obtiveram

comprimentos superiores aos menores caminhos simulados. A distância adicional percorrida (DAP) nestes sete percursos variou entre 10 e 110 metros, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Caracterização das rotas analisadas

<b>Nº da Rota</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>Menor caminho (km)</b>	<b>DAP (metros)</b>	<b>Duração (hs)</b>	<b>Tempo estimado do menor caminho (min)<sup>1</sup></b>
44	3,17	3,16	10	00:11:33	13
46	3,20	3,16	40	00:13:12	13
77	2,21	2,10	110	00:05:54	8
90	0,92	0,91	10	00:04:54	4
104	1,13	1,12	10	00:05:57	4
121	1,69	1,68	10	00:10:48	7
122	1,73	1,71	20	00:06:57	7

<sup>1</sup>Valores com base na adoção de 15 km/h como velocidade média do ciclista, consoante à BRASIL (2007).

**Fonte:** Elaboração própria

Visto que na maioria dos trajetos os valores de DAP foram relativamente baixos em relação ao comprimento médio das viagens (3,8 km), foram analisados apenas os atributos componentes da avaliação do NSB da rota 77 - com maior DAP registrada. O diagnóstico do NSB de cada atributo avaliado, assim como as interseções detectadas, também foi realizado para cada segmento do menor caminho possível, simulado para a origem e o destino na rota 77.

Na Tabela 2 é apresentada o somatório da pontuação do NSB dos segmentos e das interseções, multiplicados por seus respectivos pesos, bem como o nível de serviço da rota real (77) e simulada (Menor Caminho), calculados por meio das equações supracitadas em planilhas do *Excel*.

**Tabela 2** – Pontuações para aferição do NSB

<b>Rota</b>	<b>NSBseg X P<sub>i</sub></b>	<b>NSBint X P<sub>j</sub></b>	<b>NSBrt</b>
77	2,31	0,70	3,01 (3)
<i>Menor Caminho</i>	2,93	0,73	3,67 (4)

**Fonte:** Elaboração própria

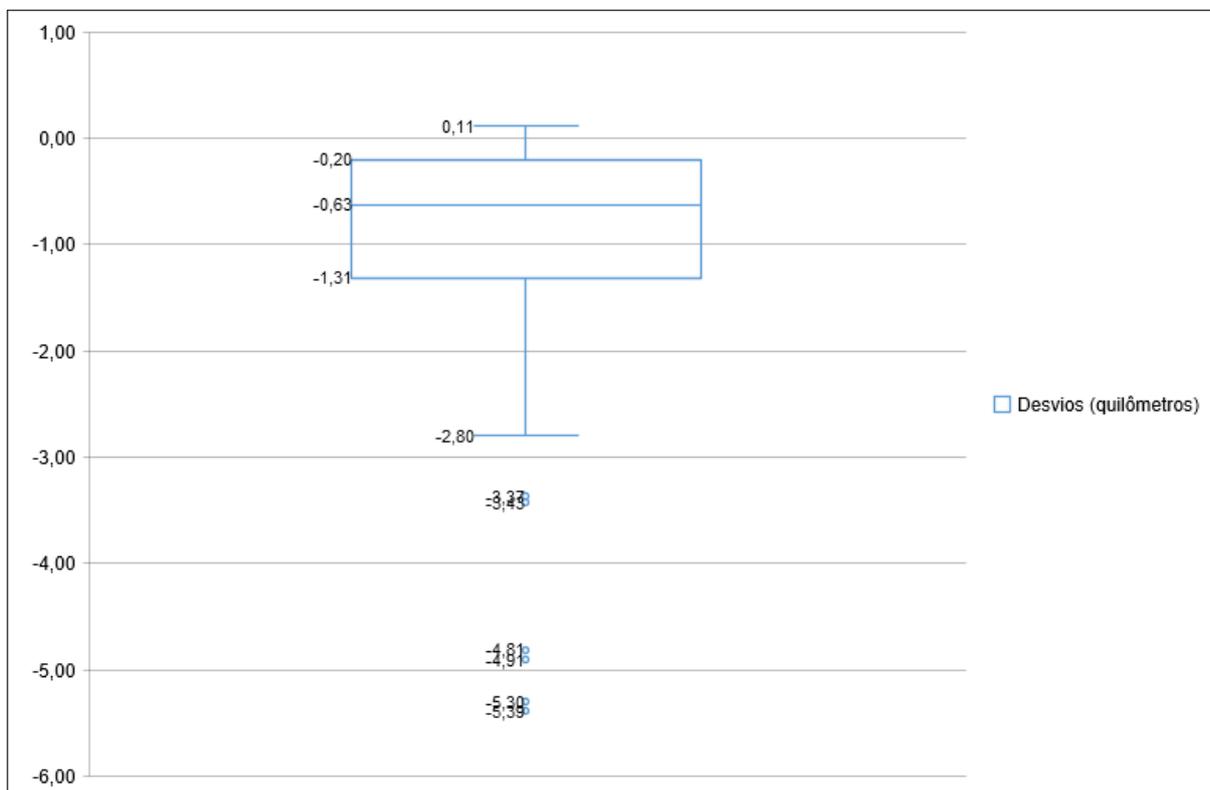
Consoante ao que foi inicialmente preconizado buscou-se identificar os atributos que poderiam levar ciclistas de uma cidade de porte médio a desviarem dos menores caminhos

possíveis, de modo a verificar se as rotas percorridas pelos ciclistas ofereciam NSB superior ao dos caminhos mínimos.

Pelos resultados apresentados, percebe-se que a rota real (77) não apresentou NSB superior ao do menor caminho, considerando-se uma pontuação que varia de 1 (melhor) a 6 (pior). Portanto, não é possível afirmar que a opção pelo trajeto percorrido em detrimento do menor caminho deveu-se à qualidade (expressa pelos atributos arborização; declividade; hierarquia viária; tipo de infraestrutura cicloviária existente; e condições do pavimento).

Importante destacar que, apesar de a rota 77 apresentar a maior DAP, esta obteve, ainda assim, um valor de desvio relativamente pequeno para viagens cicloviárias (equivalente a um quarteirão). Sendo assim, foi feito um *boxplot* dos limiares de desvios das distâncias (Figura 4), com os valores dos desvios (em quilômetros) superiores aos comprimentos dos caminhos mínimos (valores positivos), e os valores dos desvios inferiores aos comprimentos dos caminhos mínimos (valores negativos).

**Figura 4** – Representação gráfica da distribuição das rotas com desvios em relação aos menores caminhos



Fonte: Elaboração própria

Conforme interpretação da Figura 4, há uma predominância de desvios inferiores aos comprimentos dos menores caminhos, em que *outliers* de 3 a 5 quilômetros ilustram desvios significativos em relação aos menores caminhos. Isto posto, há um admissível indicativo de que os ciclistas que efetuaram tais deslocamentos, inferiores aos comprimentos dos menores caminhos, possivelmente estejam adotando rotas alternativas, percorrendo atalhos (como vielas, praças, trilhas, etc.), adotando comportamento que vão de encontro às regras de trânsito, ou de risco, como o tráfego em passeio ou até mesmo na contramão das vias.

Por fim, como as distâncias adicionais percorridas foram pequenas (vide Tabela 1), com diversos trechos de sobreposição entre os trajetos dos ciclistas e os menores caminhos, era esperado que não houvessem muitas variações no somatório das pontuações dos atributos.

### **3.4 Conclusões**

Por meio de análises espaciais em SIG, avaliou-se o Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) das vias percorridas e dos menores caminhos entre origens e destino de ciclistas em viagens utilitárias na cidade de São José dos Campos – SP.

Convém mencionar que os resultados apresentados dizem respeito a uma amostra relativamente pequena de ciclistas, com uma reduzida quantidade de percursos em que houveram distâncias adicionais em relação aos menores caminhos, o que restringiu a abrangência das conclusões.

Dentre as limitações do estudo, tem-se a apuração do caminho mais curto, que não caracteriza, necessariamente, o caminho mais rápido. Algo digno de nota em virtude da diferença de importância atribuída pelos ciclistas a tais fatores. Além do fato de que não é possível afirmar que os ciclistas da pesquisa conheçam todas as opções de trajeto possíveis, inclusive que estes saibam da existência de caminhos menores do que os que percorrem habitualmente.

Salienta-se, também, as avaliações qualitativas das condições do pavimento e da cobertura arbórea, realizadas por meio de reconhecimento visual, o que conferiu certa subjetividade a estes aspectos da análise do Nível de Serviço para Bicicleta.

Complementarmente, as imagens do *Google Street View* datam de diversos anos, com a atualização mais recente ocorrida em 2016, o que transforma a temporalidade das imagens em um aspecto negativo caso existam, na mesma rota, intervalos temporais muito longos entre as imagens. E, como as imagens de satélite mais atuais localizam-se na região central da cidade, alguns trechos de ruas em bairros periféricos não contam com imagens atualizadas, havendo uma limitação das imagens disponibilizadas, que não alcançavam determinados locais.

Além da mencionada data das imagens do *Google Street View*, divergente em uma mesma rota, tem-se um longo tempo de espera no carregamento das imagens, com problemas pontuais em alguns trechos que impediram a visualização do cenário. Defasagens estas que evidenciam a importância de verificações complementares *in loco*.

Evidencia-se a relevância da realização futura do cálculo do NSB dos percursos com caminhos mínimos superiores ao comprimento das rotas reais, pois estes apresentaram desvios consideráveis (maiores até que a distância média percorrida pelos ciclistas da amostra), e poderiam fornecer maior embasamento sobre os possíveis atributos influentes na escolha dos trajetos feitos pelos ciclistas.

Apesar das limitações mencionadas, buscou-se evidenciar a importância da análise das rotas para a compreensão do comportamento de viagem dos ciclistas, de modo a identificar atributos contribuintes para a escolha de trajeto destes usuários.

Estudos futuros podem contribuir para a temática sobre a relevância do nível de serviço na escolha das rotas dos ciclistas, pela possibilidade de analisar fatores não abarcados por esta pesquisa, como iluminação, fluxo de veículos, composição do tráfego, existência de barreiras, etc. Além da oportunidade de aplicação do método utilizado nesta pesquisa, porém, com a atribuição de pesos diferentes para os atributos, ou utilização de outro método para aferição do Nível de Serviço para Bicicleta. Há que se destacar, também, a possibilidade de consideração da declividade como impedância, conforme o sentido da rota, algo não contemplado neste estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa realizada e as implicações dos resultados obtidos para o planejamento ciclovitário em cidades de porte médio.

Na primeira parte deste trabalho, buscou-se identificar os principais atributos que, na opinião dos ciclistas, influenciam na escolha de seus trajetos, além de verificar se o perfil sociodemográfico e o comportamento de viagem influenciam nesta escolha.

Para tanto, questionários foram aplicados a ciclistas em viagens utilitárias, encontrados em Polos Geradores de Viagens de uma cidade brasileira de porte médio. Os questionários foram respondidos por uma amostra de 32 ciclistas em viagens utilitárias, sendo o perfil dominante de homens com até 35 anos, que utilizam a bicicleta há mais de seis meses, durante quatro dias ou mais por semana.

Pela análise dos resultados obtidos ficou claro que, para alguns atributos, a faixa etária e o tempo de uso da bicicleta (variável *proxy* para a experiência como ciclista) influenciam na escolha de rota pelos ciclistas. Assim, para quatro fatores analisados (conservação do pavimento, iluminação, comprimento da viagem, e segurança), houveram diferenças estatisticamente significativas de opinião entre as faixas etárias. E cinco fatores analisados apresentaram diferenças estatisticamente significativa de opinião em função do tempo de uso da bicicleta (conservação do pavimento, iluminação, arborização, duração da viagem, e segurança).

Verificou-se também que a prioridade dos ciclistas respondentes é chegar o mais rapidamente possível a seus destinos, mesmo tendo que percorrer vias com maiores volumes de tráfego, e/ou realizar percursos desrespeitando os sentidos de circulação permitidos nas vias (contramão).

Destaca-se, além disso, a importância atribuída pelos ciclistas, aos aspectos de segurança (caminhos iluminados e seguros) e sua preferência por vias com pavimento em bom estado de conservação. Ambos os fatores estão relacionados à integridade do ciclista, tanto com

relação à segurança pública no caso da iluminação, quanto da segurança viária em razão das condições do pavimento.

Na segunda parte da pesquisa foi obtido o registro das rotas percorridas pelos ciclistas, por meio de aparelhos GPS acoplados às bicicletas durante o período de uma semana. A partir de tais registros, e do uso de um *software* de SIG, verificou-se o quanto as rotas percorridas pelos ciclistas eram mais longas do que os menores caminhos possíveis, e qual a distância adicional percorrida.

A análise dos dados obtidos levou a uma conclusão inesperada: em média, as rotas dos ciclistas foram 1,14 quilômetros mais curtas que os caminhos mínimos (com desvio padrão de 1,35 km). O comportamento de viagem dos ciclistas parece ser a causa principal deste resultado inesperado. Muitos destes optaram por caminhos no sentido contrário ao da via (contramão), transitando por passarelas de pedestres, vielas, praças, terrenos baldios e trilhas. Algo fundamentado pela aferição da distância adicional percorrida desconsiderando o sentido da via ao simular os caminhos mínimos, com constatação de desvios, em média, 100 metros mais longos do que os menores caminhos possíveis (desvio padrão de 47 metros).

Na terceira parte da pesquisa, foi calculado o Nível de Serviço para Bicicleta (NSB) das rotas e dos caminhos mínimos, com averiguação da nota superior do menor caminho em relação à rota real, não sendo possível afirmar, portanto, que a opção pelo trajeto percorrido em detrimento do menor caminho deveu-se à qualidade, medida, nesta pesquisa, por atributos como arborização, declividade, hierarquia viária, tipo de infraestrutura cicloviária existente, e condições do pavimento.

De maneira geral, este estudo foi norteado pela noção de que, para a definição de uma rede cicloviária, é importante a obtenção de informações sobre a movimentação e o comportamento de viagens dos ciclistas, de modo a orientar o planejamento de redes cicloviárias atrativas e seguras para os ciclistas.

Todas estas apurações apresentadas resultaram em implicações para a definição de redes cicloviárias adequadas (que atendam à demanda de viagem) em cidades de porte médio.

A influência das opiniões e do comportamento de viagem dos ciclistas para o planejamento cicloviário residem na proposição de redes cicloviárias diretas, que minimizem desvios de conexão entre origens e destinos (PGVs). E o oferecimento de infraestruturas básicas, como iluminação adequada e pavimento bem conservado, também são indicativos de possibilidades de melhorias nas vias, para adequação e estímulo ao uso por ciclistas.

Grande parte dos percursos ocorreu em vias compartilhadas, resultado influenciado pela reduzida quantidade de infraestruturas cicloviárias na cidade em que o estudo foi desenvolvido, e que subsidia a instauração de ‘ciclorrotas’ (ou rotas cicláveis) para interligação de pontos de interesse. Além da implementação de sinalização horizontal e vertical para evidenciar o compartilhamento da via com veículos motorizados, atrelado a medidas de moderação do tráfego, como a redução dos limites de velocidade em determinadas ruas.

Desta forma, aponta-se para a instauração de rotas cicláveis contínuas e coerentes, com possibilidade de integração das infraestruturas cicloviárias existentes. Algo notório, mas aparentemente desprovido de aplicação no atual contexto urbano brasileiro, visto a contínua construção de ciclovias desconectadas em muitas cidades. Reitera-se, portanto, que infraestruturas isoladas não existem como produto final, sendo preciso instaurar uma rede cicloviária completa, passível de atrair ciclistas em viagens utilitárias devido às conexões aos locais de interesse.

Além da conexão entre os pontos de interesse, há que se evidenciar a importância de considerar o comportamento de viagem do ciclista no planejamento cicloviário, com a incorporação de, por exemplo, desvios e atalhos na delimitação das rotas cicloviárias, com o direcionamento para caminhos alternativos e seguros, como trilhas, vielas, praças, etc.

Ademais, destaca-se a pertinência da instauração de infraestruturas com priorização, nos cruzamentos, da continuidade do fluxo de pedestre ciclistas sobre o tráfego motorizado, visto que os ciclistas optaram por vias com maior nível hierárquico, possivelmente por serem mais diretas e rápidas do que as vias locais, por exemplo, que apresentam maior incidência de descontinuidades no trajeto (cruzamentos).

A influência do nível de serviço das rotas percorridas e dos menores caminhos entre as origens e os destinos também merece destaque. Pois, mesmo que os ciclistas da amostra tenham realizado desvios que encurtaram o comprimento das rotas em função de comportamentos de viagem aquém do estipulado nas regras de trânsito vigentes no país, alguns percursos tiveram comprimentos superiores aos menores caminhos.

Como não foi possível estabelecer uma provável relação entre os percursos mais longos e a qualidade das rotas escolhidas, tem-se o direcionamento para a necessidade de pesquisas mais aprofundadas, com avaliações do NSB das vias de modo a incorporar fatores considerados relevantes pelos ciclistas que responderam ao questionário, mas que não foram adicionados ao método adotado para aferição do NSB, tais como iluminação e segurança pessoal, por exemplo.

Quanto a novos estudos sobre os fatores que influenciam na escolha da rota dos ciclistas, baseados na opinião destes usuários, é cabível mencionar a relevância da inclusão de itens tradicionalmente não abordados, mas apontados como importantes pelos próprios ciclistas. Incluindo-se características físicas específicas das vias, tais como: desníveis nos bordos das vias e nos dispositivos dos sistemas de águas pluviais e de coleta de esgoto (em função do recapeamento do pavimento), além do posicionamento e largura das barras transversais das grelhas destinadas à drenagem das águas pluviais, que interfere na segurança pela largura de espaçamento entre as barras transversais.

Adicionalmente, tem-se a possibilidade de inclusão de outras condicionantes do ambiente dentre os prováveis fatores influentes na escolha das rotas ciclísticas, como poluição sonora e sensação térmica. Nesse sentido, destaca-se a influência do fator poluição do ar para os ciclistas da amostra, aspecto não diretamente atrelado à escolha da rota nos estudos encontrados durante revisão bibliográfica, mas que se provou importante para os ciclistas em viagens utilitárias. Sob tal perspectiva, é válido que pesquisas futuras avaliem, de forma mais aprofundada, a relevância deste fator na escolha de rota dos ciclistas, possivelmente com medições *in loco* dos níveis de poluentes.

Paralelamente, tem-se a prerrogativa de atrelar os transportes ao uso do solo, visto o contínuo distanciamento das residências dos locais de trabalho e estudo, com as infraestruturas

e os serviços de transportes não sendo capazes de acompanhar esse processo. De tal modo que a infraestrutura de transportes direciona e determina a estrutura espacial das cidades.

Com o planejamento do uso e ocupação do solo integrado aos sistemas de transportes, é possível acomodar o crescimento sem expandir a área urbana. Desta forma, destaca-se a relevância da adoção de um modelo de cidade compacta para indução do transporte ativo, com redução das distâncias entre pontos de interesse.

Como a área de estudo consiste em uma cidade de médio porte com um modelo espalhado de urbanização, com tecido urbano fragmentado por diversos vazios urbanos, e reduzido uso da bicicleta como meio de transporte, tem-se a oportunidade de potencializar o usufruto das infraestruturas existentes, pela indução à ocupação urbana mais sustentável.

Algo necessário para o aproveitamento do solo de modo racional, sem comprometimento de áreas ambientalmente frágeis pela expansão urbana, diminuindo as distâncias e desestimulando o uso do automóvel (atrelado a investimentos no transporte público), com redução da oneração dos cofres públicos pela diminuição da necessidade de ampliação da malha viária, por exemplo.

Somente com a utilização equitativa do espaço público é garantido o amplo acesso à cidade, e é feita a inclusão social de pessoas marginalizadas pelo sistema atual de transportes - fundamentado no uso indiscriminado do automóvel, e na desproporcional destinação do escasso espaço urbano aos meios de transporte motorizados, com negligência aos meios de transporte públicos e não motorizados.

Advoga-se, portanto, pela mobilidade como tema indispensável na agenda urbana brasileira, sendo componente essencial nas transformações do território, em que o cenário ideal para os transportes ativos deixe de ser limitado pelo possível diante do espaço já destinado aos automóveis.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, J. E. et al. Investigation of cycling sensitives. **Transportation Research Board Annual Conference**, January 2002, Washington, D.C. 12 p.
- ALISSON, E. **Estudo estima impactos do planejamento urbano na saúde**. Agência FAPESP, 14 de outubro de 2016. Disponível em: <[http://agencia.fapesp.br/estudo\\_estima\\_impactos\\_do\\_planejamento\\_urbano\\_na\\_saude/24124/](http://agencia.fapesp.br/estudo_estima_impactos_do_planejamento_urbano_na_saude/24124/)>. Acesso em: abr. 2017.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO). **Guide for the development of bicycle facilities**. United States of America: AASHTO, Washington, D.C. 86 p. 1999.
- ANDERSON, L. et al. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. **Arch. Intern. Med.**, v. 160, n. 11, p. 1621–1628, 2000.
- ANTONAKOS, C. L. Environmental and Travel Preferences of Cyclists. **Transportation Research Board**, p. 25-33, 1994.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 226 p.
- ASADI-SHEKARI, Z.; MOEINADDINI, M.; ZALY SHAH, M. Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. **Transport Reviews**, v. 33, n. 2, p. 166–194, 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2014**. Julho de 2016. Disponível em: <[http://files.antp.org.br/2016/9/3/sistemasinformacao-mobilidade--geral\\_2014.pdf](http://files.antp.org.br/2016/9/3/sistemasinformacao-mobilidade--geral_2014.pdf)>. Acesso em: mai. 2017.
- AULTMAN-HALL, L.; HALL, F. L.; BAETZ, B. B. Analysis of Bicycle Commuter Routes Using Geographic Information Systems: Implications for Bicycle Planning. **Transportation Research Record**, 1578, p. 102-110, 1997.
- AUSTROADS. **Cycling aspects of Austroads Guides**. Sydney, Austrália, 157 p. 2011.
- BAPTISTA, J. R. et al. Metodologia e novos instrumentos para a realização de pesquisas de origem e destino domiciliares. In: **17º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito**. 2009.
- BASSETT, D. et al. Walking, cycling, and obesity rates in Europe, North America, and Australia. **J. Phys. Act. Health.**, v. 5, n. 6, p. 795–814, 2008.
- BEHESHTITABAR, E. et al. Route choice modelling for bicycle trips. **International Journal for Traffic and Transport Engineering**, v. 4, n. 2, p. 194 – 209, 2014.
- BERNHOF, I. M.; CARSTENSEN, G. Preferences and behavior of pedestrians and cyclists by age and gender. **Transportation Research Part F**, v. 11, n. 2, p. 83–95, 2008.
- BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências**. Brasília. 2012.

- BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007. 232 p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana. **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana – Transporte Ativo.** WRI Brasil Cidades Sustentáveis. 2017, 120 p.
- BOTMA, H. Method to Determine Level of Service for Bicycle Paths and Pedestrian–Bicycle Paths. **Transportation Research Record**, 1502, TRB, National Research Council, Washington, D.C., p. 38–44, 1995.
- BROACH, J.; DILL, J.; GLIEBE, J. Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n.10, p. 1730 – 1740, 2012.
- BROACH, J.; GLIEBE, J.; DILL, J. Bicycle route choice model developed using revealed preference GPS data. **90th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, 2011, Washington D.C.
- BROACH, J.; GLIEBE, J.; DILL, J. Development of a Multi-Class Bicyclist Route Choice Model Using Revealed Preference Data. **12th International Conference on Travel Behavior Research**, 2009. 32 p.
- CALLISTER, D.; LOWRY, M. Tools and Strategies for Wide-Scale Bicycle Level-of-Service Analysis. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 139, n. 4, p. 250-257, 2013.
- CARDOSO, P. B.; CAMPOS, V. B. G. Metodologia para planejamento de um Sistema ciclovitário. **TRANSPORTES**, v. 24, n. 4 (2016), p. 39-48.
- CARTER, D. L. et al. Bicyclist Intersection Safety Index. **Transportation Research Record**, 2031, p. 18-24, 2007.
- CASELLO, J.; NOUR, A.; REWA, K. Analysis of stated preference and GPS data for bicycle travel forecasting. TRB 2011 Annual Meeting. **Annals**, 2010.
- CASELLO, J. M.; REWA, K. C.; NOUR, A. **An Analysis of Empirical Evidence of Cyclists' Route Choice and their Implications for Planning.** TRB 2012 Annual Meeting.
- CAULFIELD, B.; BRICK, E.; MCCARTHY, O. T. Determining bicycle infrastructure preferences – A case study of Dublin. **Transportation Research Part D**, v. 17, n. 5, p. 413–417, 2012.
- CEPEDA, M.; SCHOUFOUR, J., FREAK-POLI, R.; KOOLHAAS, C. M.; DHANA, K.; BRAMER, W. M.; FRANCO, O. H. Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review. **The Lancet Public Health**, v. 2, n. 1, p. 23-34, jan. 2017.
- CÉSAR, Y. B. **Avaliação da Ciclabilidade das cidades brasileiras.** 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- CLARKE, P. et al. Using Google Earth to conduct a neighborhood audit: Reliability of a virtual audit instrument. **Health & Place**, 16, p. 1224–1229, 2010.
- DAVIS, J. **Bicycle safety evaluation.** Chattanooga-Hamilton County Regional Planning Commission, Chattanooga, TN. 1987.

DILL, J. Bicycling for Transportation and Health: The Role of Infrastructure. **Journal of Public Health Policy**, 30, p. 95–110, 2009.

DILL, J.; GLIEBE, J. **Understanding and Measuring Bicycle Behavior: A Focus on Travel Time and Route Choice**. Oregon Transportation Research and Education Consortium, Portland, OR, 2008.

DIXON, L. B. Bicycle and Pedestrian Level of Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. **Transportation Research Record**, 1538, p. 01-09, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/manual\\_estudos\\_trafego.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf)> Acesso em: 15 maio 2016.

DORA, C.; PHILLIPS, M. **Transport, environment and health**. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2000.

EHRGOTT, M. et al. A bi-objective cyclist route choice model. **Transportation Research Part A**, 46, p. 652–663, 2012.

EL-GENEIDY, A.; KRIZEK, K.; IACONO, M. Predicting bicycle travel speeds along different facilities using GPS data: a proof of concept model. TRB 2007 Annual Meeting. **Annals**, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Brasil em Relevô. Download do SRTM. **Embrapa Monitoramento por Satélite**. Disponível em: <<https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/relevobr/download/index.htm>>. Acesso em: abr. 2017.

EMOND, C.; HANDY, S. Factors associated with bicycling to high school: insights from Davis, CA. **Journal of Transport Geography**, v. 20, n. 1, p. 71-79, 2012.

EPPERSON, B. Evaluating Suitability of Roadways for Bicycle Use: Toward a Cycling Level of Service Standard. **Transportation Research Record**, 1438, p. 09-16, 1994.

FAJANS, J.; CURRY, M. Why bicyclists hate stop signs. **Access**, 18, p. 21-22, 2001.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **A bikeway criteria digest: The ABCD's of bikeways**. 1979.

GARRARD, J.; ROSE, G.; KAILO, S. Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure. **Preventive Medicine**, 46, p. 55–59, 2008.

GEIPOT. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília. 2001.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GONG, H. et al. A GPS/GIS method for travel mode detection in New York City. **Computers, Environment and Urban Systems**, 36, p. 131-139, 2012.

- GORDON-LARSEN, P. et al. Active commuting and cardiovascular disease risk: the CARDIA study. **Arch. Intern. Med.**, v. 169, n. 13, p. 1216–1223, 2009.
- HAMER, M.; CHIDA, Y. Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. **Prev. Med.**, v. 46, n. 1, p. 9–13, 2008.
- HARKEY, D. L.; REINFURT, D. W.; KNUIMAN, M. Development of the bicycle compatibility index. **Transportation Research Record**, 1636, p. 13–20, 1998.
- HATZOPOULOU, M.; WEICHENTHAL, S.; BARREAU, G.; GOLDBERG, M.; FARRELL, W.; CROUSE, D.; ROSS, N. A web-based route planning tool to reduce cyclists' exposures to traffic pollution: A case study in Montreal, Canada. **Environmental Research**, v. 123, p. 58–61, 2013.
- HOOD, J.; SALL, E.; CHARLTON, B. A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California. **Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research**, 3, p. 63-75, 2011.
- HRNCIR, J. et al. Bicycle Route Planning with Route Choice Preferences. In: **Prestigious Applications of Intelligent Systems (PAIS)**. 2014.
- HUNT, J. D.; ABRAHAM, J. E. Influences on bicycle use. **Transportation**, 34, p. 453–470, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. São Paulo. São José dos Campos. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354990&search=sao-paulo|sao-jose-dos-campos>>. Acesso em: ago. 2016.
- INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). **A bicicleta e as cidades – Como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana**. 2ª ed. São Paulo: IEMA, 2010. 83 p.
- INSTITUTO DE PESQUISA, ADMINISTRAÇÃO E PLANEJAMENTO (IPPLAN). **Atlas da pesquisa origem e destino – panorama da mobilidade em São José dos Campos**. São Carlos: Editora Cubo, 2014. 144 p.
- INSTITUTO DE POLÍTICAS PARA EL TRANSPORTE Y EL DESARROLLO (ITDP). **Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Tomo III. Red de Movilidad em Bicicleta**. Ciclociudades. 2011. Disponível em: <<http://ciclociudades.mx/manual/>>. Acesso em: set. 2015.
- INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE (I-CE). **Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook**. 2009. Disponível em: <[http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Cycling-handbook\\_secure.pdf](http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Cycling-handbook_secure.pdf)>. Acesso em: maio 2016.
- INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE (I-CE). **The Benefits of Cycling**. 2010. Disponível em: <[http://www.slocat.net/sites/default/files/the\\_benefits\\_of\\_cycling.pdf](http://www.slocat.net/sites/default/files/the_benefits_of_cycling.pdf)>. Acesso em: abr. 2016.
- JENSEN, S. U. Pedestrian and Bicycle Level of Service at Intersections, Roundabouts and other Crossings. **Transportation Research Record**, 2031, 2012.
- JENSEN, S. U. Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segments. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2031, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., p. 43–51, 2007.

JOHANSSON, C.; LÖVENHEIM, B.; SCHANTZ, P.; WAHLGREN, L.; ALMSTRÖM, P.; MARKSTEDT, A.; STRÖMGREN, M.; FORSBERG, B.; SOMMAR, J. N. Impacts on air pollution and health by changing commuting from car to bicycle. **Science of The Total Environment**, v. 584–585, p. 55–63, 2017.

JONES, P.; GROSVENOR, T.; WOFINDER, D. **Public attitudes to transport policy and the environment: an in-depth exploratory study**, summary report to the Department of Transport. Transport Studies Group, University of Westminster, London. 1996.

KANG, K.; LEE, K. Development of a Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v.16, n. 6, p.1032-1039, 2012.

KANG, L.; FRICKER, J. D. Bicyclist commuters' choice of on-street versus off-street route segments. **Transportation**, v. 40, n. 5, p. 887–902, 2013.

KELLY, C. M. et al. Using Google Street View to Audit the Built Environment: Inter-rater Reliability Results. **Ann Behav Med**, 45, p. 108–112, 2013.

KIRNER, J. **Proposta de um método para a definição de rotas cicláveis em áreas urbanas**. 2006. 228 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

KOH, P. P.; WONG, Y. D. Influence of infrastructural compatibility factors on walking and cycling route choices. **Journal of Environmental Psychology**, v. 36, p. 202-213, 2013.

KRENN, P.; OJA, P.; TITZE, S. Route choices of transport bicyclists: a comparison of actually used and shortest routes. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 11, n. 1, 2014.

KRIZEK, K.; EL-GENEIDY, A.; THOMPSON, K. A detailed analysis of how an urban trail system affects the travel of cyclists. **Transportation**, v. 34, n. 5, p. 611-624. 2007.

KRIZEK, K. J. Two approaches to valuing some of bicycle facilities' presumed benefits. **Journal of the American Planning Association**, v. 72, n. 3, 2006.

KRIZEK, K. J.; JOHNSON, P. J.; TILAHUN, N. Gender differences in Bicycling Behavior and Facility Preferences. **Conference on Research on Women's Issues in Transportation**, Chicago, Illinois, EUA, 2004.

LANDIS, B. W. Bicycle Interaction Hazard Score: A Theoretical Model. **Transportation Research Record**, 1438, p. 03-08, 1994.

LANDIS, B. W. et al. Intersection level of service: the bicycle through movement. **Transportation Research Record**, 1828, p. 101-106, 2003.

LANDIS, B. W.; VATTIKUTI, V. R.; BRANNICK, M. T. Real-time human perceptions: toward a bicycle level of service. **Transportation Research Record**, 1578, 119-126, 1997.

LAND TRANSPORT SAFETY AUTHORITY (LTSA). **Cycle network and route planning guide**. New Zealand, 2004. Disponível em: <<https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/cycle-network-and-route-planning/docs/cycle-network-and-route-planning.pdf>>. Acesso em: mar. 2015.

LARSEN, J.; EL-GENEIDY, A. A Travel Behavior Analysis of Urban Cycling Facilities in Montreal Canada. **Transportation Research Part D**, v. 16, n. 2, p.172-177, 2011.

LEE, B. H. Y.; JENNINGS, L.; EL-GENEIDY, A. M. How does land use influence cyclist route choice? A geospatial analysis of commuter routes and cycling facilities. **Transportation Research Board 90th Annual Meeting**, Washington DC, 13 p. 2011.

LEITE, M. I. S. **Aplicabilidade dos SIG na Gestão dos Transportes Públicos** – Caso de Estudo: Município de Almada. Trabalho de Projeto em Gestão do Território – Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa, 2012.

LI, Z. et al. Physical environments influencing bicyclists' perception of comfort on separated and on-street bicycle facilities. **Transportation Research Part D**, v. 17, n. 3, p. 256–261, 2012.

MAGALHÃES, J. R. L.; CAMPOS, V. B. G.; BANDEIRA, R. A. M. Metodologia para identificação de redes de rotas cicláveis em áreas urbanas. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 3, p. 35-39, 2015.

MCPHEDRAN, B.; NICHOLLS, A. **Measuring the cycling levels of service in Wellington – How bad is it?**. IPENZ Transportation Group Conference, Wellington, 2014.

MENGHINI G. et al. Route choice of cyclists in Zurich. **Transportation Research Part A**, v. 44, n. 9, p. 754-765, 2010.

MENZORI, M. Capítulo 5 – Sistema de Posicionamento Global (GPS). In: \_\_\_\_\_. **Georreferenciamento. Conceitos**. São Paulo: Baraúna, 2017. p. 166-203.

MILAKIS, D. et al. Planning of the Athens metropolitan cycle network using participative multicriteria GIS analysis. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 48, 2012. p. 816 – 826.

MIRANDA, A. C. M. Se tivesse que ensinar a projetar ciclovias. In: **Caderno Técnico ANTP nº 7 Integração nos Transportes Públicos – ANTP**. São Paulo, 2007. p. 68-111.

MONTEIRO, F. B.; CAMPOS, V. B. G. **Métodos de avaliação da qualidade dos espaços para ciclistas**. XXV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belo Horizonte, MG. 2011.

MOUDON, A. V. et al. Cycling and the built environment, a US perspective. **Transportation Research Part D**, v. 10, n. 3, p. 245–261, 2005.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 1. ed. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003. v. 1. 294 p.

NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVERESI, O. **Por que manter árvores na área urbana?**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009 (Documentos).

OJA, P. et al. Health benefits of cycling: a systematic review. **Scand J Med Sci Spor**, v. 21, n. 4, p. 96–509, 2011.

OLIVEIRA, C. M. et al. Procedimento para realização de pesquisa origem-destino via internet em polos geradores de viagens. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 29, 2015, Ouro Preto – MG. **Anais do Congresso ANPET – 2015**. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2015. p. 1227-1239.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. John Wiley & Sons. 2011. Disponível em: <<https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/flashd/static/Premolab/ModelingTransport.pdf>>. Acesso em: set. 2015.

PITILIN, T. R. **Identificação dos principais fatores a serem considerados para o projeto de uma rede cicloviária**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. P. Identificação dos principais atributos para o projeto de uma rede cicloviária. In: XXX ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2016, Rio de Janeiro, RJ. **Anais do XXX ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**, 2016.

PLANO DE MOBILIDADE URBANA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PLANMOB SJC). **Sobre o PlanMob**. Disponível em: <<http://planmob.sjc.sp.gov.br/index.php/planmob-sjc>>. Acesso em: mar. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **Lei Complementar nº 576, de 15 de março de 2016b. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana, e dá outras providências**. Disponível em: <<http://planmob.sjc.sp.gov.br/wp-content/uploads/downloads/811fa64a27e9cdd1264a1043c8c16dd3.pdf>>. Acesso em: fev. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). Secretaria de Transportes. **Anexo I - Plano estratégico. Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Campos – PlanMob SJC**. 2015a. Disponível em: <<http://planmob.sjc.sp.gov.br/wp-content/uploads/downloads/2a87e178cc2b89fb6fcfc63af6bf54f7.pdf>>. Acesso em: fev. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **Plano Diretor de Mobilidade Urbana de São José dos Campos – PlanMob SJC**. Caderno Preliminar - Relatório da mobilidade urbana. Diagnóstico e prognóstico. 2015b. Disponível em: <[https://www.sjc.sp.gov.br/media/704539/diagnostico\\_planmob.pdf](https://www.sjc.sp.gov.br/media/704539/diagnostico_planmob.pdf)>. Acesso em: mar. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **Portal do Cidadão. Transportes. Bicletas. Estrutura Cicloviária. Passo a Passo**. Disponível em: <<http://www.portaldocidadao.sjc.sp.gov.br/Home/Servico?servicoID=2294>>. Acesso em: fev. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado. 2006. **Regiões Geográficas**. Disponível em: <<http://www.sjc.sp.gov.br/media/24458/02lc306regioesgeograficas.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **Relatório de acidentes de trânsito. Análise dos acidentes com vítimas leves, graves e fatais ocorridos em São José dos Campos**. 2014. Secretaria de transportes. Supervisão de estatísticas de acidentes de trânsito.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **São José em dados. Informações sobre a cidade de São José dos Campos. 2012**. Secretaria de Planejamento Urbano. Departamento de Planejamento Urbano. Divisão de Pesquisa.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). **São José em dados. Informações sobre a cidade de São José dos Campos. 2016a**. Secretaria de Planejamento Urbano. Departamento de Planejamento Urbano. Divisão de Pesquisa.

PROVIDELO, J. K. **Nível de serviço para bicicletas: um estudo de caso nas cidades de São Carlos e Rio Claro**. 2011. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. Roadway and traffic characteristics for bicycling. **Transportation**, v. 38, p. 765-777, 2011.

PUCHER, J.; DILL, J.; HANDY, S. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. **Preventive Medicine**, v. 50, p. 106–125. 2010.

QGIS BRASIL. **Sobre o QGIS**. Disponível em: <<http://qgisbrasil.org/>>. Acesso em: mar. 2017.

RAFORD, N.; CHIARADIA, A.; GIL, J. **Space Syntax: The Role of Urban Form in Cyclist Route Choice in Central London**. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM. Safe Transportation Research & Education Center.

RAIA JÚNIOR, A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

RIBEIRO, D. M. S.; FREITAS, I. M. D. P.; MIRANDA, S. C. F. **Análise das interferências provocadas por inclinações no transporte não motorizado**. In: XXVIII ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Curitiba-PR, 2014.

RIBEIRO, S. K. Reflexões sobre sustentabilidade urbana. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, p. 4-5, 2015.

ROAD DIRECTORATE. **Collection of Cycle Concepts**. Copenhagen: Road Directorate, 2000.

RUNDLE, A. G. et al. Using Google Street View to Audit Neighborhood Environments. **Am J Prev Med**, n. 40, v. 1, p. 94–100, 2011.

RYBARCZYK, G.; WU, C. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. **Applied Geography**, n. 30, p. 282-293, 2010.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Lei Complementar nº 1.166, de 9 de janeiro de 2012. Cria a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, e dá providências correlatas**. DOE-I 10/01/2012, p. 1. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20120110&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: jan. 2016.

SILVA, A. N. R.; RAMOS, R. A. R.; SOUZA, L. C. L. de; RODRIGUES, D. S.; MENDES, J. F. G. **SIG - Uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes**. 2. ed. São Carlos - SP: EdUFSCar, 2008. v. 500. 229 p.

SEGADILHA, A. B. P. **Identificação dos fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas: estudo de caso da cidade de São Carlos**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

SEGADILHA, A. B. P.; SANCHES S. P. Identification of factors that influence cyclists' route choice. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 160, p. 372 – 380, 2014a.

SEGADILHA, A. B. P.; SANCHES S. P. Fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas. **Revista dos Transportes Públicos**, ano 36, v. 01, p. 43-56, 2014b.

SEGADILHA, A. B. P.; SANCHES, S. P. Análise de rotas de viagens por bicicleta usando GPS e SIG. In: XXVIII Congresso de Ensino e Pesquisa em Transporte – ANPET, 28, 2014c, Curitiba. **Anais...** 13 p.

SEGADILHA, A. B. P.; SANCHES, S. P. Analysis of bicycle commuter routes using GPSs and GIS. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 162, p. 198 – 207, 2014d.

SENER, I. N.; ELURU, N.; BHAT, C. R. An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US. **Transportation**, v. 36, n. 5, p. 511–539, 2009.

SILVA, A. P.; MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S. Mapeamento da Distribuição Espacial da População Utilizando o Método Dasimétrico: Exemplo de Caso no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 37-47, 2013.

SILVA, C. H. S.; GUALBERTO, S.; TUPINAMBÁS, W. J. M.; SARAIVA, C. Coordenadas Topográficas X Coordenadas UTM. **MundoGEO**, 05 de junho de 2013. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2013/06/05/coordenadas-topograficas-x-coordenadas-utm/>>. Acesso em: abr. 2017.

SMITH, O. Commute well-being differences by mode: Evidence from Portland, Oregon, USA. **Journal of Transport & Health**, 2016.

SNIZEK, B.; NIELSEN, T. A. S.; SKOV-PETERSEN, H. Mapping bicyclists' experiences in Copenhagen. **Journal of Transport Geography**, v. 30, p. 227–233, 2013.

SORTON, A.; WALSH, T. Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility. **Transportation Research Record**, 1438, p. 17-24, 1994.

STINSON, M. A.; BHAT, C. R. A Comparison of the Route Preferences of Experienced and Inexperienced Bicycle Commuters. **84th Annual Meeting of Transportation Research Board**, Transportation from the Customer's Perspective. 2004.

STINSON, M. A.; BHAT, C. R. An Analysis of Commuter Bicyclist Route Choice Using a Stated Preference Survey. **Transportation Research Board**. National Research Council, Washington, D.C. 2003.

TAVARES, D. M. **Método para análise de polos geradores de viagens utilizando ferramentas de microssimulação**. 2011. 188 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2011.

TILAHUN, N.; LEVINSON, D. M.; KRIZEK, K. J. Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. **Transportation Research Part A**, 41, p. 287–301, 2007.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). **Highway Capacity Manual**. Washington, D.C.: National Research Council, 2000.

TURNER, S.; SHAFER, C.; STEWART, W. **Bicycle suitability criteria: literature review and state-of-the-practice survey**. Dallas, Texas, EUA: Texas Transportation Institute, 1997.

VOLPATO, M. M. L. et al. **GPS de navegação: dicas ao usuário**. Circular Técnica n. 45, novembro de 2008. EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29382/1/GPS-de-navigacao.pdf>>. Acesso em: mar. 2017.

WINTERS, M. et al. How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car travel. TRB 2010 Annual Meeting. **Annals**, 2010.

WINTERS, M.; TESCHKE, K. Route preferences among adults in the near market for bicycling: Findings of the cycling in cities study. **American Journal of Health Promotion**, v. 25, n. 1, 2010.

WITTINK, R., E GODEFROOLJ, T. **Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook**. 2009. Utrecht: GTZ.

YANG, C.; MESBAH, M. Route Choice Behaviour of Cyclists by Stated Preference and Revealed Preference. **Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings**, Brisbane, Austrália.

ZAIONTZ, C. **Real Statistics Using Excel. Real Statistics Resource Pack**. Disponível em: <<http://www.real-statistics.com/free-download/real-statistics-resource-pack/>>. Acesso em: mar. 2017.

ZHANG, Y. et al. A GIS based Bicycle Level of Service Route Model. 2016. In: **Proceedings of the 13th international conference on design & decision support systems in architecture and urban planning**, June 2016, Eindhoven, The Netherlands. 16 p.

ZHANG, Y. **Evaluation of Bicycle Infrastructure at Route Level in Enschede, the Netherlands**. 2015. 70 p. Thesis (Master of Science in Geo-information Science and Earth Observation) - Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, University of Twente, Enschede, the Netherlands, May, 2015.

ZHAO, P. The Impact of the Built Environment on Bicycle Commuting: Evidence from Beijing. **Urban Studies**, v. 51, n. 5, p. 1019-1037, 2014.

**APÊNDICE A – Estudos sobre os fatores que influenciam na escolha da rota dos ciclistas**

A seguir são elencados os principais fatores que influenciam na escolha das rotas percorridas pelos ciclistas, subdivididos em cinco categorias. Ao final é feita uma análise deste referencial teórico.

### **2.1.1. Características Físicas**

- **Existência e condições das infraestruturas cicloviárias**

Stinson e Bhat (2004), em uma pesquisa de preferência declarada aplicada em Austins, Texas (EUA), constataram que, de maneira geral, ciclistas têm preferência por rotas com infraestruturas cicloviárias, especialmente entre ciclistas inexperientes. Da mesma forma, na pesquisa de Pitolin e Sanches (2016), em que foram aplicados questionários para avaliação da importância de 20 atributos que podem influenciar na qualidade de uma rota para ciclistas, as autoras também identificaram a importância da existência de infraestrutura cicloviária para os ciclistas.

Bernhoft e Carstensen (2008) identificaram que, tanto para grupos de ciclistas idosos quanto para grupos de ciclistas jovens, a presença de ciclovias é importante para o quesito conforto e para a escolha das rotas. Ademais, ambos os grupos consideram perigosa a ausência de ciclovias. Tais indicativos foram encontrados em uma proporção significativamente maior entre idosos.

A pesquisa de Dill (2009) apontou que metade das distâncias das viagens feitas por ciclistas em Portland, Oregon (EUA) ocorreram em vias com ciclovias, ciclofaixas ou algum outro tipo de infraestrutura cicloviárias, embora tais estruturas correspondessem a apenas 8% da rede viária da cidade. Para a supracitada autora, o mais notável foi que 14% das viagens realizadas por ciclistas em viagens utilitárias ocorreram em ciclovias, sendo que este tipo de infraestrutura cicloviária compõem apenas 2% da rede disponível para ciclistas na região. Complementarmente, em um estudo também realizado em Portland, Broach, Dill e Gliebe (2012) identificaram uma preferência por infraestruturas cicloviárias segregadas entre os ciclistas consultados.

Em um estudo realizado na Região Metropolitana de Minneapolis-Saint Paul, Minnesota (EUA), que tencionava medir quanto tempo adicional um ciclista estaria disposto a dispensar em suas viagens utilitárias no intuito de acessar infraestruturas cicloviárias, Krizek (2006) identificou a preferência por infraestruturas compartilhadas com o tráfego. Complementarmente, Tilahun, Levinson e Krizek (2007), utilizando-se de métodos de preferência declarada, igualmente constataram a preferência por infraestruturas cicloviárias compartilhadas. Os autores de ambos os estudos não teorizam o porquê desta preferência. Possivelmente estes resultados podem ser explicados pelas características das ciclovias existentes, que podem ser mais voltadas ao lazer (o que não atrairia ciclistas em viagens utilitárias em razão da ausência de linearidade).

Por outro lado, Larsen e El-Geneidy (2011) em uma pesquisa realizada em Montreal (Canadá), avaliaram a diferença entre as rotas percorridas pelos ciclistas (informadas mediante questionários e incorporadas a um SIG) e os menores caminhos possíveis. Estes autores averiguaram o desvio do menor caminho para o uso de ciclovias, em detrimento de estruturas compartilhadas.

No estudo de Krenn, Oja e Titze, (2014) os autores verificaram que a porcentagem de infraestruturas cicloviárias presentes nas rotas reais era superior a 61%, enquanto que nos menores caminhos possíveis era de cerca de 50%. Um indicativo de que, frequentemente, os ciclistas estão dispostos a viajar por distâncias mais longas, de modo a possibilitar a inclusão das infraestruturas cicloviárias em seus trajetos (ABRAHAM et al., 2002; WINTERS et al., 2010).

Corroborando a assertiva anterior, em uma análise realizada em Minneapolis, Minnesota (EUA) sobre a propensão de utilizar uma infraestrutura cicloviária em relação ao menor caminho, Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007) descobriram que os ciclistas percorrem, em média, percursos 67% mais longos no intuito de incluir tais infraestruturas em seus caminhos.

Ademais, Broach, Gliebe e Dill (2011), ao observarem as rotas registradas por aparelhos GPS para o desenvolvimento de um modelo para escolha de rotas ciclísticas, notaram que mais da metade das viagens dos ciclistas (53%) ocorreram em instalações com infraestrutura

ciclovial. Todavia, os autores não especificaram a porcentagem para cada motivo de viagem (utilitárias ou recreacionais).

- Conservação do pavimento

Winters e Teschke (2010) reconheceram uma preferência por rotas em vias pavimentadas, especialmente entre ciclistas regulares.

Entretanto, ao avaliar a qualidade do pavimento das vias percorridas pelos ciclistas, e comparar as rotas reais com os menores caminhos, Segadilha e Sanches (2014d) observaram que não houve preferência pelo tipo de pavimento, ou seja, não foi possível constatar uma relação entre o desvio do caminho mais curto em função da possibilidade de percorrer vias com pavimentos em melhores condições. Este resultado pode ser atribuído às más condições em geral das vias na cidade em que o estudo foi desenvolvido (São Carlos-SP, Brasil).

- Topografia/Declividade

Dentre os fatores mais comumente associados à escolha da rota está a declividade. Existem indícios de uma grande relação de importância referente a este item, em que ciclistas preferem pedalar 2,2 km em terrenos planos, caso a alternativa seja 1,6 km em terrenos com inclinações de 2 a 4%, conforme exposto no estudo de Broach, Dill e Gliebe (2012), realizado em Portland, Oregon (EUA). Ademais, Broach, Gliebe e Dill (2009) averiguaram que os ciclistas viajariam 27% a mais para evitar uma adição de 1% nas inclinações da rota.

Entre ciclistas em viagens utilitárias, Stinson e Bhat (2003, 2004), assim como Sener, Eluru e Bhat (2009), constataram em seus estudos que apesar de os ciclistas preferirem terrenos planos a ambientes montanhosos, eles também preferem declividade moderada a terrenos completamente planos. Entre os ciclistas em viagens utilitárias, a pesquisa de Sener, Eluru e Bhat (2009) indicou que 63% preferem inclinações moderadas e 37% terrenos com superfície plana.

As prováveis explicações para essa predileção advêm da eventual relação entre declividade moderada e vistas panorâmicas, ou seja, belezas cênicas, e busca por paisagens que

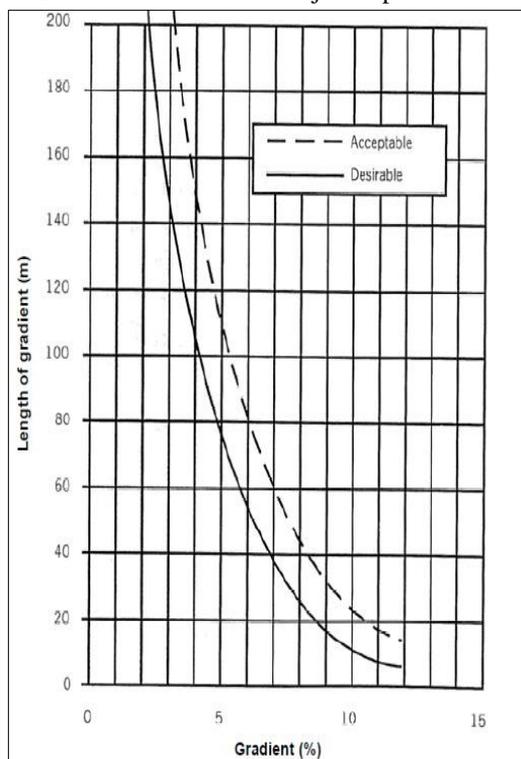
não sejam monótonas como as potencialmente encontradas em terrenos planos (SENER, ELURU e BHAT, 2009), além dos benefícios provenientes da atividade física, intensa em terrenos com declividade moderada, mas, ainda assim, menos extenuante do que em ambientes montanhosos (STINSON e BHAT, 2003).

Complementarmente, de modo indireto, a declividade emerge como um fator relevante ao associar-se com o tempo de viagem e os sinais de parada obrigatória, já que pode acarretar atrasos (STINSON e BHAT, 2003), e em um esforço extra requerido para adquirir uma velocidade estável após a parada (FAJANS e CURRY, 2001).

Austroroads (2011) recomenda que, a menos que seja inevitável, inclinações mais acentuadas do que 5% devem ser evitadas, sendo indicado o fornecimento de seções planas no decorrer do trajeto (de cerca de 20 metros de extensão), em intervalos regulares para atenuar o esforço físico dos ciclistas.

Na Figura 1 são demonstrados os comprimentos máximos de gradiente de subida aceitável para os ciclistas.

**Figura 1** - Gradientes de subida desejáveis para facilitar o ciclismo



Fonte: Austroroads (2011)

A partir da análise da Figura 1, é possível notar que, quanto maior o comprimento do gradiente, menor a inclinação desejável (%), sendo que acima de 3% de inclinação, o comprimento aceitável reduz-se rapidamente, considerando-se 3% uma inclinação máxima desejável.

Adicionalmente, de acordo com AASHTO (1999), inclinações superiores a 5% são indesejáveis, pois elevações dificultam o percurso do ciclista na subida, sendo que na descida alguns ciclistas podem exceder as velocidades em que se sentem confortáveis. Havendo a necessidade de exceder inclinações de 5%, algumas restrições e graus de comprimentos são sugeridos (Quadro 1).

**Quadro 1** –Inclinações recomendadas para graus de comprimento dos gradientes

5-6% para até 240 metros
7% para até 120 metros
8% para até 90 metros
9% para até 60 metros
10% para até 30 metros
11+% para até 15 metros

**Fonte:** Adaptado de AASHTO (1999)

Nessa mesma perspectiva de relação entre inclinações e distância, Magalhães, Campos e Bandeira (2015) compilaram critérios de declividade de cinco manuais de projetos de rotas cicláveis, em que todos forneciam a aceitabilidade da declividade em função do comprimento ou do desnível, conforme Quadro 2:

**Quadro 2** – Declividade em função do comprimento ou do desnível da rampa

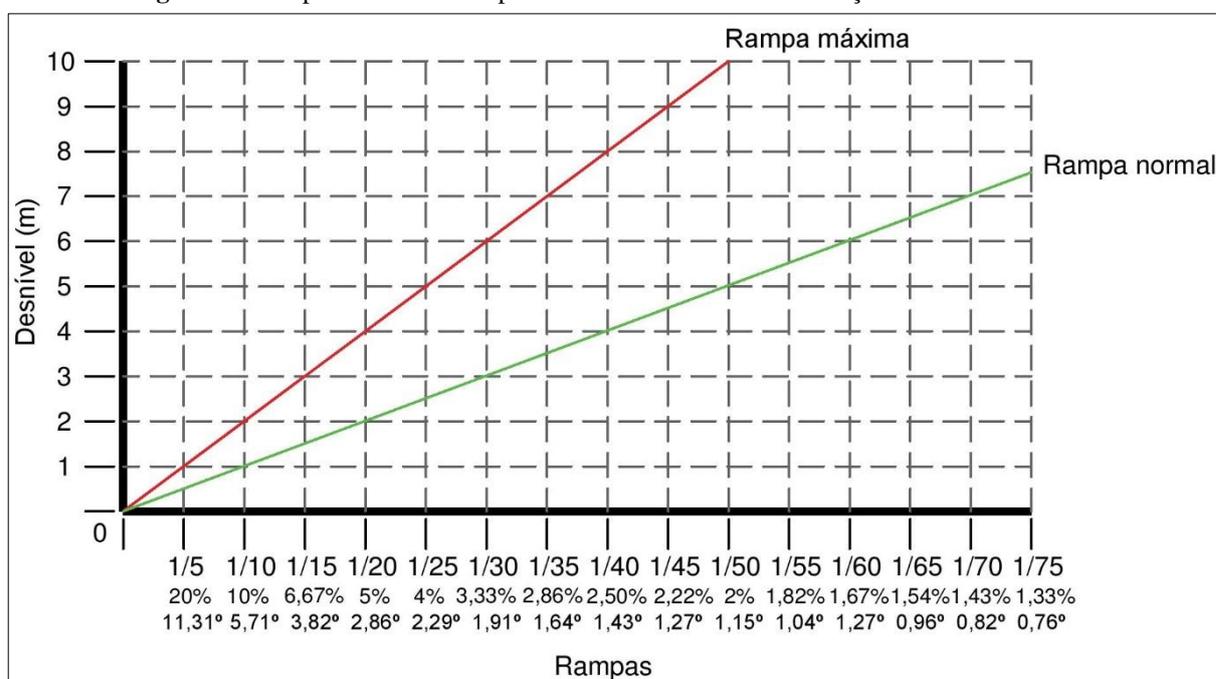
Origem	Desejável	Intervalo	Aceitável	Intervalo	Inaceitável	Intervalo
FHWA (1979)	Até 7%	0-610 metros <sup>1</sup>	Entre 2% e 11%	0-610 metros <sup>1</sup>	Acima de 3% a 11%	0-610 metros <sup>1</sup>
AASHTO (1999)	Até 3%	-----	Entre 3% e 5%	-----	Acima de 5%	15-240 metros <sup>1</sup>
Road Directorate (2000)	Até 3%	-----	Entre 3% e 5%	50-500 metros <sup>1</sup>	Acima de 5%	-----
GEIPOT (2001)	Até 2%	-----	Acima de 2%	Até 10 metros <sup>2</sup>	Acima de 2%	Até 10 metros <sup>2</sup>
Astroroads (2011)	Até 3%; ou acima	~7-200 metros <sup>1</sup>	Entre 3 e 12 %	~7-200 metros <sup>1</sup>	Entre 4 e 12%	~7-200 metros <sup>1</sup>

**Notas:** (1) Intervalo de comprimento (2) Intervalo de desnível altimétrico do terreno

**Fonte:** Adaptado de Magalhães, Campos e Bandeira (2015)

Dentre os cinco manuais supramencionados, o do GEIPOT (2001) traz uma ilustração das inclinações máximas e mínimas admitidas, conforme adaptação expressa na Figura 2:

**Figura 2 - Rampas normais e rampas máximas admissíveis em função do desnível a vencer**



**Fonte:** Adaptação de GEIPOT (2001)

De acordo com o mesmo manual, a importância da busca pela atenuação das rampas deve-se à característica intrínseca da necessidade de propulsão humana para uso deste modo de transporte. Assim, GEIPOT (2001) recomenda que sejam observadas as relações apresentadas na Figura 2 no planejamento de infraestruturas cicloviárias.

Interpretando a Figura 2, percebe-se que “[...] para um desnível de 4 m, por exemplo, 5% de inclinação corresponde ao máximo recomendado” (RIBEIRO, FREITAS E MIRANDA, 2014, p. 7). Em outras palavras, para superar um desnível de quatro metros, sugere-se uma inclinação máxima de 1/20 (sendo necessário percorrer 20 metros horizontais para vencer um metro de desnível) ou 5% (2,86°) de inclinação.

Ainda segundo GEIPOT (2001, p. 43), “é interessante observar que os ciclistas normalmente preferem rampas mais acentuadas, por pequenos trechos, a rampas muito longas, mesmo que suaves”. Algo condizente com a análise da Figura 2, feita por Ribeiro, Freitas e Miranda (2014, p. 7), ao afirmarem que “quanto maiores os desníveis, menores os valores correspondentes de rampas”.

- Estacionamentos para automóveis

Quando permitidos, os estacionamentos podem estar dispostos de modo paralelo ou em ângulo na via. Estes são apontado na literatura científica como um fator recorrente na escolha da rota (MENGHINI et al., 2010), sendo geralmente evitados, com predileção por ruas sem estacionamentos entre os ciclistas (STINSON e BHAT, 2003, 2004; TILAHUN, LEVINSON e KRIZEK, 2007).

Analisando a preferência de rotas entre ciclistas regulares, ocasionais e potenciais, Winters e Teschke (2010) identificaram que a presença de estacionamentos para automóveis nas vias tornava a rota menos desejável.

Com base em um tempo inicial de viagem de 20 minutos, os ciclistas apresentaram disposição em percorrer rotas 8,9 minutos mais longas no intuito de circular por vias sem estacionamentos para automóveis, de acordo com pesquisa desenvolvida por Krizek (2006).

Sener, Eluru e Bhat (2009) constataram que os homens são mais propensos do que as mulheres a evitarem rotas em que o estacionamento é permitido, e a presença destas estruturas é vista como um impedimento maior entre ciclistas que percorrem longas viagens utilitárias (distâncias superiores a 8 km). Este último resultado pode ser atribuído ao constante estado de vigilância necessário para viagens longas em vias com estacionamentos. Os mesmos autores também atestaram uma maior aversão, entre ciclistas, por estacionamentos paralelos na via, com menor resistência para estacionamentos em ângulo, exceto entre jovens adultos (na faixa etária de 18 a 24 anos). Para os autores, este resultado se justifica pela melhor visibilidade conferida aos automóveis ao manobrem em estacionamentos em ângulo.

A oposição aos estacionamentos é compreensível, já que estes diminuem o campo de visão nos cruzamentos (STINSON e BHAT, 2003), representam um obstáculo para a movimentação do ciclista, e são considerados uma ameaça à segurança (BERNHOF e CARSTENSEN, 2008; SENER, ELURU e BHAT, 2009), além de proporcionarem possíveis atrasos. Existe também o receio, entre ciclistas, quanto à possibilidade de abertura das portas dos veículos e saída das vagas sem que os motoristas os enxerguem (STINSON e BHAT, 2004).

- Barreiras/obstáculos

De modo indireto, a necessidade de transpor barreiras físicas (como, por exemplo, pontes, túneis, viadutos, rodovias, ferrovias, etc.) influencia o planejamento das rotas a serem percorridas pois, caso não existam estruturas adequadas que possibilitem o uso pelos ciclistas, estas barreiras podem causar desconfortos para serem atravessadas, ou serem percebidas como um obstáculo à linearidade da rota. A necessidade de atravessar uma rodovia, por exemplo, pode ser percebida como uma barreira, independentemente de qualquer efeito que tenha sobre a distância (EMOND e HANDY, 2012).

O estudo de Stinson e Bhat (2003) indicou que os ciclistas preferem um ambiente em que o tráfego motorizado não é permitido em pontes, ou que tais estruturas incluam áreas segregadas para a passagem por bicicleta. Para os autores, tal preferência se assenta na realidade de várias pontes existentes, que possuem faixas viárias e calçadas estreitas, o que acarreta insegurança na passagem com a bicicleta.

No entanto, Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997) alegaram que, apesar de pontes constantemente serem vistas como empecilhos para o transporte cicloviário, o conjunto de dados destes autores indica que os ciclistas optam por percorrer pontes mesmo quando outras rotas razoavelmente diretas estão disponíveis, indicando que tais estruturas não são obstáculos para os ciclistas em viagens utilitárias. É válido ressaltar, entretanto, a existência de mais de 200 pontes no percurso das 397 rotas analisadas pelos autores.

Com o objetivo de investigar como a rede viária e o ambiente construído influenciam as rotas possíveis e reais escolhidas pelos ciclistas, Casello, Rewa e Nour (2012) demonstraram que determinados padrões de uso do solo acarretam penalidades aos ciclistas em termos de distância adicional necessária, visto que em áreas com vias curvilíneas e indiretas, por exemplo, os ciclistas são obrigados a percorrer longas distâncias em comparação com uma rede de ruas com um padrão de grade tradicional, mais direto e retilíneo. Os autores exemplificaram com a exposição de uma situação em que a existência de uma autoestrada era vista como empecilho à transposição dos ciclistas. Assim, neste estudo, a obstaculização se apresenta em função do desenho da rede viária, que acarreta em aumento na distância a ser percorrida.

- Largura/Número de faixas de tráfego

Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997), ao determinarem as características de 397 rotas percorridas por ciclistas em viagens utilitárias em Guelph, Ontário (Canadá), e compará-las com o menor caminho possível entre os pontos de origem e destino, constataram que 25% das viagens ocorreram em vias arteriais com quatro ou seis faixas de tráfego, e 21% em vias artérias com duas faixas. 35% das viagens ocorreu em vias locais, sendo que 14% das rotas percorriam vias coletoras.

Ao comparar a largura da faixa com outros fatores (como tempo de viagem, volume de veículos motorizados, número de sinais de parada obrigatória (semáforos) e cruzamentos, velocidade dos veículos motorizados, presença de estacionamento para automóveis na via e continuidade da infraestrutura cicloviária), Sener, Eluru e Bhat (2009) identificaram que se trata do atributo de menor importância na escolha das rotas pelos ciclistas.

### **2.1.2. Características do tráfego**

- Sinalizações de parada

Em alguns casos, os ciclistas percorreram trajetos com menor quantidade de semáforos e cruzamentos do que as rotas mais curtas possíveis, supostamente no intuito de economizar tempo e manter a velocidade, de acordo com Krenn, Oja e Titze (2014). Nesse sentido, Broach, Gliebe e Dill (2009) descobriram que os ciclistas estão dispostos a desviar 13% de seu caminho para evitar cruzamentos não sinalizados em vias principais. Conversões à esquerda não sinalizadas e em vias com grande volume de tráfego também são condições que implicaram em probabilidade (9%) de incremento na distância que os ciclistas estariam dispostos a percorrer.

O nível de aversão à sinalização de parada obrigatória chega a tal ponto que, no estudo desenvolvido por Fajans e Curry (2001), os ciclistas preferiram trafegar por uma via com tráfego de veículos mais intenso, mas com menos semáforos e sinais de parada, do que percorrer uma via com infraestrutura cicloviária, teoricamente mais segura, mas com várias sinalizações de parada e semáforos. Segundo os autores, esse fenômeno pode estar relacionado ao gasto energético necessário para que os ciclistas recuperem a velocidade após uma parada, já que a

força extra necessária para atingir uma velocidade estável após ter que parar em um semáforo é particularmente grande para os ciclistas.

Contraditoriamente, em um estudo que analisou 397 rotas percorridas por ciclistas em viagens utilitárias, Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997) constataram que as rotas percorridas pelos ciclistas possuíam mais sinalizações de trânsito do que os caminhos mais curtos, em função da necessidade de atravessar vias principais e para a realização de movimentos de conversão. Todavia, é válido destacar que neste estudo os ciclistas que participaram da pesquisa geralmente utilizaram vias principais (com maior quantidade de sinalizações de parada, provavelmente).

Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007) também inferiram que as interseções não se apresentam como impedimentos para a escolha da rota, visto que os ciclistas consultados durante a pesquisa percorriam trajetos com maior quantidade de interseções do que os menores caminhos. Para os autores, trata-se de um resultado esperado, visto que quanto maiores forem as distâncias percorridas, aumentam-se as chances de haverem tais estruturas no trajeto.

- Limite de velocidade

Em uma pesquisa realizada pela internet com ciclistas do Texas, Sener, Eluru e Bhat (2009) avaliaram a influência de atributos relacionados às características demográficas dos ciclistas e das rotas percorridas por estes na escolha de seus trajetos. Os autores observaram uma predileção por vias com limites de velocidade reduzidos e, embora os ciclistas experientes e em deslocamentos utilitários de longa distância prefiram velocidades moderadas, até mesmo indivíduos com esse perfil evitam vias com elevados limites de velocidade, em função do aumento substancial no risco de acidentes.

Na pesquisa desenvolvida por Krenn, Oja e Titze (2014) houve a constatação de que os ciclistas evitam vias principais (com elevados limites de velocidade) em detrimento da distância, isto é, as rotas reais continham 9,8% destas vias, enquanto o menor caminho possuía 21,2%, indicando que os ciclistas evitavam percorrer o menor caminho em função, provavelmente, das características da via.

Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997) relataram que mais de um quarto (27%) das rotas ciclísticas que pesquisaram possuíam algum segmento onde o limite de velocidade era superior a 50 km/h, ocorrendo, majoritariamente, em vias arteriais. Ressalta-se que além de os trechos com altas velocidades possuírem uma média de 1.1 km, a diferença entre os caminhos mais curtos e as rotas reais foram pequenas (em média, 55% das rotas reais se sobrepunham ao menor caminho possível), indicando a potencial primazia por percursos curtos, mesmo que para isso seja necessário percorrer vias com altos limites de velocidade.

- Volume de veículos motorizados

Abraham et al. (2002), Stinson e Bhat (2003, 2004), Broach, Gliebe e Dill (2009), Dill (2009) e Winters et al. (2010) observaram uma menor atratividade por vias arteriais entre os ciclistas, e maior preferência por vias de baixo volume de tráfego (residenciais). De modo complementar, na pesquisa de Segadilha e Sanches (2014c, 2014d), as autoras identificaram que, em mais da metade dos percursos (cerca de 54%), as rotas passavam por vias locais. As autoras atribuem este resultado ao fato de que a passagem por tais vias é necessária para o acesso aos bairros onde se localizam as origens e os destinos dos ciclistas. Cerca de 24% das viagens ocorreram em vias arteriais.

Sener, Eluru e Bhat (2009) igualmente identificaram a opção por menores volumes de tráfego, especialmente entre ciclistas em longas viagens utilitárias. Segundo os autores, isso se deve, possivelmente, à duração de exposição ao tráfego e, conseqüentemente, às preocupações com a segurança viária. Em rotas ao longo de vias arteriais, os mesmos autores notaram uma maior sensibilidade ao tempo de viagem entre os ciclistas, o que pode ser atribuído ao caráter movimentado e com condições mais perigosas destes locais. Ao associarem a interação do tempo de viagem com a classificação das vias, os mesmos autores identificaram que os ciclistas estão dispostos a tolerar um tempo adicional de cerca de 10% para utilizar rotas em vias locais.

A aversão pelas vias com grande volume de tráfego (arteriais) também foi verificada por Broach, Gliebe e Dill (2011), que identificaram a disposição entre ciclistas de optar por desvios na rota para acessar infraestruturas cicloviárias em vias com menores volumes de tráfego, mesmo quando as rotas desviadas incluíam vias arteriais com infraestruturas segregadas.

Complementarmente, Broach, Dill e Gliebe (2012) afirmaram que, embora as ciclovias forneçam um espaço segregado aos ciclistas, estas se equiparam a vias com reduzido volume de tráfego. Para os mesmos autores, este é um indicativo de que os ciclistas preferem infraestruturas cicloviárias em vias com volume reduzido de veículos, ainda que em compartilhamento com o tráfego, a vias arteriais, mesmo que estas contem com infraestruturas cicloviárias segregadas. Os autores também constataram que, em vias sem ciclovias, os ciclistas são altamente sensíveis a elevados volumes de tráfego.

- **Composição do tráfego**

Além de fatores associados ao tráfego, como velocidade e volume de veículos motorizados, a quantidade de ônibus e caminhões também são fatores relevantes na escolha da rota pelos ciclistas (SEGADILHA e SANCHES, 2014b). Desta forma, a alta densidade de tráfego ao longo da rota pode contribuir para experiências negativas ao pedalar (SNIZEK, NIELSEN e SKOV-PETERSEN, 2013).

Assim como velocidade e volume, a composição do tráfego se associa com o risco de acidentes (WINTERS et al., 2010) e a sensação de segurança viária entre os ciclistas.

### **2.1.3 Características ambientais**

- **Iluminação**

Condições do ambiente são capazes de igualmente influenciar a escolha das rotas dos ciclistas. Dentro dessa questão, tem-se a percepção de segurança (risco de assaltos e agressões) (SENER, ELURU e BHAT, 2009), relacionada à presença de iluminação no período noturno.

- **Arborização**

Em um estudo que buscava mapear as experiências positivas e negativas de ciclistas, além de analisar a correlação destas experiências com características e atributos ambientais, Snizek, Nielsen e Skov-Petersen (2013) constataram que a localização de áreas verdes e cursos hídricos nas proximidades de infraestruturas cicloviárias contribui para uma experiência

positiva. Por conseguinte, os autores concluem que ambientes aquáticos e naturais contribuem para uma melhor experiência de ciclismo.

Entretanto, Lee, Jennings e El-Geneidy (2011) averiguaram uma menor predileção por rotas com parques e áreas abertas. Para os autores, isto se deve ao fato de que tais locais são encontrados com maior frequência em centros comunitários, piscinas e campos esportivos, o que poderia incluir áreas que possuem potencial para congestionamentos ou conflitos pelo excesso de pessoas. Ademais, considerando o foco do estudo (ciclistas em viagens utilitárias), possivelmente as rotas que incluem áreas verdes não são as mais diretas ou curtas, sendo mais atrativas para ciclistas em viagens recreacionais, por exemplo.

- Ocupação do entorno

Muitos ciclistas escolhem os caminhos a percorrer com base no conforto proporcionado pela rota, ou pela qualidade do cenário (KOH e WONG, 2013). Krenn, Oja e Titze (2014) constataram uma maior multiplicidade de usos do solo ao longo das rotas efetivamente utilizadas pelos ciclistas do que ao longo das rotas mais curtas. Já Lee, Jennings e El-Geneidy, (2011) identificaram uma predominância residencial no uso do solo adjacente às rotas percorridas pelos ciclistas, seguido por usos industriais e governamentais.

Além de preferirem percorrer caminhos em bairros residenciais (STINSON e BHAT, 2003), muitos ciclistas evitam áreas estritamente comerciais (com um grande número de lojas e restaurantes), quando em comparação aos menores caminhos possíveis (LEE, JENNINGS e EL-GENEIDY, 2011). Para Lee, Jennings e El-Geneidy (2011), estas preferências devem-se à menor incidência de tráfego veicular e, conseqüentemente, menores probabilidades de potenciais conflitos com os veículos motorizados.

No entanto, ainda que no estudo de Koh e Wong (2013) os autores tenham observado uma maior quantidade de pessoas e ciclistas nas rotas percorridas, em relação aos menores caminhos, essa incidência não chegava a congestionar o trajeto, e muitas vezes tratavam-se de sobreposições em alguns segmentos analisados.

Em um estudo que registrou a rota de 166 ciclistas regulares da região metropolitana de Portland, Oregon (EUA), Dill (2009) inferiu que a multiplicidade de usos interfere na conexão entre viagens. Para a autora, os ciclistas (que tiveram suas rotas gravadas por aparelhos GPS) paravam em determinados locais no trajeto para casa ou trabalho porque beneficiavam-se das políticas e regulamentações da mencionada cidade. Assim sendo, estas políticas e regulamentações deram suporte aos usos múltiplos do solo, permitindo uma melhor ligação entre zonas comerciais e residenciais, por exemplo, o que facilitava o melhor aproveitamento dos trajetos das viagens utilitárias.

Além da multiplicidade de usos, Dill (2009) também atribui a vinculação mais eficiente das viagens dos ciclistas (com diversas possibilidades de destinos intermediários ao longo do trajeto) à estrutura da rede viária de Portland. Segundo a autora, as áreas com maiores níveis de viagens cicloviária possuem uma estrutura viária bem conectada, com vias que compõem um formato em padrão de grade.

- Seguridade (sensação de segurança pessoal)

A sensação de segurança pessoal engloba tanto o medo da criminalidade quando a insegurança viária advinda da interação com veículos motorizados.

A seguridade é uma condição que interfere na opção por caminhos mais longos, em função da possibilidade de acesso às infraestruturas cicloviárias (STINSON e BHAT, 2003), consideradas pelos usuários como importantes para sua segurança e conforto (SENER, ELURU e BHAT, 2009; LI et al., 2012), o que, conseqüentemente, confere maior sensação de segurança, que se acentua entre os usuários menos experientes. Desta forma, frequentemente os ciclistas desviam sua trajetória do menor caminho em função da percepção sobre o perigo da rota que foi evitada (LARSEN e EL-GENEIDY, 2011).

A influência da sensação de segurança na escolha da rota foi constatada por Casello, Nour e Rewa. (2010), em que os autores identificaram este como sendo o atributo mais importante ao aplicar um questionário (com uma escala de relevância com valores de 1 a 5) entre ciclistas de Waterloo, Ontário (Canadá).

Segadilha e Sanches (2014b), também em uma pesquisa com questionários sobre o grau de importância de determinados atributos, identificaram a relevância atribuída pelos respondentes ao fator “segurança pessoal”. Adicionalmente, na pesquisa de Koh e Wong (2013), o fator segurança foi considerado o mais importante para os ciclistas consultados (em uma escala de relevância com valores de 1 a 4).

#### **2.1.4 Características da viagem**

- Tempo de viagem

O tempo de viagem desempenha um papel importante para os ciclistas em viagens utilitárias (YANG e MESBAH, 2013; HRNCIR et al., 2014). Caulfield, Brick e McCarthy (2012), por exemplo, em uma pesquisa de preferência declarada que comparava atributos das rotas, identificaram uma tendência à escolha por percursos mais rápidos (10 minutos, ao invés de 20 ou 30 minutos). Adicionalmente, Stinson e Bhat (2004), também por meio de uma pesquisa de preferência declarada, igualmente constataram a predileção por rotas mais rápidas.

Krizek (2006) verificou que a disposição para percorrer rotas mais demoradas, com base em um tempo médio de viagem de 20 minutos, é de 16,3 minutos adicionais para infraestruturas cicloviárias compartilhadas nas vias (um aumento de mais de 75%), e 5,2 minutos a mais para infraestruturas cicloviárias segregadas.

- Comprimento/Distância

De maneira geral, os ciclistas preferem rotas curtas, que não se desviem excessivamente do menor caminho (HOOD, SALL e CHARLTON, 2011). Em estudos que ciclistas eram solicitados a responder sobre a importância de variados fatores para a escolha de suas rotas (gravadas por aparelhos GPS), por exemplo, Broach, Gliebe e Dill (2009) e Dill (2009) verificaram que o fator com maior pontuação condizia à minimização da distância da viagem.

A escolha do caminho pelos ciclistas não depende unicamente da minimização da distância de viagem. Ciclistas podem escolher trajetos que são mais longos por uma variedade de razões, incluindo: minimizar alterações na elevação, evitar segmentos em que o volume de

veículos e as velocidades permitidas sejam desconfortáveis ao ciclismo, reduzir o número de interseções com paradas, ou limitar interações com os pedestres (SEGADILHA e SANCHES, 2014d). Esta escolha também depende do propósito da viagem (CASELLO, REWA e NOUR, 2012). Assim sendo, o menor caminho não é, necessariamente, o mais atrativo (YANG e MESBAH, 2013).

Em uma abordagem sobre o comprimento de rotas, Segadilha e Sanches (2014d) averiguaram que, em média, as rotas registradas foram 14,6% mais longas do que os menores caminhos possíveis. 70% das viagens realizadas foram, no máximo, 15% mais longas do que o menor caminho; aproximadamente 83% dos ciclistas escolhem trajetos cujos comprimentos eram, no máximo, 20% maiores do que o caminho mais curto; e apenas 4,5% das viagens ocorreram em rotas que excediam o menor caminho em mais de 50%. A distância adicional média foi igual a 220 metros.

Krenn, Oja e Titze (2014) relataram que cerca de 14% das rotas reais não diferiram do menor caminho possível, dois terços dos ciclistas (63%) desviaram mais de 100 metros do menor caminho (o que equivale a uma diferença de, no máximo, 10%), e 86% desviaram apenas 5 metros em comparação com o menor caminho possível. Segundo os autores, os curtos desvios podem ser atribuídos à compacidade e à bem desenvolvida infraestrutura cicloviária da cidade em que a pesquisa foi desenvolvida (Graz, Áustria). Complementarmente, Winters et al. (2010) descobriram que cerca de 39% das rotas reais percorridas pelos ciclistas ocorreram a aproximadamente 250 metros dos menores caminhos.

Na pesquisa de Menghini et al. (2010), em que os autores analisaram as rotas gravadas por equipamentos GPS de ciclistas de Zurique (Suíça), constatou-se que, em 35,9% dos casos, a rota escolhida coincidia com o menor caminho. Complementarmente, Beheshtitabar et al. (2014) constataram que cerca de 25% das rotas não apresentaram diferença em relação ao menor caminho. E Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997) notaram que a maioria dos ciclistas em viagens utilitárias distancia-se muito pouco do menor caminho (0,4 km, em média), com cerca de 14,6% das rotas condizendo com o menor caminho, e 37,5% das rotas estando dentro de 0,1 km da sua distância mínima.

Em aproximadamente 47% das viagens não-recreacionais os ciclistas do estudo de Casello, Rewa e Nour (2012) escolheram caminhos com distâncias que se encontram dentro de 20% do caminho mais curto. Contudo, em cerca de 15% das viagens o caminho percorrido excedia o menor caminho em mais de 50%. De modo a compreender a motivação para a opção por caminhos mais longos, os autores avaliaram as condições físicas de alguns trajetos. Eles constataram que o aumento na distância visava evitar vias arteriais, com pistas largas, volumes elevados de veículos e altas velocidades.

### **2.1.5 Características do ciclista**

- **Gênero**

O gênero é uma variável que também influencia na escolha da rota. Dill e Gliebe (2008) reportaram que mulheres, assim como ciclistas inexperientes, preferem pedalar em ciclovias, ciclofaixas e vias com pouco tráfego de veículos. A existência dessa preferência entre as mulheres é consistente com diferenças de gênero na aversão ao risco (TILAHUN, LEVINSON e KRIZEK, 2007), já que as estruturas segregadas são percebidas como mais seguras (KRIZEK, JOHNSON e TILAHUN, 2004). Este fenômeno é comprovado pelo fato de que, à medida que o sentimento de segurança aumenta, o uso de infraestruturas compartilhadas também aumenta (KANG e FRICKER, 2013).

Broach, Gliebe e Dill (2009) notaram que ciclistas mulheres eram consideravelmente mais sensíveis às conversões desprotegidas (não sinalizadas) em cruzamentos com tráfego intenso. Ciclistas mulheres da amostra também se mostraram mais sensíveis à distância do que os homens. Segundo os autores, o segmento feminino também demonstrou uma preferência ligeiramente maior por infraestruturas cicloviárias.

Diferenças no comportamento entre gêneros também se expressam pelo comportamento menos cauteloso dos homens e, entre as mulheres, pelo maior apreço por cruzamentos sinalizados e ciclovias (BERNHOFTE e CARSTENSEN, 2008).

De maneira geral, as viagens de homens e mulheres possuem características díspares. A quantidade de viagens por bicicleta realizadas por homens nos Estados Unidos, por exemplo,

superava as realizadas por mulheres numa proporção de, pelo menos, 2 para 1 (KRIZEK, JOHNSON e TILAHUN, 2004).

Ademais, Sener, Eluru e Bhat (2009) demonstraram que as mulheres em viagens utilitárias evitam percursos com muitas inclinações, e os homens, igualmente em viagens utilitárias, preferem rotas com declividades moderadas a terrenos completamente planos. Antonakos (1994) também constatou a maior importância às menores inclinações entre ciclistas do gênero feminino, assim como Hood, Sall e Charlton (2011), que averiguaram que a maioria das mulheres evitam as subidas.

As diferenças relacionadas ao gênero também se expressam no comprimento médio das viagens, com mulheres pedalando por distâncias menores dos que os homens (AULTMAN-HALL, HALL e BAETZ, 1997; SEGADILHA e SANCHES, 2014d), além de pedalarem com menores velocidades (SEGADILHA e SANCHES, 2014c).

As mulheres também estão dispostas a viajar mais minutos adicionais do que os homens para uma instalação preferencial, de modo que os homens estão dispostos a divergir 5,43 minutos a menos de seu caminho do que as mulheres (KRIZEK, JOHNSON e TILAHUN, 2004).

Finalmente, o gênero influencia no quesito sinalização, em que ciclistas homens se incomodam menos com dispositivos de controle do tráfego (sinais de parada e semáforos) e cruzamentos do que as mulheres (SENER, ELURU e BHAT, 2009).

- **Frequência de uso/Experiência**

A experiência pode influenciar diretamente na preferência por rotas, conforme demonstrado por Winters e Teschke (2010), que analisaram tal preferência entre diversos segmentos de ciclistas (regulares, ocasionais e potenciais). Segundo os autores, a pontuação de preferência por determinados tipos de rotas variou. Ciclistas regulares deram uma pontuação superior para “vias principais, sem infraestruturas cicloviárias e sem estacionamento de veículos” do que ciclistas potenciais e ocasionais, por exemplo.

Em uma pesquisa que buscava avaliar a preferência por determinados tipos de rotas dentre diversos segmentos de ciclistas, Winters e Teschke (2010) consideraram notável que os ciclistas regulares avaliaram todos os tipos de vias principais de modo substancialmente mais elevado do que outros ciclistas. Para os autores, isto reforça os resultados de outras pesquisas que demonstraram que ciclistas mais experientes tendem a ser menos avessos a pedalar de modo compartilhado com o tráfego.

No entanto, além da existência de ciclistas experientes que estão extremamente confortáveis com o tráfego compartilhado, e indiferentes ao tipo de infraestrutura cicloviária (HUNT e ABRAHAM, 2007), existem relatos de ciclistas que viajam regularmente preferindo rotas que reduzam a exposição ao tráfego de veículos motorizados (BROACH, DILL e GLIEBE, 2012), por meio, por exemplo, da preferência por ciclofaixas (HOOD, SALL e CHARLTON, 2011).

Tem-se também casos de apreço maior por fatores relacionados ao tempo de viagem, isto é, ciclistas experientes com predileção por rotas que minimizam o tempo de viagem e diminuem os atrasos (STINSON e BHAT, 2004). Entretanto, apesar desta preferência pelo menor tempo de viagem, constata-se uma tendência de que o tempo de viagem se torne menos oneroso à medida em que a experiência como ciclista aumenta, algo possivelmente associado ao melhor condicionamento físico dos ciclistas mais experientes, de acordo com Hunt e Abraham (2007).

Potenciais utilizadores de bicicleta e ciclistas inexperientes preferem trajetos segregados às vias compartilhadas (LARSEN e EL-GENEIDY, 2011), pela percepção de segurança (CAULFIELD, BRICK e MCCARTHY, 2012; ZHAO, 2014), provavelmente relacionada aos prováveis conflitos com o tráfego de veículos motorizados.

Ciclistas inexperientes também preferem rotas com volumes reduzidos de tráfego e reduzidos limites de velocidade (CAULFIELD, BRICK e MCCARTHY, 2012). Já ciclistas experientes, ao fazerem longas viagens utilitárias, preferem rotas em vias com limites moderados de velocidade (SENER, ELURU e BHAT, 2009), sendo que a experiência também influi no quesito sinalização, de modo que ciclistas experientes se incomodam menos com

dispositivos de controle do tráfego (sinais de parada e semáforos) e cruzamentos, do que ciclistas menos experientes (SENER, ELURU e BHAT, 2009).

Por outro lado, Stinson e Bhat (2004) identificaram que tanto ciclistas experientes quanto inexperientes preferem rotas sem a presença de grandes cruzamentos, sendo que os inexperientes foram mais afetados de modo negativo por tais condições. Ademais, para ambos os grupos, a minimização da interação com o tráfego de veículos motorizado, e a presença de caminhos pavimentados, é de grande importância na escolha das rotas. Dentre outras características específicas destes dois grupos de ciclistas, os autores discerniram que: indivíduos do grupo dos inexperientes percebem vias com maior fluxo de veículos (arteriais) como maiores impedimentos para a escolha de determinada rota; ciclistas inexperientes também atribuem maior valor a ciclovias e ciclofaixas; a regularidade do pavimento possui um menor efeito sobre a escolha da rota entre indivíduos inexperientes; enquanto que ciclistas experientes possuem maior sensibilidade ao tempo de viagem, e menor aversão para terrenos montanhosos.

Complementarmente, ciclistas inexperientes apresentaram menor disposição para terrenos montanhosos, optando por vias planas (STINSON e BHAT, 2004), o que indica uma possível relação entre escolha das rotas com base na declividade e experiência como ciclistas.

- Idade

Além do gênero, a idade, outra característica do indivíduo, também pode interferir na escolha da rota, ainda que de modo indireto. Diferenças nas preferências e no comportamento no tráfego entre grupos jovens e idosos podem ser relacionadas a diferenças na saúde e nas habilidades físicas. Desta forma, de maneira geral, conforme envelhecem as pessoas se tornam menos ágeis, e seu tempo de reação aumenta (BERNHOF e CARSTENSEN, 2008).

Em uma pesquisa que visava contribuir para o conhecimento do comportamento de pedestres e ciclistas idosos no tráfego, além de suas preferências de segurança e conforto quanto às condições de tráfego em áreas urbanas, Bernhoft e Carstensen (2008) constataram que, geralmente, de modo significativamente mais frequente, o grupo de idosos apresenta um comportamento mais cauteloso, e o grupo de jovens considera importante deslocar-se com rapidez e de modo direto no tráfego.

O mencionado comportamento cauteloso do grupo mais velho expressa-se, por exemplo, por meio de uma proporção significativamente maior de idosos parando a bicicleta antes das conversões à esquerda, além de uma proporção significativamente menor deste mesmo grupo passando por sinais de parada (semáforo vermelho), e pedalando no sentido contrário (BERNHOF e CARSTENSEN, 2008).

Bernhoft e Carstensen (2008) identificaram também que, tanto para grupos de ciclistas idosos quanto para grupos de ciclistas jovens, a presença de ciclovias é importante para o quesito conforto e para a escolha das rotas. Ademais, no estudo dos mencionados autores, ambos os grupos consideraram perigosa a ausência de ciclovias.

Os ciclistas mais velhos apresentam maior aversão por cruzamentos em vias principais do que os mais jovens (STINSON e BHAT, 2003), e demonstram uma menor sensibilidade em relação ao tempo de viagem, algo possivelmente atribuído à maior disponibilidade de tempo (STINSON e BHAT, 2003).

Sener, Eluru e Bhat (2009) igualmente relataram que os ciclistas jovens (entre 18 e 34 anos) são mais sensíveis ao tempo de viagem do que ciclistas mais velhos (acima de 35 anos), possivelmente em virtude do estilo de vida mais acelerado dos jovens, segundo os autores. Assim, características individuais de cada grupo podem interferir na escolha das rotas.

Os autores que abordam fatores que influenciam na escolha das rotas são mostrados no Quadro 3.

**Quadro 3** - Síntese da revisão bibliográfica sobre fatores que interferem no comportamento de viagem dos ciclistas

FATOR	REFERÊNCIAS
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
<b>Existência e condições das infraestruturas cicloviárias</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Abraham et al. (2002); Moudon et al. (2005); Stinson e Bhat (2003, 2004); Krizek (2006); Hunt e Abraham (2007); Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007); Raford, Chiaradia e Gil (2007) Tilahun, Levinson e Krizek (2007); Bernhoft e Carstensen (2008); Sener, Eluru e Bhat (2009); Dill (2009); Menghini et al. (2010); Winters et al. (2010); Winters e Teschke (2010); Broach, Gliebe e Dill (2009, 2011); Hood, Sall e Charlton (2011); Larsen e El-Geneidy (2011); Broach, Dill e Gliebe (2012); Caulfield, Brick e Mccarthy (2012); Li et al. (2012); Kang e Fricker (2013); Snizek, Nielsen e Skov-Petersen (2013); Krenn, Oja e Titze (2014); Pitilin e Sanches (2016).
<b>Tipo e conservação do pavimento</b>	Antonakos (1994); Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Stinson e Bhat (2003, 2004); Bernhoft e Carstensen (2008); Casello, Nour e Rewa.

<b>FATOR</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
	(2010); Winters e Teschke (2010); Kang e Fricker (2013); Segadilha e Sanches (2014b, 2014c, 2014d); Pitilin e Sanches (2016).
<b>Topografia/declividade</b>	Fajans e Curry (2001); Stinson e Bhat (2003, 2004); Sener, Eluru e Bhat (2009); Menghini et al. (2010); Winters et al. (2010); Broach, Gliebe e Dill (2009, 2011); Hood, Sall e Charlton (2011); Broach, Dill e Gliebe (2012); Li et al. (2012); Milakis et al. (2012); Koh e Wong (2013); Krenn, Oja e Titze (2014); Segadilha e Sanches (2014a, 2014b).
<b>Estacionamentos para automóveis</b>	Stinson e Bhat (2003, 2004); Krizek (2006); Tilahun, Levinson e Krizek (2007); Bernhoft e Carstensen (2008); Sener, Eluru e Bhat (2009); Winters e Teschke (2010).
<b>Barreiras/obstáculos</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Stinson e Bhat (2003); Casello, Rewa e Nour (2012); Emond e Handy (2012).
<b>Largura/número de faixas de tráfego</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Sener, Eluru e Bhat (2009).
<b>CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO</b>	
<b>Sinalizações de parada</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Fajans e Curry (2001); Stinson e Bhat (2003, 2004); El-Geneidy, Krizek e Iacono (2007); Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007); Bernhoft e Carstensen (2008); Sener, Eluru e Bhat (2009); Menghini et al. (2010); Broach, Gliebe e Dill (2009, 2011); Broach, Dill e Gliebe (2012); Casello, Nour e Rewa. (2010); Caulfield, Brick e McCarthy (2012); Snizek, Nielsen e Skov-Petersen (2013); Krenn, Oja e Titze (2014);
<b>Limite de velocidade</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); El-Geneidy, Krizek e Iacono (2007); Sener, Eluru e Bhat (2009); Caulfield, Brick e McCarthy (2012); Milakis et al. (2012); Krenn, Oja e Titze (2014); Segadilha e Sanches (2014a, 2014b).
<b>Volume de veículos motorizados</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Abraham et al. (2002); Stinson e Bhat (2003, 2004); El-Geneidy, Krizek e Iacono (2007); Broach, Gliebe e Dill (2009, 2011); Sener, Eluru e Bhat (2009); Casello, Nour e Rewa. (2010); Winters et al. (2010); Hood, Sall e Charlton (2011); Broach, Dill e Gliebe (2012); Caulfield, Brick e McCarthy (2012); Li et al. (2012); Milakis et al. (2012); Kang e Fricker (2013); Segadilha e Sanches (2014a, 2014b, 2014c, 2014d); Pitilin e Sanches (2016).
<b>Composição do tráfego</b>	Sener, Eluru e Bhat (2009); Winters et al. (2010); Snizek, Nielsen e Skov-Petersen (2013); Segadilha e Sanches (2014a, 2014b).
<b>CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS</b>	
<b>Iluminação</b>	Sener, Eluru e Bhat (2009); Segadilha e Sanches (2014b).
<b>Arborização</b>	Winters et al. (2010); Lee, Jennings e El-Geneidy (2011); Snizek, Nielsen e Skov-Petersen (2013); Krenn, Oja e Titze (2014).
<b>Ocupação do entorno</b>	Stinson e Bhat (2003); Dill (2009); Casello, Nour e Rewa. (2010); Lee, Jennings e El-Geneidy (2011); Koh e Wong (2013); Krenn, Oja e Titze (2014).
<b>Seguridade (sensação de segurança pessoal)</b>	Stinson e Bhat (2003); Sener, Eluru e Bhat (2009); Casello, Nour e Rewa. (2010); Larsen e El-Geneidy (2011); Li et al. (2012); Kang e Fricker (2013); Koh e Wong (2013); Segadilha e Sanches (2014b); Pitilin e Sanches (2016).
<b>CARACTERÍSTICAS DA VIAGEM</b>	
<b>Tempo de viagem</b>	Stinson e Bhat (2003, 2004); Krizek (2006); Tilahun, Levinson e Krizek (2007); Sener, Eluru e Bhat (2009); Broach, Gliebe e Dill (2011); Casello, Nour e Rewa. (2010); Hood, Sall e Charlton (2011); Caulfield, Brick e McCarthy (2012); Yang e Mesbah (2013); Hrcir et al. (2014).
<b>Comprimento/distância</b>	Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Abraham et al. (2002); Krizek, El-Geneidy e Thompson (2007); Dill (2009); Broach, Gliebe e Dill (2009, 2011); Hood, Sall e Charlton (2011); Broach, Dill e Gliebe (2012);

<b>FATOR</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
	Casello, Rewa e Nour (2012); Menghini et al. (2010); Winters et al. (2010); Casello, Nour e Rewa. (2010); Koh e Wong (2013); Yang e Mesbah (2013); Beheshtitabar et al. (2014); Krenn, Oja e Titze (2014); Segadilha e Sanches (2014c, 2014d).
<b>CARACTERÍSTICAS DO CICLISTA</b>	
<b>Gênero</b>	Antonakos (1994); Aultman-Hall, Hall e Baetz (1997); Krizek, Johnson e Tilahun (2004); El-Geneidy, Krizek e Iacono (2007); Tilahun, Levinson e Krizek (2007); Dill e Gliebe (2008); Broach, Gliebe e Dill (2009); Sener, Eluru e Bhat (2009); Bernhoft e Carstensen (2008); Winters e Teschke (2010); Hood, Sall e Charlton (2011); Kang e Fricker (2013); Segadilha e Sanches (2014c, 2014d).
<b>Experiência/frequência de uso</b>	Antonakos (1994); Stinson e Bhat (2004); El-Geneidy, Krizek e Iacono (2007); Hunt e Abraham (2007); Sener, Eluru e Bhat (2009); Winters et al. (2010); Winters e Teschke (2010); Hood, Sall e Charlton (2011); Caulfield, Brick e McCarthy (2012); Larsen e El-Geneidy (2011); Kang e Fricker (2013).
<b>Idade</b>	Stinson e Bhat (2003); Bernhoft e Carstensen (2008); Sener, Eluru e Bhat (2009).

**Fonte:** Elaboração própria

Na sequência estão expressos todos os estudos consultados, referentes aos fatores que influenciam na escolha das rotas dos ciclistas.

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORIA</b>	<b>ANO</b>	<b>PAÍS</b>
Investigation of Cycling Sensitivities	Abraham et al.	2002	Calgary (Canadá)
Environmental and Travel Preferences of Cyclists	Antonakos	1994	Michigan (EUA)
Analysis of Bicycle Commuter Routes Using Geographic Information System - Implications for Bicycle Planning	Aultman-Hall, Hall e Baetz	1997	Guelph, Ontário (Canadá)
A longitudinal analysis of the effect of bicycle facilities on commute mode share	Barnes, Thompson e Krizek	2005	Região Metropolitana de Minneapolis-Saint Paul, Minnesota (EUA)
Route choice modelling for bicycle trips	Beheshtitabar et al.	2014	Linköping (Suécia)
Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender	Bernhoft e Carstensen	2008	Dinamarca
Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data	Broach, Dill e Gliebe	2012	Portland, Oregon (EUA)
Development of a Multi-Class Bicyclist Route Choice Model Using Revealed Preference Data	Broach, Gliebe e Dill	2009	Portland, Oregon (EUA)
Bicycle route choice model developed using revealed preference GPS data	Broach, Gliebe e Dill	2011	Portland, Oregon (EUA)
An analysis of Stated Preference and GPS Data for Bicycle Travel Forecasting	Casello, Nour e Rewa.	2010	Waterloo, Ontário (Canadá)
Analysis of Empirical Evidence of Cyclists' Route Choice and Its Implications for Planning	Casello, Rewa e Nour	2012	Waterloo, Ontário (Canadá)
Determining bicycle infrastructure preferences - A case study of Dublin	Caulfield, Brick e Mccarthy	2012	Dublin (Irlanda)
Bicycling for Transportation and Health: The Role of Infrastructure	Dill	2009	Portland, Oregon (EUA)
Bicycle Commuting and Facilities in Major U.S. Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them - Another Look	Dill e Carr	2003	35 cidades dos Estados Unidos
A bi-objective cyclist route choice model	Ehrgott et al.	2012	Auckland (Nova Zelândia)
Predicting bicycle travel speeds along different facilities using GPS data: a proof of concept model	El-Geneidy, Krizek e Iacono	2007	Minneapolis, Minnesota (EUA)
Factors associated with bicycling to high school: insights from Davis, CA	Emond e Handy	2012	Davis, Califórnia (EUA)
Why Bicyclists Hate Stop Signs	Fajans e Curry	2001	Berkeley, Califórnia (EUA)
A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California	Hood, Sall e Charlton	2011	São Francisco, Califórnia (EUA)
Bicycle Route Planning with Route Choice Preferences	Hrcnir et al.	2014	Praga (República Tcheca)
Influences on bicycle use	Hunt e Abraham	2007	Edmonton, Alberta (Canadá)

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORIA</b>	<b>ANO</b>	<b>PAÍS</b>
Bicyclist commuters' choice of on-street versus off-street route segments	Kang e Fricker	2013	West Lafayette, Indiana (EUA)
Influence of infrastructural compatibility factors on walking and cycling route choices	Koh e Wong	2013	Cingapura
Route choices of transport bicyclists: a comparison of actually used and shortest routes	Krenn, Oja e Titze	2014	Graz, Estíria (Áustria)
Two Approaches to Valuing Some of Bicycle Facilities' Presumed Benefits	Krizek	2006	Região Metropolitana de Minneapolis-Saint Paul, Minnesota (EUA)
A detailed analysis of how an urban trail system affects cyclists' travel	Krizek, El-Geneidy e Thompson	2007	Minneapolis, Minnesota (EUA)
Proximity to Trails and Retail: Effects on Urban Cycling and Walking	Krizek e Johnson	2006	Região Metropolitana de Minneapolis-Saint Paul, Minnesota (EUA)
A travel behavior analysis of urban cycling facilities in Montréal Canada	Larsen e El-Geneidy	2011	Montreal, Quebec (Canadá)
How does land use influence cyclist route choice? A geospatial analysis of commuter routes and cycling facilities	Lee, Jennings e El-Geneidy	2011	Montreal, Quebec (Canadá)
Physical environments influencing bicyclists' perception of comfort on separated and on-street bicycle facilities	Li et al.	2012	Nanjing, Jiangsu (China)
Route choice of cyclists in Zurich	Menghini et al.	2010	Zurique (Suíça)
Planning of the Athens metropolitan cycle network using participative multicriteria GIS analysis	Milakis et al.	2012	Atenas (Grécia)
Cycling and the built environment, a US perspective	Moudon et al.	2005	King County, Washington (EUA)
Exploring the route choice decision-making process: A comparison of planned and observed routes obtained using person-based GPS	Papinski, Scott e Doherty	2009	Kitchener-Waterloo, Ontário (Canadá)
Identificação dos principais atributos para o projeto de uma rede cicloviária	Pitilin e Sanches	2016	Brasil
Space Syntax: The Role of Urban Form in Cyclist Route Choice in Central London	Raford, Chiaradia e Gil	2007	Londres, Inglaterra (Reino Unido)
Analysis of perceptions of utilitarian cycling by level of user experience	Rondinella, Fernández-Heredia e Monzón	2012	Madri (Espanha)
Análise de rotas de viagens por bicicleta usando GPS e SIG	Segadilha e Sanches	2014a	São Carlos, São Paulo (Brasil)
Identification of factors that influence cyclists' route choice	Segadilha e Sanches	2014b	São Carlos, São Paulo (Brasil)
Fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas	Segadilha e Sanches	2014c	São Carlos, São Paulo (Brasil)

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORIA</b>	<b>ANO</b>	<b>PAÍS</b>
Analysis of bicycle commuter routes using GPSs and GIS	Segadilha e Sanches	2014d	São Carlos, São Paulo (Brasil)
An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US	Sener, Eluru e Bhat	2009	Austin, Texas (EUA)
Mapping bicyclists' experiences in Copenhagen	Snizek, Nielsen e Skov-Petersen	2013	Copenhagen (Dinamarca)
An Analysis of Commuter Bicyclist Route Choice Using Stated Preference Survey	Stinson e Bhat	2003	Austin, Texas (EUA)
A Comparison of the Route Preferences of Experienced and Inexperienced Bicycle Commuters	Stinson e Bhat	2004	Austin, Texas (EUA)
Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with na adaptive stated preference survey	Tilahun, Levinson e Krizek	2007	St. Paul, Minnesota (EUA)
How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car travel	Winters et al.	2010	Metro Vancouver (região metropolitana, província de Colúmbia Britânica), Vancouver (Canadá)
Route Preferences Among Adults in the Near Market for bicycling: Findings of the Cycling in Cities Study	Winters e Tescke	2010	Vancouver (Canadá)
Route Choice Behaviour of Cyclists by Stated Preference and Revealed Preference	Yang e Mesbah	2013	Brisbane, Queensland (Austrália)

**APÊNDICE B** - Estudos sobre métodos de avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta

A seguir são destacados alguns métodos para aferição do Nível de Serviço para Bicicleta - NSB, apresentados em ordem cronológica.

- Índice de Segurança para Bicicleta - ISB (DAVIS, 1987)

Um dos primeiros modelos a avaliar fatores que afetam os ciclistas na via, o Índice de Segurança para Bicicleta - ISB (*Bicycle Index Rating*) elaborado por Davis (1987), objetivava relacionar o nível de segurança das vias com a ocorrência de acidentes com ciclistas, de modo a possibilitar a previsão de acidentes de trânsito envolvendo ciclistas com base no diagnóstico das vias (KIRNER, 2006).

Para o cálculo do ISB, o método de Davis (1987) prevê a combinação dos resultados de outros dois índices, são eles: Índice de Segmento de Via (ISV) e Índice de Avaliação de Interseções (IAI), em que o primeiro consiste na divisão de uma via em segmentos homogêneos em relação à geometria e ao tráfego, e o segundo é composto pela avaliação das interseções ao longo da via. Por fim, é feita a média ponderada dos valores destes dois índices ao longo da via que está sendo avaliada, sendo que quanto menor os valores dos dois índices, melhores as condições para a bicicleta (PROVIDELO, 2011).

Este modelo possui quatro categorias de classificação, que variam da seguinte forma: excelente (entre 0 e 4), bom (entre 4 e 5), regular/aceitável (entre 5 e 6), ou ruim (maior ou igual a 6). O ISB foi baseado em três critérios, são eles: (a) se o atributo tem impacto direto na qualidade de serviço percebida; (b) se é objetivamente quantificável; e (c) se é consistente com práticas de coleta de dados já estabelecidas (CALLISTER e LOWRY, 2013). Dentre as deficiências do modelo, tem-se a ausência de validação com ciclistas, ou com estatísticas reais de acidentes de tráfego (PROVIDELO, 2011).

- Índice de Condição das Vias – ICV (EPPERSON, 1994)

Este modelo permite avaliar segmentos da via com condições homogêneas de geometria e tráfego, além de apresentar como um de seus principais diferenciais a penalização dupla dos segmentos com ocorrência simultânea de vias com largura reduzida e alta velocidade de veículos (pela multiplicação dos valores referentes à largura da via pelos relacionados ao limite de velocidade) (KIRNER, 2006).

Proveniente de alterações no ISB de Davis (1987), este modelo também consiste em quatro categorias de classificação, sendo: excelente (de 0 a 4), bom (de 3 a 4), regular (de 4 a 5), ou ruim (maior que 5) (MONTEIRO e CAMPOS, 2011).

- Nível de Estresse para Bicicletas – NEB (SORTON e WALSH, 1994)

Sorton e Walsh (1994) elaboraram o NEB partindo de apenas três variáveis, no intuito de desenvolver um método simples, direto, e com o mínimo possível de dados necessários. Tais variáveis consistem no volume de tráfego em horários de pico, nas velocidades dos veículos a motor, e na largura da via. A medida do NEB é resultante do cálculo da média dos três fatores supracitados.

Para avaliar a qualidade das viagens por bicicletas, os autores se basearam na relação entre o nível de esforço físico e a tensão mental a que os ciclistas estão submetidos, analisando as características da via para determinar a que nível de estresse o ciclista está sujeito, dentre os 5 possíveis listados pelos autores. Assim, quanto maior for o nível, maior será o estresse a que o ciclista estará submetido.

Sendo considerado um método simples, pois avalia apenas três indicadores, o que facilita a interpretação, esse método tem sido criticado pela ausência de indicadores como presença de infraestrutura cicloviária e condições do pavimento (ASADI-SHEKARI, MOEINADDINI e ZALY SHAH, 2013).

- Medida de Risco de Interação – MRI (LANDIS, 1994)

Para a quantificação da percepção dos ciclistas em relação ao grau de risco em função da exposição ao tráfego e interação com veículos motorizados, a Medida de Risco de Interação (MRI) é um modelo que considera as interações (longitudinais e transversais) que ocorrem na via (KIRNER, 2006).

As categorias de nível de serviço que se obtém por esse modelo vão de A à F, de modo que A equivale a uma pontuação de 0 a 2; B de 3 a 5; C de 6 a 8; D de 9 a 11; E de 12 a 18; e F acima de 19.

As variáveis deste modelo incluem: o volume de tráfego, o limite de velocidade, a largura da via, a condição do pavimento, e o número de calçadas.

- Método de Botma (1995)

Botma (1995) propôs que o nível de serviço para bicicletas fosse analisado em termos de frequência de eventos, seja em relação aos conflitos entre ciclistas no mesmo sentido e em sentido oposto, seja quanto à dificuldade de ultrapassagem. Conforme tais eventos se tornam mais frequentes, o nível de serviço se deteriora de A até F (CARTER et al., 2007; MONTEIRO e CAMPOS, 2011).

Por ser difícil coletar a frequência dos encontros dos ciclistas, Botma (1995) sugeriu o uso do volume de bicicletas, de modo a determinar o nível de serviço em ciclovias de um ou dois sentidos (TURNER, SHAFER e STEWART, 1997).

- Método de Dixon (1996)

O método de avaliação de nível de serviço para bicicletas desenvolvido por Dixon (1996), aplicável para vias coletoras e arteriais de áreas urbanas e suburbanas, considera diversos fatores, tais como: largura da faixa de rolamento das vias, velocidade de veículos motorizados, visibilidade e número de interseções, e estado de conservação do pavimento.

O modelo pondera a existência de fatores atrativos para as viagens não motorizadas, e a pontuação do nível de serviço varia entre A e F (pontuação total entre 0 e 21 pontos), de modo que, quanto maior for a pontuação da via avaliada dentro desses critérios, melhor será seu nível de serviço para bicicletas.

De acordo com McPhedran e Nicholls (2014), nesse método o sistema de pontuação foi majoritariamente avaliado qualitativamente por pessoas envolvidas em comitês de planejamento. Para os autores, no entanto, trata-se de um modelo simplista, que pode não capturar de modo acurado os pesos relativos dos diferentes critérios.

- Nível de Serviço para Bicicletas – NSB (LANDIS, VATTIKUTI e BRANNICK, 1997)

Desenvolvido a partir da validação da Medida de Risco de Interação (MRI) de Landis (1994), o modelo do Nível de Serviço para Bicicletas (*Bicycle Level of Service - BLOS*), foi pensado com o objetivo de quantificar o nível de conforto ou segurança nas vias, por meio da percepção dos ciclistas sobre a qualidade destas (KIRNER, 2006; PROVIDELO, 2011). As seguintes variáveis foram consideradas no modelo: volume e velocidade do tráfego motorizado, composição do tráfego, geração de tráfego transversal potencial, condição da superfície do pavimento e largura da via disponível para andar de bicicleta.

Para a classificação das vias nesse modelo, os ciclistas utilizaram uma escala de pontuação de seis categorias, indo de A (mais segura ou confortável) à F (mais insegura ou desagradável).

Ainda que o método de Landis, Vattikuti e Brannick (1997) seja considerado importante e utilizado pela maioria dos guias de transportes, ele não considera ciclovias, declives e sinalizações para ciclistas nas vias. Ademais, vias compartilhadas não podem ser avaliadas por esse método (ASADI-SHEKARI, MOEINADDINI e ZALY SHAH, 2013).

- Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB (HARKEY, REINFURT e KNUIMAN 1998)

Harkey, Reinfurt e Knuiman (1998) desenvolveram o Índice de Compatibilidade para Bicicletas (*Bicycle-Compatibility Index – BCI*), aplicável a vias urbanas e suburbanas. Este índice consiste nas seguintes variáveis: número de faixas e direções de tráfego; larguras dos componentes da via de tráfego compartilhado (incluindo largura da ciclofaixa, se for o caso); volume de tráfego; limite de velocidade estabelecido e velocidade mensurada dos veículos; número de entradas de garagem; presença e tipos de calçadas e canteiros centrais; e tipo de ocupação ao longo das vias.

De modo geral, o modelo indica se a via é extremamente compatível ou confortável para um ciclista adulto comum (BCI abaixo de 1.50), ou extremamente incompatível (o que corresponde a BCI acima de 5.30).

Este modelo não inclui indicadores como iluminação, estacionamentos e sinalização (ASADI-SHEKARI, MOEINADDINI e ZALY SHAH, 2013).

- *Highway Capacity Manual* – HCM (TRB, 2000)

Em 2000, a edição do *Highway Capacity Manual* (HCM) possuía um capítulo que definia um método específico para avaliação do nível de serviço para ciclistas. Tal método investigava o efeito dos pedestres, da sinalização de trânsito, e da interação entre ciclistas no nível de serviço de uma instalação para bicicletas, medido em termos de frequência de eventos ocorridos (encontros e ultrapassagens) (KIRNER, 2006).

Certos inconvenientes da metodologia foram identificados por McPhedran e Nicholls (2014), como o fato de o cálculo do nível de serviço ser completamente diferente para uma instalação fora da via. Além disso, em todas as metodologias de HCM é assumido que o gradiente de declividade não é superior a 2%.

- Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento (LANDIS et al., 2003)

Tendo em vista que o modelo do Nível de Serviço para Bicicletas (*Bicycle Level of Service* - BLOS) de Landis, Vattikuti e Brannick (1997) restringia-se à avaliação dos segmentos viários, ignorando a qualidade das interseções, Landis et al. (2003) desenvolveram o Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento (*Intersection LOS for the Bicycle Through Movement*), que também se baseia na percepção dos usuários, e foi elaborado para complementar o BLOS, que avalia apenas as interseções semaforizadas (PROVIDELO, 2011).

As variáveis utilizadas nesse modelo foram: volume de veículos motorizados, largura da faixa e ciclofaixas (se existirem), e distância de travessia no cruzamento.

O modelo possui uma pontuação que também varia de A à F, onde A equivale a 1,5; B acima de 1,5 até 2,5; C acima de 2,5 até 3,5; D acima de 3,5 a 4,5; E acima de 4,5 a 5,5; e F acima de 5,5.

- Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC (CARTER et al., 2007)

O Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos (*Bike ISI - Intersection Safety Index*) utiliza características observáveis de cruzamentos, tais como número de vias e volume de tráfego, para produzir uma pontuação em que os valores mais elevados indicam maior

prioridade para uma avaliação de segurança em profundidade. Este método permite identificar e priorizar locais mais propensos a se transformarem em uma preocupação de segurança para os ciclistas, sem ter que esperar pela ocorrência de acidentes (CARTER et al., 2007).

O ISBC foi desenvolvido para cruzamentos em áreas urbanas e suburbanas e consiste, basicamente, em três equações. Essa ferramenta foi desenvolvida para avaliar a segurança de uma faixa do cruzamento, e não a interseção como um todo. Assim, se um cruzamento de 4 faixas padrão for avaliado, haverá 12 contagens de segurança para bicicletas, 3 para cada faixa.

- Método de Jensen (2007)

Jensen (2007) desenvolveu um modelo para aferição do nível de serviço para bicicleta a partir da constatação de que as variáveis com maiores efeitos na satisfação dos ciclistas são o tipo e a largura da infraestrutura cicloviária ou da via, além da distância em relação aos veículos motorizados e aos pedestres.

A autora depreende que os ciclistas ficam mais satisfeitos com o aumento no número de faixas, mantidos os volumes de veículos motorizados. A razão lógica para isso reside no fato de que os motoristas dirigem mais afastados dos ciclistas conforme aumenta o número de faixas.

Para McPhedran e Nicholls (2014), uma desvantagem deste método consiste na desconsideração dos conflitos de acesso. Além disso, este método também exclui as influências de veículos pesados e das condições da superfície.

- Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas (PROVIDELO, 2011)

O Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas, elaborado e validado por Providelo (2011), foi calibrado a partir de dados obtidos em cidades brasileiras de porte médio, sendo destinado à análise de vias de tráfego compartilhado.

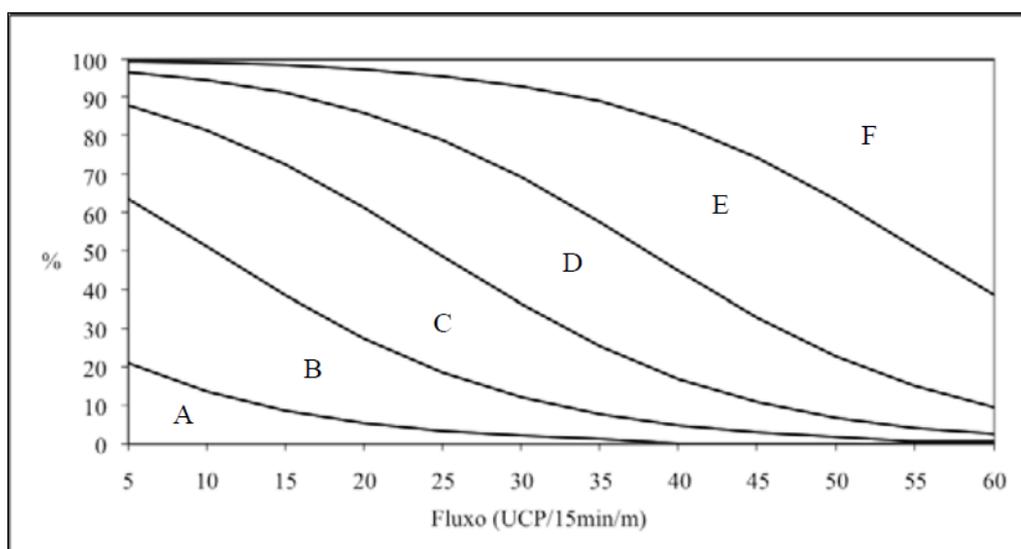
Providelo (2011) baseou o Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas na variável denominada “FLUXO”, e consiste na contagem do número de veículos motorizados que circularam em cada trecho da via ou da faixa durante um período de 15 minutos, dividido pela

largura efetiva da via em metros (largura total da via, exceto as áreas destinadas aos estacionamentos, quando permitido).

A unidade adotada é UCP/15min/m, correspondente à usualmente utilizada UCP/h/faixa, que contabiliza as Unidades de Carros de Passeio que trafegam por uma faixa durante uma hora (DNIT, 2006).

Neste modelo, as variações do nível de serviço para bicicletas são divididas em seis categorias (A sendo o melhor nível e F o pior). Estes seis níveis refletem a percepção do usuário sobre o NSB, e resultaram em um gráfico (Figura 1) que “indica a probabilidade de nível de serviço (em porcentagem) por medidas de fluxo que variam entre 5 e 60 UPC/15min/m” (PROVIDELO, 2011, p. 129). Este gráfico auxilia na determinação da probabilidade da percepção de nível de serviço para valores de fluxo encontrados nas vias.

**Figura 1** – Probabilidade de nível de serviço para bicicletas por Fluxo



**Fonte:** Providelo (2011)

De acordo com Providelo (2011), o Modelo de Nível de Serviço proposto pode ser utilizado para qualquer um dos três tipos de ciclistas identificados na pesquisa (casual, experiente, ou não ciclista).

- Método de Jensen II (2012)

No método de Jensen II (2012) consideram-se os cruzamentos na avaliação do nível de serviço para bicicleta, e são utilizados diferentes tipos de intersecções, rotatórias e outros tipos

de travessias, por meio do mesmo método de construção do modelo BLOS para os segmentos (ZHANG, 2015).

Tem-se uma definição "democrática": se 50% ou mais ciclistas estão muito satisfeitos, então o nível de serviço para bicicleta é designado como sendo A. O nível de serviço é designado B se 50% ou mais estão moderadamente satisfeitos. E assim por diante, terminando com um nível F se 50% ou mais estão muito insatisfeitos.

As infraestruturas cicloviárias e os tipos de instalações presentes foram considerados as variáveis mais importantes para os ciclistas, assim como os volumes de tráfego. Já o tempo de espera e a velocidade dos veículos possuem um papel menor (MCPHEDRAN e NICHOLLS, 2014). Este resultado é interessante, mas deve ser visto com cautela, já que o modelo de Jensen (2012) foi desenvolvido no contexto dinamarquês, e a Europa possui redes cicloviárias extensas e interligadas, em que os dinamarqueses pedalam com mais frequência do que em outros países.

Este modelo é um dos poucos a avaliar o nível de serviço para bicicleta para uma variedade de diferentes cruzamentos, no entanto, as regras de trânsito para ciclistas dinamarqueses (onde o método foi desenvolvido) são diferentes da maioria dos outros países, o que influencia alguns dos cálculos e resultados (MCPHEDRAN e NICHOLLS, 2014).

- Modelo de Kang e Lee (2012)

Devido ao fato de muitos ciclistas compartilharem as calçadas com os pedestres, Kang e Lee (2012) consideraram variáveis relacionadas à interação com os pedestres no modelo de nível de serviço para bicicleta que desenvolveram, sendo que os mesmos desconsideraram a variável estacionamento.

Para refletir as características dos cruzamentos, foram consideradas a distância do cruzamento e o número total de faixas, já que, segundo os autores, com muitas faixas para veículos, os ciclistas tendem a se sentir menos seguros. Além disso, longas distâncias para cruzamentos levam a um longo período de tempo necessário para o ciclista atravessar a rua.

Nesse modelo, as características operacionais, de infraestrutura, dos cruzamentos, e de segurança foram consideradas, sendo que Kang e Lee (2012) descobriram que a largura da

infraestrutura cicloviária é o fator mais influente no nível de satisfação que o ciclista experimenta enquanto pedala na via.

- Nível de Serviço para Bicicleta baseado em SIG (ZHANG, 2015)

Alicerçado na combinação do escore de seis indicadores, este modelo abarca não apenas os segmentos individuais e as interseções sinalizadas apenas, mas atende também à escala da rota como um todo, com aferição do NSB de todo o trajeto.

Os níveis de serviço dividem-se em um ranking de seis pontos, com 6 sendo o melhor nível possível, e 1 o pior. Segundo Zhang (2015), isso foi feito de modo a torna-lo comparável com métodos tradicionais de classificação, com variação de A-F.

Os seis indicadores selecionados referem-se ao tipo e comprimento da infraestrutura cicloviária existente; às condições do pavimento; ao tipo de estacionamento na via; ao volume e limite de velocidade do tráfego; e ao tempo médio de espera em interseções sinalizadas. Foram conferidos pesos iguais a todos os atributos.

O modelo é processado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando a extensão *Roads and Highways* do *software* ArcGIS, que possibilita armazenar e gerenciar os atributos da rota que serão avaliados, a partir da inserção das rotas em um sistema georreferenciado.

Os estudos consultados durante revisão bibliográfica foram agrupados de acordo com as variáveis consideradas em cada método, conforme Quadro 1.

**Quadro 1** - Síntese dos métodos de avaliação do Nível de Serviço para Bicicleta (NSB)

VARIÁVEL	MÉTODOS
<b>Acesso veicular</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Nível de Estresse para Bicicletas – NEB; Medida de Risco de Interação – MRI; Método de Dixon; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB; Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC; Método de Jensen.
<b>Barreiras</b>	Método de Dixon; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB.
<b>Calçadas</b>	Método de Jensen; Modelo de Kang e Lee
<b>Composição do tráfego</b>	Nível de Estresse para Bicicletas – NEB; Medida de Risco de Interação – MRI; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB.
<b>Comprimento</b>	<i>Highway Capacity Manual</i> – HCM.
<b>Cruzamentos/interseções</b>	Método de Dixon; Método de Jensen II; Modelo de Kang e Lee; NSB baseado em SIG.
<b>Declividade</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>MÉTODOS</b>
<b>Faixas de tráfego</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Medida de Risco de Interação – MRI; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento; Método de Jensen; Modelo de Kang e Lee; NSB baseado em SIG.
<b>Frequência de eventos</b>	Método de Botma.
<b>Infraestrutura cicloviária</b>	Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC; Método de Jensen; Método de Jensen II; Modelo de Kang e Lee; NSB baseado em SIG.
<b>Largura da via/faixa</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Nível de Estresse para Bicicletas – NEB; Medida de Risco de Interação – MRI; Método de Dixon; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB; Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento; Método de Jensen.
<b>Nível de serviço dos veículos motorizados</b>	Método de Dixon
<b>Pavimento</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condições das Vias – ICV; Medida de Risco de Interação – MRI; Método de Dixon; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; NSB baseado em SIG.
<b>Pontos de ônibus</b>	Método de Jensen
<b>Projeto viário</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Método de Dixon; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB.
<b>Sinalização</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC.
<b>Uso do solo</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Medida de Risco de Interação – MRI; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB; Método de Jensen.
<b>Velocidade</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Nível de Estresse para Bicicletas – NEB; Medida de Risco de Interação – MRI; Método de Dixon; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB; Highway Capacity Manual – HCM; Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC; Método de Jensen; Método de Jensen II; NSB baseado em SIG.
<b>Volume de tráfego</b>	Índice de Segurança para Bicicleta – ISB; Índice de Condição das Vias – ICV; Nível de Estresse para Bicicletas – NEB; Medida de Risco de Interação – MRI; Nível de Serviço para Bicicletas – NSB; Índice de Compatibilidade para Bicicletas – ICB; Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento; Índice de Segurança para Bicicletas nos Cruzamentos – ISBC; Método de Jensen; Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas; Método de Jensen II; Modelo de Kang e Lee; NSB baseado em SIG.

**Fonte:** Elaboração própria

## **APÊNDICE C – Questionário**

Este questionário faz parte de uma pesquisa acadêmica (mestrado) financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e vem sendo desenvolvida pelo Núcleo de Estudos de Mobilidade Urbana – NEMS, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

Os dados obtidos neste questionário serão utilizados para a compreensão da forma como os ciclistas escolhem os caminhos que percorrem, informação necessária para a definição de redes cicloviárias. Todos os dados fornecidos serão mantidos e tratados anonimamente, com total privacidade dos participantes. Qualquer dúvida sobre este questionário ou sobre a pesquisa, favor contatar:

[isabelnunes.sousa@ufscar.br](mailto:isabelnunes.sousa@ufscar.br)

Obrigada pela participação e contribuição à pesquisa!

**1. GÊNERO:**

Feminino

Masculino

**2. IDADE:**

Menos de 18 anos	18 a 25 anos	26 a 35 anos	36 a 45 anos	Mais de 45 anos

**3. COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ USA A BICICLETA COMO MODO DE TRANSPORTE?**

1 dia por semana	2 a 3 dias por semana	4 dias ou mais por semana

**4. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ USA A BICICLETA COMO MODO DE TRANSPORTE?**

Menos de 3 meses	3 a 6 meses	6 meses a 2 anos	2 a 5 anos	Mais de 5 anos

**5. QUAL O GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS SEGUINTE FATORES PARA A ESCOLHA DO SEU TRAJETO?**

<b>FATORES</b>	<b>Totalmente sem importância</b>	<b>Pouco importante</b>	<b>Sem opinião</b>	<b>Importante</b>	<b>Muito importante</b>
Existência de ciclovias ou ciclofaixas					
Pavimento em bom estado de conservação					
Ruas sem aclives (subidas)					
Presença de estacionamentos de automóveis no lado direito da rua					
Necessidade de atravessar pontes, túneis, viadutos, rodovias e ferrovias					
Ruas com apenas uma faixa de tráfego					
Muitos cruzamentos com semáforos e/ou sinais de PARE (a cada 100m)					
Ruas com velocidade permitida de até 40 km/h					
Poucos veículos					
Tráfego de ônibus e caminhões					
Iluminação (à noite)					
Arborização (sombra)					
Caminho mais rápido					
Caminho mais curto					
Segurança (criminalidade)					
Mão única de direção					
Desnível nos bordos (cantos) das ruas (meio-fio)					
Presença de pontos de parada de ônibus					
Poluição do ar					

**APÊNDICE D** – Tutorial sobre o funcionamento dos aparelhos GPS

## Passo a passo para a utilização do aparelho GPS

1. Após prender o equipamento no guidão da bicicleta, e antes de começar a pedalar, ligue

o aparelho segurando o primeiro botão à esquerda: ;

2. A seguir, para iniciar a gravação do trajeto no aparelho, clique em “Começar” (primeiro

botão à direita ). Espere o sinal ser captado (basta deixar o aparelho imóvel e ao ar livre).

3. Durante o processo de captação do sinal de satélite aparece a seguinte frase na parte superior da tela: “Adquirir posição”. A partir do momento que o sinal é captado, a informação muda para “Posição adquirida”. **É muito importante que você espere a conclusão desse processo, caso contrário, o aparelho registrará apenas o tempo, e informações como distância e velocidade não serão registradas, muito menos o trajeto feito.**

4. Após o sinal ser adquirido, clique em “Iniciar” (primeiro botão à direita ) e comece a pedalar.

5. Assim que chegar ao seu destino, pressione o primeiro botão à direita novamente 

, de modo a parar a contagem. Pressione o segundo botão à direita () para “guardar” o registro.

6. Desligue o aparelho segurando o mesmo botão utilizado para ligar o aparelho: .

7. Repita o mesmo processo a cada novo percurso.

8. Informações adicionais:

Você pode parar a contagem a qualquer momento (caso queira preservar sua privacidade em relação a algum trecho do percurso).

Favor não utilizar o aparelho em caso de chuva e, sempre que for deixar a bicicleta estacionada, retirar o aparelho (risco de roubo).

Os dados sobre o trajeto percorrido (gravados pelo GPS) serão tratados de forma anônima. Em nenhum momento serão divulgadas informações sobre o participante ou seus locais de origem e destino.

***Obrigada pela colaboração, sua participação vai ser muito importante para a continuidade da pesquisa!***

**APÊNDICE E** – Informações do banco de dados da Pesquisa Origem-Destino

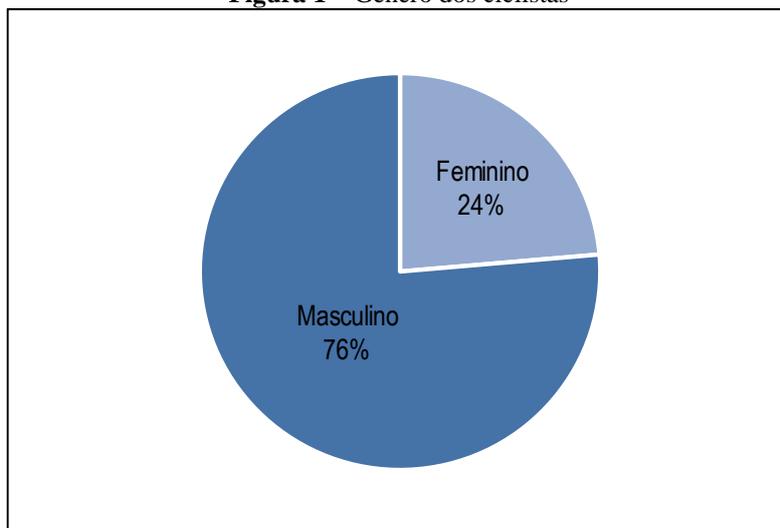
A pesquisa Origem-Destino (O/D) foi realizada em São José dos Campos entre os meses de abril e setembro de 2011, com uma amostra de 4.185 domicílios distribuídos nos perímetros urbano e rural do município, o que resultou em um total de 24.988 viagens (IPPLAN, 2014).

A partir da análise dos resultados desta pesquisa O/D, foram obtidas informações sobre os atributos socioeconômicos dos ciclistas, e as características dos deslocamentos por bicicleta realizados na cidade.

### **Transporte Ciclovário**

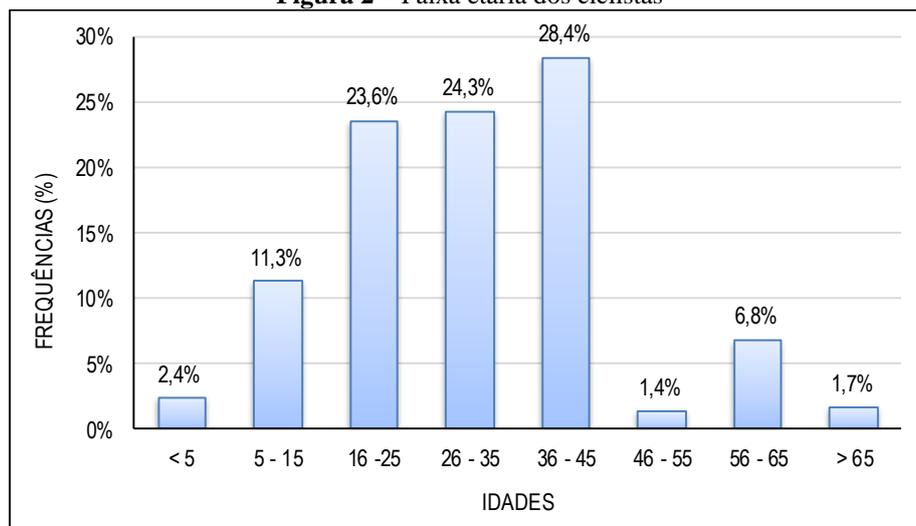
Em relação às características dos ciclistas, nota-se a predominância do gênero masculino (Figura 1), da faixa etária que vai de 36 a 45 anos (Figura 2), e predominância do 2º grau completo (ensino médio), conforme Figura 3.

**Figura 1 – Gênero dos ciclistas**



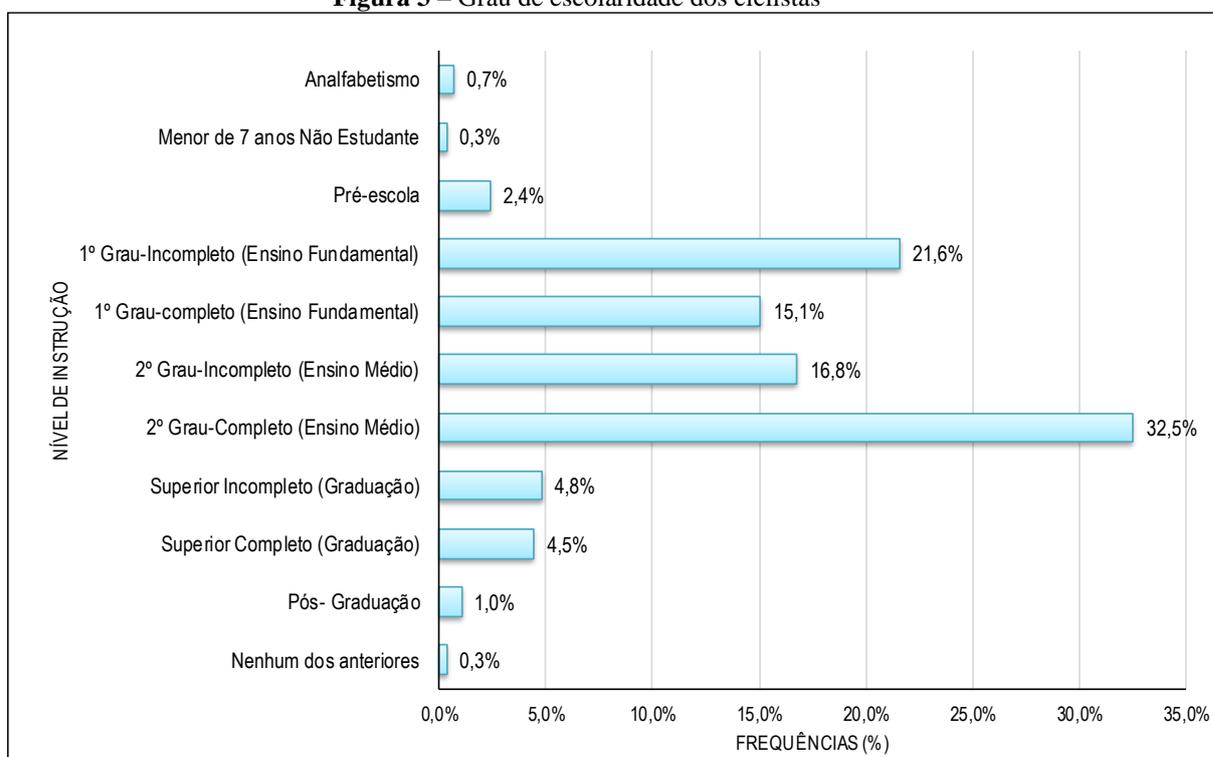
**Fonte:** Elaboração própria

**Figura 2 – Faixa etária dos ciclistas**



Fonte: Elaboração própria

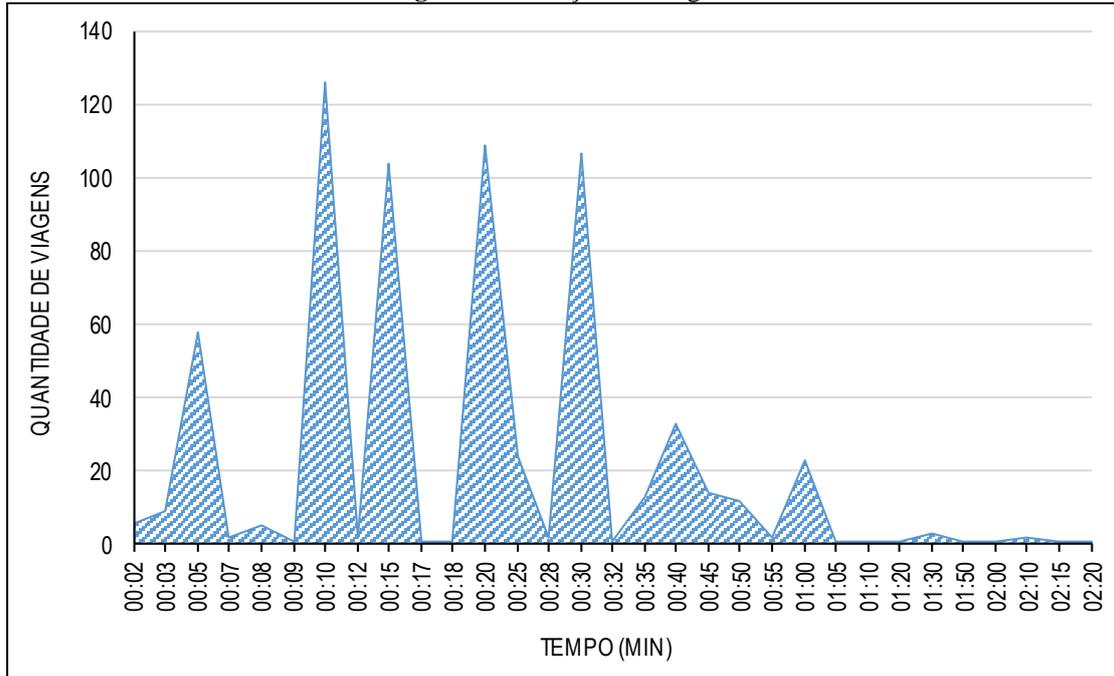
**Figura 3 – Grau de escolaridade dos ciclistas**



Fonte: Elaboração própria

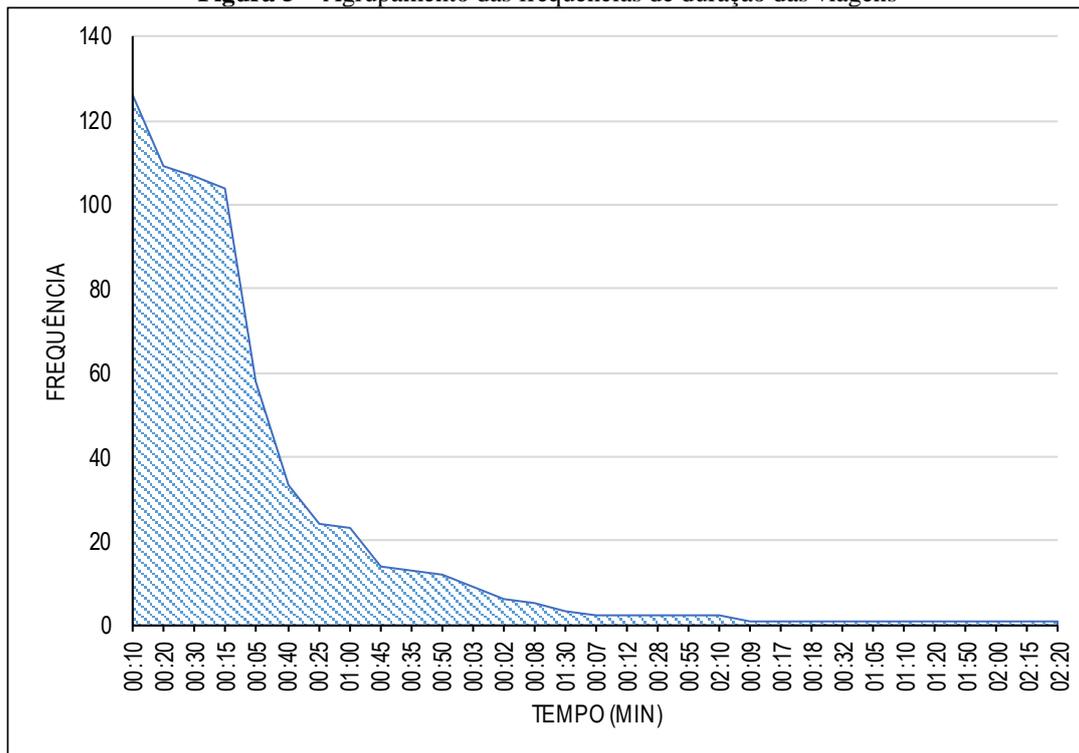
Sobre a duração das viagens realizadas (Figura 4), a média foi de 22 minutos, sendo que a viagem mais longa durou 2 horas e 20 minutos, e a mais curta durou apenas dois minutos. Basicamente, a maior frequência de viagens teve duração entre 10 e 30 minutos (Figura 5).

**Figura 4 – Duração das viagens**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 5 – Agrupamento das frequências de duração das viagens**



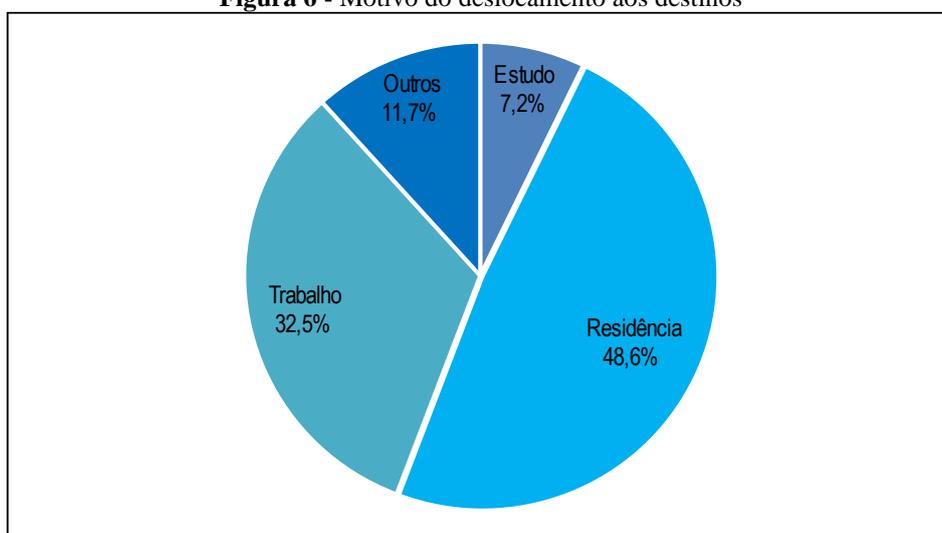
Fonte: Elaboração própria

Com base na duração das viagens aferida na pesquisa, é possível estimar as distâncias percorridas pelos ciclistas, considerando que a velocidade média de 15 a 20 km/h ao se deslocar por bicicleta (IEMA, 2010). Assim sendo, a distância média percorrida pelos ciclistas varia entre, aproximadamente, 5,5 e 7,3 quilômetros.

A maior distância percorrida situa-se em 46,7 quilômetros, e a menor distância percorrida é de cerca de 0,67 quilômetros. É válido ressaltar que se trata de uma estimativa aproximada, visto que o tempo de deslocamento não é o mesmo durante todo o percurso, podendo haver variações em função de sinalizações de parada, de declives e aclives do trajeto, dentre outras possibilidades.

Os motivos elencados pelos ciclistas para os deslocamentos são mostrados na Figura 6.

**Figura 6 - Motivo do deslocamento aos destinos**

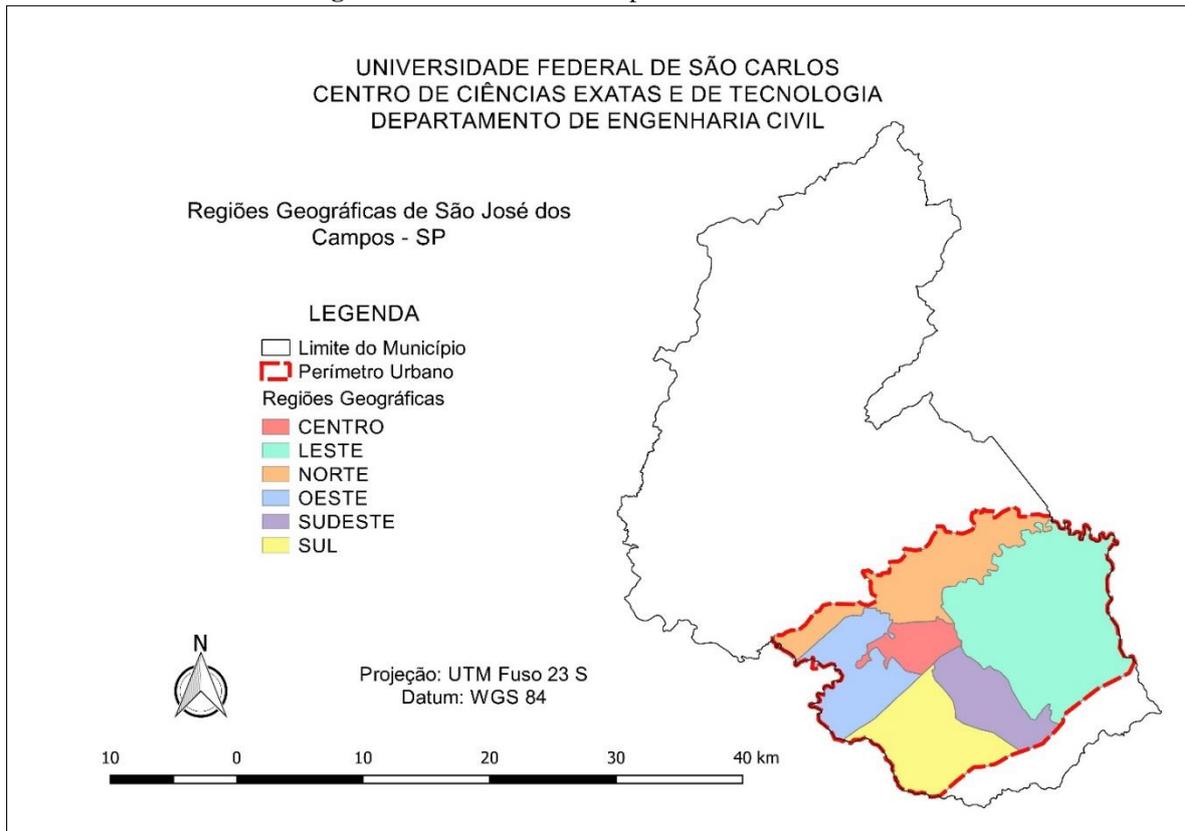


**Fonte:** Elaboração própria

Como se vê na Figura 6, uma parcela substancial das viagens realizadas (cerca de 40%) tem como motivo trabalho e estudo (viagens utilitárias). Considerando-se que as viagens por motivo residência correspondem à volta para casa, pode-se inferir que cerca de 80% de todas as viagens de ciclistas são viagens utilitárias.

Na Figura 7 é possível visualizar a divisão do município em macrozonas, conforme definido pelo IPPLAN, (2014), e na Tabela 1 tem-se os valores das áreas de cada região.

**Figura 7 – Divisão do município em macrozonas**



**Fonte:** Elaboração própria

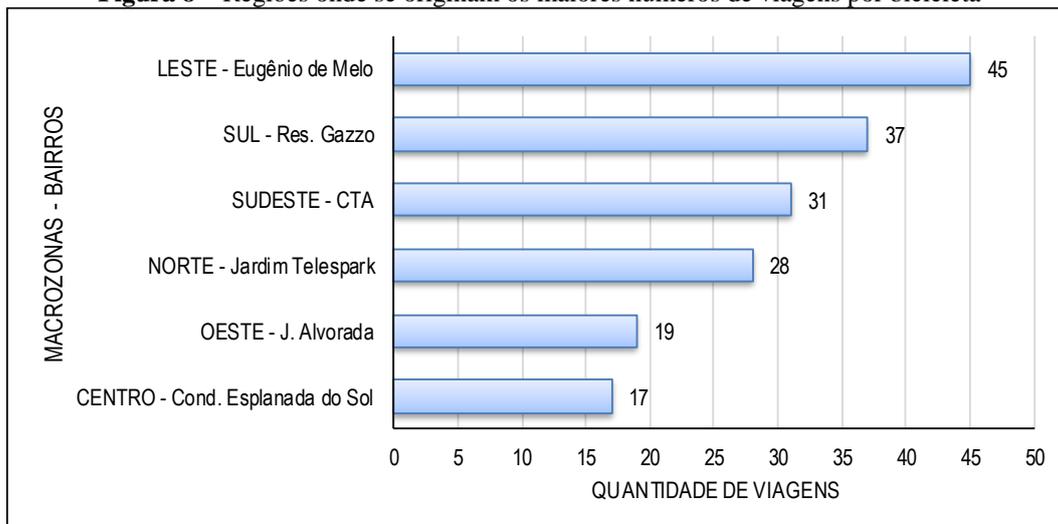
**Tabela 1 – Área das regiões geográfica**

<b>REGIÃO</b>	<b>ÁREA (hectare)</b>
CENTRO	1.861,30
NORTE	6.359,46
LESTE	13.657,50
SUDESTE	3.426,40
SUL	5.671,50
OESTE	4.419,50

**Fonte:** Adaptação de PMSJC (2016)

As regiões onde se originam os maiores números de viagens por bicicleta são apresentadas na Figura 8.

**Figura 8** – Regiões onde se originam os maiores números de viagens por bicicleta

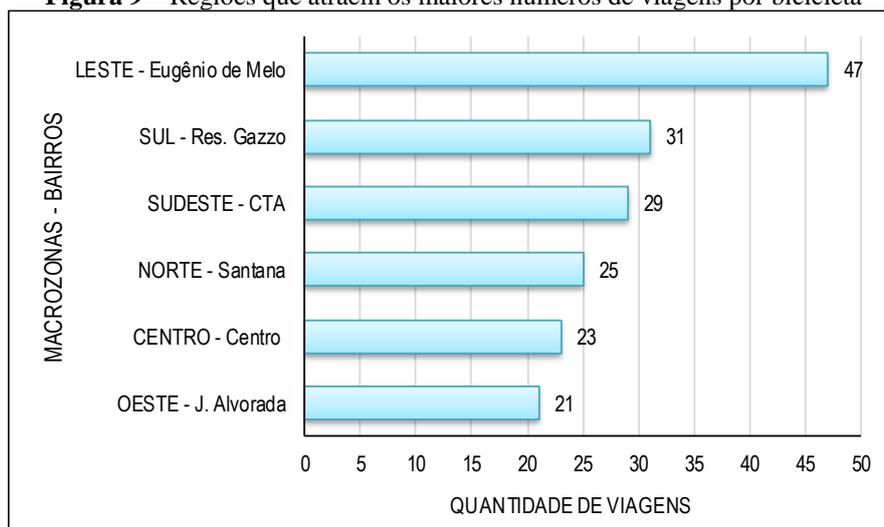


**Fonte:** Elaboração própria

A macrozona com maior número de viagens por bicicleta (Leste) é a segunda mais populosa da cidade, com 25,6% dos residentes. A macrozona Sul, segunda colocada em número de viagens por bicicletas, além de ser a mais populosa, concentrando 37,1% dos residentes, é também a com maior densidade demográfica (IPPLAN, 2011).

Na Figura 9 observam-se as regiões que atraem os maiores números de viagens por bicicleta.

**Figura 9** – Regiões que atraem os maiores números de viagens por bicicleta



**Fonte:** Elaboração própria

Além de ser uma das regiões com maior número de viagens por bicicleta, a região sul apresenta o maior registro de ocorrência de acidentes envolvendo ciclistas. Por outro

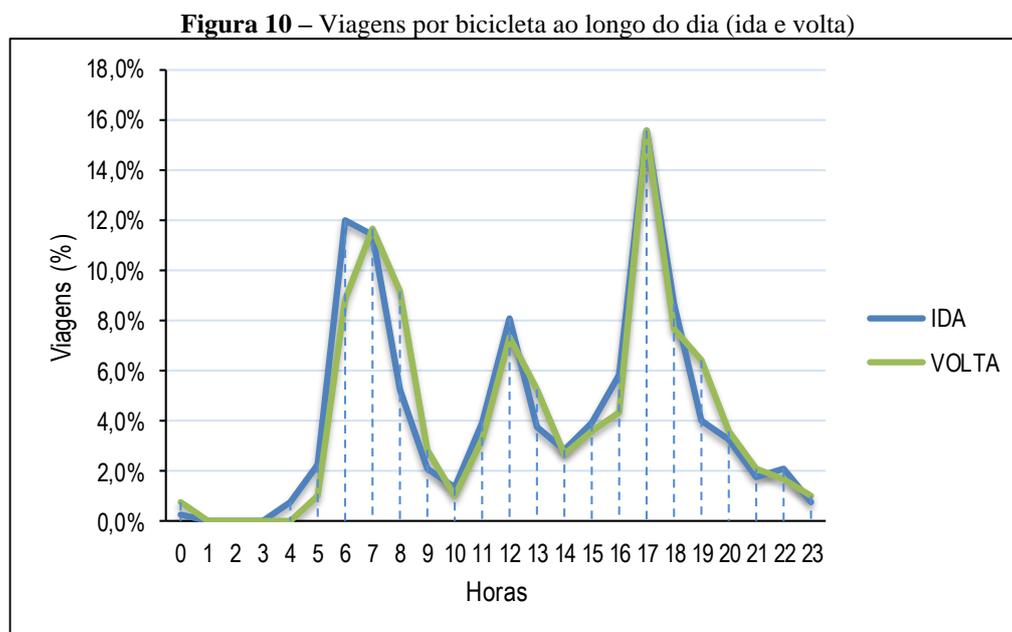
lado, a região sudeste, também com grande quantidade de viagens por bicicleta, registra o menor número de ocorrências de acidentes (Tabela 2). Todavia, é necessário ressaltar que estas informações foram obtidas por intermédio dos Boletins de Ocorrência de registro de acidentes de trânsito elaborados pela Polícia Militar do Estado de São Paulo. Deve-se considerar, portanto, a possibilidade de existência de diversos acidentes não registrados.

**Tabela 2 – Acidentes de trânsito envolvendo ciclistas**

REGIÃO	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	%
Norte	19	8,0%
Sul	111	46,6%
Leste	46	19,3%
Oeste	16	6,7%
Sudeste	15	6,3%
Centro	31	13,0%
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaborado com base em PMSJC (2014)

Na Figura 10, ilustra-se a distribuição das viagens por bicicleta ao longo do dia. A variação diária concentra mais viagens no fim da tarde (17hs), tanto na ida quanto na volta, com dois outros picos no início da manhã, às 7hs, e no período de almoço, ao meio-dia.



**Fonte:** Elaboração própria