

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

**NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: UM ESTUDO DE CASO**  
**NAS CIDADES DE SÃO CARLOS E RIO CLARO**

**JANICE KIRNER PROVIDELO**

São Carlos

2011



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

**NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS: UM ESTUDO DE CASO**  
**NAS CIDADES DE SÃO CARLOS E RIO CLARO**

**JANICE KIRNER PROVIDELO**

Tese 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 Doutor em Engenharia Urbana.

Orientação: Profa. Dra. Suely da Penha Sanches

São Carlos

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

P969ns

Providelo, Janice Kirner.

Nível de serviço para bicicletas : um estudo de caso nas cidades de São Carlos e Rio Claro / Janice Kirner Providelo. -- São Carlos : UFSCar, 2011.

162 p.

Acompanha DVD

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Engenharia urbana. 2. Infra-estrutura urbana. 3. Qualidade nas vias. 4. Transporte - bicicletas. 5. Percepção.  
I. Título.

CDD: 711 (20<sup>a</sup>)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

JANICE KIRNER PROVIDELO

Tese defendida e aprovada em 21/02/2011  
pela Comissão Julgadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suely da Penha Sanches - Presidente  
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Heloisa Maria Barbosa  
(DETG/UFMG)

Prof. Dr. Antonio Nelson Rodrigues da Silva  
(STI-EESC/USP)

Prof. Dr. Eneas Rente Ferreira  
(IGCE/UNESP-Rio Claro)

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira  
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva  
Presidente da CPGEU



Aos meus pais, Claudio e Tereza, que serviram como exemplo de pesquisadores para o desenvolvimento deste trabalho.





## AGRADECIMENTOS

À professora Suely Sanches pela orientação e amizade em todo o percurso da pesquisa.

Aos professores e colegas de turma do PPGEU-UFSCar, pelas aulas e colaboração na pesquisa.

Aos professores, alunos e colaboradores do projeto CAN, em especial para Prof. Martin Van Maarseveen, Mark Brussel, Mark Zuidgeest, Jaap Rijnsburger, Flávia de Souza, Himani Jain, Deepthi Durgi, Edward Beukes e Alphonse Nkurunziza, pelo apoio e pelo compartilhamento de experiências.

À secretária Sonia Moreira Guimarães, pela atenção em todo o período das minhas atividades no PPGEU.

Aos alunos da UFSCar Andreza Dornelas de Souza, Tiago Zocolaro, Fernanda Duarte Rosa e Renato Binoto, pela ajuda na coleta de dados.

Ao André Pavani, pela contribuição como ciclista na elaboração do vídeo.

Ao Pietro Picolomini, pela produção do vídeo.

Ao Rodolfo Moreira, da Associação Ciclo Verde, pelos contatos na cidade de Rio Claro e participação em discussões.

Aos funcionários da Secretaria de Transportes da Prefeitura Municipal de Rio Claro, pela participação nas discussões.

Aos alunos do curso de Geografia da UNESP Rio Claro, pela participação na pesquisa.

Aos alunos do curso de Engenharia Civil e Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, pela participação na pesquisa.

Aos alunos do Círculo de Amigos do Menino Patrulheiro "Dr. Marino da Costa Terra", pela participação na pesquisa.

Aos alunos da Escola SENAI "Antonio Adolpho Lobbe", pela participação na pesquisa.

Aos alunos do Curso Técnico em Logística do SENAC São Carlos, pela participação na pesquisa.

Aos alunos do Telecurso da Escola SESI São Carlos, pela participação na pesquisa.

Ao Celso, pelo carinho, paciência e entusiasmo em todas as horas.

À Andrea Hollais Santos, pela ajuda com os mapas.

Aos colegas da Geométrica, pelo incentivo na reta final da pesquisa.

À FAPESP pelo apoio financeiro.



## RESUMO

A presente pesquisa buscou estudar o tema da avaliação do nível de serviço para bicicletas em cidades brasileiras, com o objetivo principal de desenvolver um modelo de nível de serviço para bicicletas possível de ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo teve início com a identificação dos atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço para bicicletas, seguida pela avaliação da percepção de indivíduos sobre a importância dos atributos. Dentre os métodos disponíveis para medir a percepção dos indivíduos sobre as características viárias relacionadas ao transporte cicloviário, definiu-se pela realização de simulações, ou seja, avaliação com base em vídeo. O vídeo foi elaborado por meio de um sistema no qual uma câmera de vídeo portátil foi acoplada ao guidão da bicicleta. Para compensar a exclusão de alguns atributos que não podem ser avaliados através do vídeo (como a sensação de calor, o custo da bicicleta, os benefícios para a saúde, etc.), o método da simulação foi combinado com outro método de análise da percepção: questionários formulados com base na escala Likert. A coleta de dados foi realizada em um estudo de caso nas cidades paulistas de São Carlos e Rio Claro, em diversas instituições de ensino. No total, 451 questionários foram aplicados, sendo 60 na cidade de Rio Claro e o restante na cidade de São Carlos. Os resultados da pesquisa de campo foram analisados através de métodos de análise estatística descritiva e correlacional, produzindo os seguintes estudos: resultados dos questionários; classificação dos participantes em tipos de ciclistas; definição de uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta e a classificação dos participantes em grupos, de acordo com esta escala. O Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas foi calibrado utilizando-se a variável FLUXO, definida como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via, e as medidas de nível de serviço provenientes da avaliação realizada pelos participantes da pesquisa. O modelo foi validado através da metodologia da validação cruzada. O desenvolvimento do modelo resultou em um gráfico que pode ser utilizado para determinar a probabilidade da percepção de nível de serviço para valores de fluxo encontrados nas vias. Considera-se que a pesquisa atingiu o seu objetivo principal, fornecendo um Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas que pode ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio.

**Palavras-chave:** Nível de serviço para bicicletas. Percepção da qualidade das vias. Modelo logit ordenado. Escala Likert. Planejamento de transportes.



## ABSTRACT

This research attempted to study the issue of assessing the level of service for bicycles in Brazilian cities, with the ultimate aim of developing a bicycle level of service model that can be used in medium-sized Brazilian cities. The methodology used for model development began with the identification of attributes that can be used to describe the level of service for bicycles, followed by assessing the perceptions of individuals about the importance of the attributes. Among the methods available to measure the perceptions of individuals about the roadway characteristics related to bicycle transportation, it was chosen to use simulations (video based evaluation). The video was produced through a system in which a portable video camera was attached to the bicycle stern. To compensate for the exclusion of some attributes that could not be assessed through video (such as the sensation of heat, the cost of the bicycle, the health benefits, etc) the simulation method was combined with another method of perception analysis: questionnaires formulated based on the Likert scale. Data collection was performed in a case study in the cities of São Carlos and Rio Claro (São Paulo state), in several educational facilities. In total, 451 questionnaires were administered, 60 in the city of Rio Claro and the rest of them in the city of São Carlos. The results of field study were analyzed through methods of descriptive statistics and correlations, producing the following studies: questionnaires results, classification of participants into types of cyclists, the definition of a scale of acceptability to bicycle use and classification of participants in groups, according to this scale. The Bicycle Level of Service Model was calibrated using the FLOW variable, defined as the volume of motor vehicles divided by the effective width of the road, and the level of service grades resulting from the participants' evaluation. The model was validated through cross-validation methodology. The model development resulted in a graphic that can be used to determine the probability of perceived level of service for flow values found on roadways. It was considered that the study reached its primary goal, providing a Bicycle Level of Service Model that can be used in medium-sized Brazilian cities.

**Key words:** Bicycle level of service. Perception of road quality. Ordered logit model. Likert scale. Transportation planning.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1: Trechos 1, 2 e 3 .....	66
Figura 4.2: Trechos 4, 5 e 6 .....	67
Figura 4.3: Trechos 7, 8 e 9 .....	68
Figura 4.4: Trechos 10, 11 e 12 .....	69
Figura 4.5: Trechos 13 e 14 .....	70
Figura 4.6: Instalação da câmera na bicicleta usada para a filmagem.....	71
Figura 4.7: Ciclista em percurso com a bicicleta com câmera acoplada durante a filmagem..	72
Figura 4.8: Aplicação da pesquisa na UNESP Rio Claro (esquerda) e no Círculo de Amigos do Menino Patrulheiro "Dr. Marino da Costa Terra" (direita) .....	79
Figura 4.9: Aplicação da pesquisa no curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar (esquerda) e no Telecurso da Escola SESI São Carlos (direita).....	79
Figura 5.1: Distribuição dos entrevistados segundo a idade .....	83
Figura 5.2: Distribuição dos entrevistados segundo a escolaridade .....	84
Figura 5.3: Distribuição dos entrevistados segundo a frequência semanal de viagens de bicicleta.....	85
Figura 5.4: Distribuição dos entrevistados segundo o tipo de ciclista.....	85
Figura 5.5: Distribuição dos entrevistados segundo o motivo de viagem de bicicleta.....	86
Figura 5.6: Distribuição dos entrevistados segundo a infraestrutura utilizada para viagens de bicicleta.....	86
Figura 5.7: Distribuição de frequência das respostas do Questionário A.....	88
Figura 5.8: Probabilidades da distribuição normal.....	89
Figura 5.9: Distribuição de frequência das respostas do Questionário A (sem outliers).....	91
Figura 5.10: Importância dos atributos identificados no Grupo Focal .....	94





Figura 5.11: Concordância com as afirmações sobre os fatores que influenciam na escolha da bicicleta.....	95
Figura 5.12: Distribuição dos entrevistados por tipo de ciclista.....	96
Figura 5.13: Distribuição de frequência das respostas .....	99
Figura 5.14: <i>Box Plot</i> da comparação entre os grupos .....	101
Figura 6.1: Esquema de via urbana ilustrando a localização da largura da via.....	106
Figura 6.2: Pontos de corte em um modelo logit ordenado – Adaptado de Armstrong e Jackson (2010).....	115
Figura 6.3: Probabilidade de nível de serviço para bicicletas por Fluxo.....	118
Figura 6.4: Exemplo de aplicação do gráfico da Figura 6.3.....	119



## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Volume de bicicletas durante a filmagem dos trechos (em 15 minutos).....	73
Tabela 4.2: Fatores de equivalência em carros de passeio .....	73
Tabela 4.3: Volume de veículos motorizados durante a filmagem dos trechos (em um período de 15 minutos) .....	74
Tabela 4.4: Estimativa da velocidade média dos veículos durante a filmagem .....	75
Tabela 4.5: Características dos trechos – Parte 1 .....	76
Tabela 4.6: Características dos trechos – Parte 2 .....	77
Tabela 4.7: Avaliação do tamanho da amostra para o Questionário A (percepção acerca dos trechos mostrados no vídeo) .....	81
Tabela 4.8: Avaliação do tamanho da amostra para o Questionário C (percepção acerca dos atributos – escala Likert) .....	82
Tabela 5.1: Estatística descritiva dos resultados completos do Questionário A .....	87
Tabela 5.2: Procedimento para detectar <i>outliers</i> .....	89
Tabela 5.3: Estatística descritiva dos resultados do Questionário A (sem outliers).....	90
Tabela 5.4: Comparação das médias das notas por faixa etária .....	91
Tabela 5.5: Comparação das médias das notas dadas pelos grupos .....	92
Tabela 5.6: Resultados da pesquisa de atitude (%) .....	93
Tabela 5.7: Itens finais da escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta .....	98
Tabela 5.8: Comparação entre os três grupos.....	100
Tabela 5.9: Comparação das médias de aceitabilidade ao ciclismo .....	102
Tabela 6.1: Valores das variáveis relacionadas aos segmentos por trecho .....	107
Tabela 6.2: Resultado da análise de correlação entre as variáveis de segmentos .....	107
Tabela 6.3: Valores das variáveis relacionadas às interseções por trecho.....	110
Tabela 6.4: Valores das variáveis relacionadas ao trecho 11 (rotatória).....	110



Tabela 6.5: Resultado da análise de correlação entre as variáveis de interseções (sem rotatória) .....	111
Tabela 6.6: Resultado da análise de correlação entre as variáveis de interseções (com rotatória – sem variável DIST_TRAV).....	112
Tabela 6.7: Classificação das notas dadas pelos participantes em faixas de nível de serviço	114
Tabela 6.8: Valores obtidos para os pontos de corte e coeficiente de regressão linear.....	117
Tabela 6.9: Dados das avaliações reais do grupo de calibração (75%).....	120
Tabela 6.10: Resultados de nível de serviço de acordo com o modelo para o grupo de calibração (75%).....	120
Tabela 6.11: Dados das avaliações reais do grupo de validação (25%).....	121
Tabela 6.12: Resultados de nível de serviço de acordo com o modelo para o grupo de validação (25%).....	121



## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Atributos relacionados ao tráfego.....	34
Quadro 2.2: Atributos relacionados à infraestrutura .....	35
Quadro 2.3: Atributos relacionados aos conflitos .....	36
Quadro 2.4: Atributos relacionados ao ambiente .....	36
Quadro 2.5: Comparação entre dois métodos de avaliação de percepção de ciclistas .....	48
Quadro 2.6: Fatores que influenciam na opção dos indivíduos pela bicicleta (adaptado de FHWA, 1992) .....	49
Quadro 3.1: Atributos de caracterização das vias resultantes do Grupo Focal .....	52
Quadro 3.2: Afirmações do Questionário C .....	56
Quadro 4.1: Síntese dos resultados do Grupo Focal.....	62
Quadro 4.2: Trechos de vias escolhidos para a filmagem .....	64
Quadro 4.3: Trechos de vias escolhidos para a filmagem .....	65





## SUMÁRIO

<b>1 Introdução .....</b>	<b>25</b>
1.1 Considerações iniciais .....	25
1.2 O problema de pesquisa.....	28
1.3 Objetivos.....	29
1.4 Doutorado Sanduíche – Estágio no exterior .....	31
1.5 Estrutura do trabalho .....	31
<b>2 Revisão bibliográfica.....</b>	<b>33</b>
2.1 Modelos de nível de serviço para bicicletas .....	33
2.1.1 <i>Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas</i> .....	40
2.2 Utilização do nível de serviço para bicicletas para tomada de decisão .....	42
2.2.1 <i>Uso dos modelos de NSB em cidades brasileiras de porte médio</i> .....	45
2.3 Percepção dos indivíduos .....	46
2.4 Fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte.....	48
<b>3 Metodologia.....</b>	<b>51</b>
3.1 Identificação dos atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço ...	51
3.2 Avaliação da percepção dos indivíduos sobre a importância dos atributos .....	52
3.2.1 <i>Elaboração do vídeo</i> .....	53
3.2.2 <i>Elaboração dos questionários para pesquisa de campo</i> .....	54
3.2.3 <i>Realização da pesquisa de campo</i> .....	57
3.2.4 <i>Avaliação da adequação do tamanho da amostra</i> .....	57
3.3 Análise dos resultados .....	58
3.4 Formulação do modelo .....	58
3.5 Validação do modelo .....	58



<b>4 Estudo de caso</b> .....	<b>59</b>
4.1 Cidades escolhidas para o estudo de caso .....	59
4.2 Identificação dos atributos – Grupo Focal.....	60
4.3 Definição de tipologias de vias e escolha das vias para filmagem.....	63
4.4 Elaboração do vídeo .....	71
4.5 Inventário das características das vias .....	72
4.5.1 <i>Contagens de volume de veículos</i> .....	73
4.5.2 <i>Estimativa da velocidade média dos veículos</i> .....	74
4.5.3 <i>Outras características das vias</i> .....	76
4.6 Exibição do filme e entrevistas.....	78
4.7 Digitalização e tabulação dos dados.....	80
4.8 Adequação do tamanho da amostra .....	80
<b>5 Análise dos resultados</b> .....	<b>83</b>
5.1 Perfil dos entrevistados.....	83
5.2 Resultados da avaliação dos trechos exibidos no vídeo .....	86
5.3 Resultados da pesquisa de atitude (escala Likert) .....	92
5.4 Classificação dos participantes em tipos de ciclistas.....	96
5.5 Escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta .....	97
5.5.1 <i>Divisão dos entrevistados em grupos, em função da aceitabilidade ao ciclismo</i> .....	99
<b>6 Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas</b> .....	<b>104</b>
6.1 Análise e escolha das variáveis do modelo .....	104
6.1.1 <i>Análises relacionadas aos segmentos</i> .....	104
6.2 Desenvolvimento do Modelo de Nível de Serviço para bicicletas.....	113
<b>7 Conclusões e recomendações</b> .....	<b>122</b>
7.1 Atributos que descrevem o nível de serviço para bicicletas.....	124



7.2 Percepção acerca da segurança e conforto das vias para o transporte cicloviário.....	125
7.3 Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas .....	129
7.4 Recomendações para trabalhos futuros .....	130
<b>Referências .....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE A – ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS .....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NA PESQUISA.....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE C – DVD: VÍDEO PRODUZIDO PARA A PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICE D – INVENTÁRIO: CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE E – DADOS COMPLETOS SOBRE O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....</b>	<b>162</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

Os grandes centros urbanos apresentam, atualmente, sérios problemas de transporte e qualidade de vida, como a queda da mobilidade e da acessibilidade, a degradação das condições ambientais, congestionamentos crônicos e altos índices de acidentes de trânsito. Tais problemas decorrem, principalmente, de decisões relativas às políticas urbanas, de transporte e de trânsito, que, nas últimas décadas, priorizaram o uso do automóvel em detrimento ao uso de outros modos de transporte. Com o acentuado crescimento da frota de automóveis, grande parte das cidades brasileiras foi adaptada para o uso desses veículos, através de medidas que incluíram a ampliação do sistema viário, a utilização de técnicas de garantia de boas condições de fluidez, além do direcionamento prioritário de recursos para este setor.

O uso do automóvel dominou também o pensamento urbanístico desde o crescimento dos subúrbios das cidades industrializadas, após a Segunda Guerra Mundial. O resultado foi a desumanização das comunidades, com a falta de escala humana nos espaços livres e a baixa densidade de ocupação. Até mesmo em cidades de porte médio, os problemas causados pelo aumento da motorização individual têm levado ao re-exame do modelo atual de transporte e circulação.

Uma revisão do processo de desenvolvimento urbano e políticas de transporte e trânsito, na tentativa de garantir melhor qualidade de vida e maior eficiência e qualidade ambiental, indica a opção por um sistema de transporte urbano mais sustentável, no qual a cultura do automóvel dá lugar a um balanceamento adequado entre os vários modos de transporte (PIRES et al., 1997). Neste contexto, a utilização dos modos de transporte não motorizados, particularmente a bicicleta, torna-se essencial.

O uso da bicicleta no Brasil teve uma expressiva expansão com a crise do petróleo em meados dos anos 70 do século passado, decaindo logo em seguida, nos anos 80 e início dos anos 90. Após 1994, houve uma nova perspectiva para esse modo de transporte devido à mudança das políticas públicas em alguns municípios (AFFONSO et al., 2003).

O Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997) recolocou a bicicleta como veículo protegido no tráfego urbano, sendo dever dos municípios

planejar e garantir a segurança da sua circulação. Além disso, o Código de Trânsito Brasileiro trouxe a perspectiva da utilização de receitas oriundas das multas e cobranças de serviços que antes eram realizados pelos Departamentos Estaduais de Trânsito, para aplicação na infraestrutura viária (BRASIL, 1997).

Segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), a frota brasileira de bicicletas era a maior da América do Sul, com 48 milhões de unidades em 2003, número que se destaca até no cenário mundial. No entanto, boa parte dessa frota não circulava, principalmente pela falta de segurança do ciclista inserido no trânsito violento das cidades grandes, e também pela falta de políticas de apoio a esse tipo de transporte (AFFONSO et al., 2003).

Recentemente, o Brasil apresentou um avanço no que se refere às políticas de apoio ao transporte cicloviário. Em 22 de setembro de 2005 foi assinada a portaria que criou o Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta - Bicicleta Brasil, com o objetivo de estimular governos municipais e estaduais a implantar e melhorar ações que podem promover a segurança de ciclistas nos deslocamentos urbanos, segundo o Ministério das Cidades (2005).

Assim, o programa afirma que a inclusão do transporte cicloviário nos sistemas de transporte existentes deve ser buscada em conjunto com o conceito de mobilidade urbana, que tem como foco a interseção entre quatro áreas: desenvolvimento urbano, sustentabilidade ambiental, inclusão social e democratização espacial. De acordo com o programa, a nova abordagem deve compreender a construção de facilidades para bicicletas, especialmente em áreas de expansão urbana. Também indica como necessário aumentar a infraestrutura ciclável através da inclusão do conceito de rotas cicláveis, que inclui, além de vias exclusivas para o ciclismo, também vias de tráfego compartilhado adaptadas para o uso seguro da bicicleta (Ministério das Cidades, 2005).

A ANTP sugere uma abordagem similar, indicando duas principais ações necessárias para promover o transporte por bicicletas: (1) a instalação de paraciclos (estacionamentos para bicicletas) simples e de baixo custo, a serem colocados em áreas com grande atração de viagens, e (2) a adoção de novas alternativas de infra-estrutura para bicicletas (AFFONSO et al., 2003). A segunda ação citada inclui a retomada de parte do leito das vias urbanas para uso preferencial das bicicletas, solução que permite a redução dos custos de implantação dos sistemas cicloviários.

Dessa forma, o planejamento cicloviário atual busca o fortalecimento da estratégia de construção de vias cicláveis, retomando o conceito de compartilhamento das



vias. No entanto, é preciso garantir a segurança dos ciclistas que circulam nas vias urbanas e aumentar a atratividade das mesmas para este modo de transporte. Para isto, as vias devem estar adequadas para o uso do transporte cicloviário.

O incentivo ao uso da bicicleta como modo de transporte no Brasil é apresentado como parte da revisão do processo de desenvolvimento urbano e políticas de transporte em direção a um sistema de transporte urbano mais sustentável, com a possibilidade de proporcionar melhor qualidade de vida e maior eficiência e qualidade ambiental (PIRES et al., 1997), além de maior equidade social.

A utilização das vias urbanas pelas bicicletas em tráfego compartilhado (juntamente com os veículos motorizados) tem sido sugerida com uma alternativa viável para a infraestrutura cicloviária, com custos de implantação bem menores do que aqueles das ciclofaixas e ciclovias (AFFONSO et al., 2003). Além disso, esta solução pode ser aplicada mais rapidamente, além de ser utilizada em locais onde não existe a possibilidade de implantação de outros tipos de infra-estrutura.

No entanto, nem todas as vias urbanas existentes são consideradas cicláveis, ou seja, são apropriadas para acomodar ciclistas, sendo necessário um procedimento para avaliar a sua adequabilidade para o transporte cicloviário nas condições brasileiras. Assim, essa avaliação teria como objetivo garantir a segurança dos ciclistas que viajam em vias urbanas de tráfego compartilhado e aumentar a atratividade para esse modo de transporte.

Diversos modelos têm sido propostos na tentativa de quantificar a qualidade do serviço oferecido aos ciclistas que viajam pelas vias urbanas, podendo ser chamados de modelos de Nível de Serviço para Bicicletas. Alguns dos atributos considerados nesses modelos eram usados, até os anos 1980, somente para avaliar a qualidade operacional de uma via em relação aos veículos motorizados. Atualmente, no entanto, os modelos usados para quantificar a qualidade do serviço oferecido aos ciclistas estabelecem as condições existentes para a circulação de bicicletas, inclusive em vias de tráfego compartilhado.

Assim, um modelo para avaliação do nível de serviço pode ser usado como ferramenta para definir melhorias visando aumentar a segurança dos ciclistas que utilizam as vias urbanas e aumentar a atratividade para este modo de transporte. Pode servir, portanto, como subsídio na elaboração de futuros planos cicloviários, como diretriz para a inserção de rotas cicláveis nas cidades brasileiras.

As cidades brasileiras de porte médio (consideradas nessa pesquisa por cidades com população entre 100 e 500 mil habitantes), por seu potencial de desenvolvimento e qualidade de vida, vêm atraindo a atenção de diversos setores governamentais, econômicos e

acadêmicos. Além disso, 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, ou seja, mais favorável para intervenções do que as cidades de maior porte. Dessa forma, devido à importância deste nível hierárquico urbano no Brasil e pelo potencial que estas cidades têm para a implantação de rotas cicláveis em áreas urbanas, as cidades brasileiras de porte médio podem ser utilizadas como objeto de estudo para metodologias de incentivo ao ciclismo em áreas urbanas.

## **1.2 O problema de pesquisa**

A presente pesquisa busca estudar o tema da avaliação do nível de serviço para bicicletas em cidades brasileiras. Modelos de nível de serviço para bicicletas, que são utilizados para avaliar a compatibilidade para viagens de bicicleta através de vias urbanas, podem ser ferramentas importantes para tomada de decisão para planejadores urbanos e de transportes (SCHNEIDER et al., 2005). A avaliação de nível de serviço para bicicletas pode ser utilizada para priorizar segmentos viários para melhoramentos e para estabelecer rotas cicláveis. A definição de uma medida mínima de nível de serviço para bicicletas pode contribuir para a garantia de um padrão de qualidade para a infraestrutura viária que deve ser oferecida. A avaliação de nível de serviço para bicicletas pode também ser útil como uma ferramenta de planejamento para justificar investimentos e convencer tomadores de decisão, de forma que a presença de dados mensuráveis possa incentivar a participação de atores importantes no processo de garantir a acomodação apropriada dos ciclistas e assegurar que a bicicleta possa competir com os outros modos de transporte, ao possuir uma medida padrão para guiar implementações.

As cidades brasileiras de porte médio, que muitas vezes possuem um orçamento reduzido e poucas facilidades adequadas para bicicletas, podem se beneficiar mais diretamente da utilização de uma medida de nível de serviço para bicicletas. O principal objetivo da aplicação de um modelo de nível de serviço para bicicletas em cidades brasileiras de porte médio seria para garantir a segurança e o conforto dos ciclistas que já trafegam em vias de tráfego compartilhado e, ao mesmo tempo, atrair mais ciclistas para utilizar as vias, através de melhorias.

Vários modelos de nível de serviço para bicicletas foram desenvolvidos internacionalmente. No entanto, a literatura internacional tem como foco modelos desenvolvidos e aplicados em países como os Estados Unidos, que não podem ser diretamente importados para a realidade brasileira, devido às diferenças das características viárias e de trânsito. A aplicação de um modelo de nível de serviço para bicicletas norte-americano na cidade de São Carlos (KIRNER, 2006) indicou que o modelo não seria apropriado para avaliar a qualidade das vias de tráfego compartilhado para o transporte de bicicletas em cidades brasileiras de porte médio. Assim, como o problema do nível de serviço para bicicletas não foi diretamente abordado no Brasil, um modelo deverá ser desenvolvido, considerando os esforços já realizados em outros países, mas adequados ao contexto brasileiro.

Outro aspecto importante é que os modelos de nível de serviço para bicicletas levam em consideração ou refletem a percepção dos usuários e usuários em potencial sobre a segurança e o conforto da vias. Esta percepção é baseada em vários parâmetros subjetivos e objetivos, podendo ser relacionada com as características dos ciclistas, como gênero, idade e nível de experiência com o ciclismo. Dessa forma, a percepção dos indivíduos pode ser utilizada para desenvolver uma infraestrutura para bicicletas que realmente incentiva o ciclismo, que é um dos objetivos principais das pesquisas sobre o transporte cicloviário no Brasil.

### **1.3 Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo de nível de serviço para bicicletas possível de ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

**OBJETIVO 1:** Identificar os atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço para bicicletas em vias das cidades brasileiras de porte médio.

**Hipótese:** A combinação de certas variáveis, que incluem as características viárias e de tráfego, pode ser utilizada para definir uma medida do nível de serviço para bicicletas que seja adequada para utilização em cidades brasileiras de porte médio.

Perguntas de pesquisa:

- Quais variáveis mencionadas na literatura podem ser utilizadas para descrever o nível de serviço para bicicletas em vias de cidades brasileiras de porte médio?
- Existem outras variáveis que sejam representativas do contexto brasileiro que possam ser incorporadas em um modelo de nível de serviço para bicicletas em vias de cidades brasileiras de porte médio?
- Como estas variáveis podem ser estruturadas e agrupadas para descrever o nível de serviço para bicicletas em vias de cidades brasileiras de porte médio?

**OBJETIVO 2.** Avaliar a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto de vias urbanas para o transporte cicloviário, com base nos indicadores identificados na etapa anterior.

Hipótese: A percepção de indivíduos sobre as condições de conforto e segurança nas vias para ciclistas é baseada em diversos parâmetros objetivos e subjetivos.

Perguntas de pesquisa:

- Como a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto nas vias pode ser avaliada nas condições das cidades brasileiras de porte médio?
- Como a percepção de indivíduos se relaciona com as características viárias e de tráfego?
- Como a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto das vias se relaciona com suas características pessoais e socioeconômicas?

**OBJETIVO 3.** Propor um modelo de nível de serviço para bicicletas para as vias das cidades brasileiras de porte médio, que considere a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto de vias urbanas para o transporte cicloviário.

Hipótese: A percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto das vias pode ser incluída em uma medida de nível de serviço para bicicletas que possa ser utilizado em vias das cidades brasileiras de porte médio.

Perguntas de pesquisa:

- Como o modelo de nível de serviço pode ser estruturado?

- Como a percepção dos ciclistas pode ser incluída no modelo de nível de serviço para bicicletas?
- Quanto cada variável influencia na medida do nível de serviço?

#### **1.4 Doutorado Sanduíche – Estágio no exterior**

Como parte da pesquisa de doutorado, foi realizado um estágio no exterior do tipo doutorado sanduíche, como parte do programa “Young Researcher Program”, do “Cycling Academic Network”.

O programa “Cycling Academic Network” é uma atividade de colaboração de pesquisa acadêmica entre parceiros da Holanda, Brasil, Índia e África do Sul, sob a coordenação do ITC – Faculty of Geoinformation Science and Earth Observation, da University of Twente (UT), localizada na cidade de Enschede, na Holanda. O “Young Researcher Program” recebe financiamento do Interface for Cycling Expertise (I-CE) através do “Bicycle Partnership Program - BPP”, co-financiado pelo ITC e pela UT. Alinhados pelos objetivos e focus operacional do BPP, os estudos de doutorado relacionados à mobilidade por bicicletas são realizados por alunos da África do Sul, Índia e Brasil, com estudos de caso nos países de origem.

A participação no programa foi realizada através de dois estágios no ITC, nos períodos de março a agosto de 2008 e de abril a junho de 2009. Para isto, foi firmado um acordo de cooperação entre a UFSCar e o ITC e a UT.

O doutorado sanduíche teve como objetivo principal o intercâmbio de experiências no campo do planejamento do transporte cicloviário, tendo papel importante nas etapas de revisão bibliográfica e desenvolvimento da metodologia desta pesquisa.

#### **1.5 Estrutura do trabalho**

Este documento está estruturado em sete capítulos, incluindo este primeiro capítulo introdutório. O segundo capítulo traz uma revisão bibliográfica sobre o conceito de nível de serviço para bicicletas, apresentando modelos existentes na literatura e suas reais e possíveis aplicações, inclusive no caso de cidades brasileiras de porte médio. Inclui também

tópicos sobre a percepção dos indivíduos e sobre os fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte, que subsidiaram a escolha dos métodos utilizados no estudo de caso. No terceiro capítulo, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa e suas etapas. O estudo de caso, incluindo as cidades escolhidas para sua aplicação é abordado no quarto capítulo. O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos no estudo de caso. O sexto capítulo trata da formulação do modelo de nível de serviço para bicicletas, objetivo principal deste trabalho. Finalmente, o sétimo capítulo discute as principais conclusões provenientes desta pesquisa e apresenta algumas recomendações para trabalhos futuros.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica, apresentada a seguir. A revisão teve como foco: os aspectos teóricos e práticos da avaliação da qualidade das vias para o transporte cicloviário; a análise dos modelos de nível de serviço para bicicletas disponíveis na literatura; o uso dos modelos de nível de serviço para bicicletas em tomada de decisão para o planejamento de transportes; os métodos de avaliação da percepção dos ciclistas acerca das características das vias urbanas; e os fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte.

### **2.1 Modelos de nível de serviço para bicicletas**

Diversos modelos têm sido propostos na tentativa de quantificar a qualidade do serviço oferecido aos ciclistas que viajam pelas estruturas viárias das áreas urbanas, suburbanas e rurais. A medida de nível de serviço para bicicletas normalmente se refere à habilidade de um segmento viário, ou interseção, de acomodar veículos motorizados e bicicletas, com segurança (ZOLNIK e CROMLEY, 2007). Alguns dos atributos considerados nos modelos foram também utilizados, até os anos 1980, para avaliar a qualidade operacional de uma via somente para veículos motorizados.

No entanto, ao contrário da determinação da capacidade e nível de serviço para bicicletas com base apenas em parâmetros de fluxo, várias pesquisas foram realizadas propondo uma avaliação da compatibilidade ou adequabilidade de vias para o transporte de bicicletas, baseando-se em diversos critérios (TAYLOR e DAVIS, 1999). Os atributos mais utilizados para descrever tais condições são: volume de tráfego, largura da via e velocidade dos veículos motorizados. Entretanto, os modelos existentes têm incluído um grande número de atributos diferentes. Para facilitar a análise dos atributos, estes foram classificados em quatro categorias: tráfego, infraestrutura, conflitos e ambiente, e são mostrados nos Quadros 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4.

**Quadro 2.1:** Atributos relacionados ao tráfego

<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fontes</b>
Volume de tráfego dos veículos motorizados	Volume da faixa mais próxima ao meio fio ( <i>curb lane volume</i> )	(SORTON e WALSH, 1994); (HARKEY et al., 1998)
	Volume diário médio	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994); (EPPERSON, 1994); (LANDIS, 1994 e 1996)
	Volume de trânsito por faixa	(LANDIS et al., 1997)
	Volume direcional de trânsito durante um período de 15 minutos	(LANDIS et al., 2003)
	Volume de outra(s) faixa(s) - mesma direção	(HARKEY et al., 1998)
Velocidade de veículos motorizados	Volume horário de movimentos à direita ( <i>hourly right turn volume</i> )	(HARKEY et al., 1998)
	Velocidade 85 percentil de veículos motorizados	(SORTON e WALSH, 1994); (HARKEY et al., 1998)
	Limite de velocidade	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994); (EPPERSON, 1994); (LANDIS, 1994 e 1996); (LANDIS et al., 1997)
	Diferencial de velocidade entre veículos motorizados e bicicletas	(DIXON, 1996)
	Velocidade da bicicleta	(BORGMAN, 2003); (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000)
Sinalização	Porcentagem de ciclismo lento	(BORGMAN, 2003)
	Semáforos atuados pelo tráfego	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Intervalo do semáforo	
Composição do tráfego	Movimento à esquerda permitido	
	Movimento à direita permitido	
Nível de serviço dos veículos motorizados	Porcentagem de veículos pesados	(SORTON e WALSH, 1994); (LANDIS, 1994 e 1996); (LANDIS et al., 1997)
	Volume horário de caminhões grandes na faixa mais próxima ao meio fio ( <i>hourly curb lane large truck volume</i> )	(HARKEY et al., 1998)
Gerenciamento da demanda de tráfego (TDM) e suporte multimodal	Modelo de NS de Gainesville	(DIXON, 1996)
Interseções	Suporte da organização de gerência de transportes ou conexões intermodais	(DIXON, 1996)
	Implementações para bicicletas em interseções	(DIXON, 1996)
Direção do tráfego	Atraso em interseções	(BORGMAN, 2003)
	Mão única ou mão dupla	(CARTER et al., 2007) (ALLEN-MUNLEY et al., 2004)



**Quadro 2.2:** Atributos relacionados à infraestrutura

<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fontes</b>
Projeto viário	Curvas frequentes ou com raio abaixo do padrão	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Presença de canteiros centrais	(DIXON, 1996), (ALLEN-MUNLEY et al., 2004), (EMERY et al., 2003), (DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Distância de visibilidade restrita	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994), (DIXON, 1996)
	Ciclovia lateral ou afastada da via	(DIXON, 1996)
	Presença de ciclofaixa ou acostamento pavimentado ( <i>paved shoulder</i> )	(HARKEY et al., 1998), (DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Ausência de preferência de passagem	(BORGMAN, 2003)
Número ou tipo de faixas	Ausência de faixa de conversão à esquerda	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Faixa de conversão central	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Faixas duplas de conversão à esquerda	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Faixa de conversão à direita	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Duas faixas	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Três ou mais faixas	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994)
	Número total de faixas	(LANDIS, 1994 e 1996), (LANDIS et al., 1997)
Comprimento	Número total de faixas junto à interseção	(LANDIS et al., 2003)
	Comprimento da via urbana analisada (km)	(TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000)
	Comprimento do segmento (km)	(TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000)
Pavimento	Fatores de pavimento (rachaduras, irregularidades, buracos, bueiros)	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Problemas de manutenção (maiores ou frequentes/menores ou escassos/sem problemas)	(DIXON, 1996)
	Descrição da superfície PAVECON HPMS (FHWA, 1987)	(LANDIS, 1994 e 1996), (LANDIS et al., 1997)
	Incômodo causado por vibrações	(BORGMAN, 2003)
	Largura da faixa mais próxima ao meio fio/faixa externa ( <i>curb lane/outside lane width</i> )	(SORTON e WALSH, 1994), (HARKEY et al., 1998), (DIXON, 1996), (LANDIS et al., 2003)
Largura da via/faixa	Largura da faixa	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Largura para ciclismo	(LANDIS et al., 1997)
	Largura total da faixa externa ou ciclofaixa (se presente)	(LANDIS et al., 2003)
	Largura da ciclofaixa ou acostamento pavimentado ( <i>paved shoulder</i> )	(HARKEY et al., 1998)
	Largura utilizável da faixa externa (medida desde a borda do pavimento até o centro da via, faixa amarela ou demarcação da faixa)	(LANDIS, 1994 e 1996)
Barreiras	Razão do fator de desvio (em linha aérea)	(BORGMAN, 2003)
	Ausência de barreiras	(DIXON, 1996)
	Impedimento infraestrutural	(BORGMAN, 2003)
	Localização de bueiros e sarjetas	(EMERY et al., 2003), (HARKEY e STEWART, 1997)

**Quadro 2.3:** Atributos relacionados aos conflitos

<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fontes</b>
Vias laterais/ entradas de garagem	Número de entradas de garagem comerciais por milha	(SORTON e WALSH, 1994)
	Entradas numerosas	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Número de entradas de garagem e vias laterais/ acesso lateral às atividades de uso do solo	(DIXON, 1996), (LANDIS, 1994 e 1996)
	Número de entradas de garagem e espaços de estacionamento lateral	(LANDIS et al., 1997)
Acesso veicular não controlado	Chance de parar	(BORGMAN, 2003)
	Rotatividade de estacionamento ( <i>parking turnover</i> )	(SORTON e WALSH, 1994)
	Estacionamento angular/ estacionamento paralelo	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Estacionamento fora da via/ estacionamento paralelo alternativo / via sem estacionamento lateral	(DIXON, 1996)
Estacionamento lateral	Presença de faixa de estacionamento com mais de 30 por cento de ocupação	(HARKEY et al., 1998)
	Limite de tempo de estacionamento	(HARKEY et al., 1998)
	Cortes de sarjeta ( <i>curb cuts</i> )	Total de cortes de sarjeta
Ônibus	Presença e tipo de faixa para ônibus	(VAN DER WAERDEN et al., 2004)
	Presença de parada de ônibus na via	(JENSEN, 2007)

**Quadro 2.4:** Atributos relacionados ao ambiente

<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fontes</b>
Uso do solo	Industrial/comercial	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
	Valor comercial/ valor não comercial	(LANDIS, 1994 e 1996)
	Intensidade de geração de viagens do uso do solo lateral ao segmento viário (COM15)	(LANDIS et al., 1997)
	Tipo de ocupação à margem da via (residencial/outro)	(HARKEY et al., 1998)
Declividade	Declividade severa/ declividade moderada	(DAVIS, 1987 apud EPPERSON, 1994), (EPPERSON, 1994)
Exposição à poluição do ar	Quantidade de material particulado	(BORGMAN, 2003)
Conforto térmico	Temperatura equivalente fisiológica - PET ( <i>Physiological Equivalent Temperature</i> )	(BRANDENBURG et al., 2007), (KNEZ e THORSSON, 2008)
Iluminação	Iluminação urbana	(CARTER et al., 2007)
Arborização	Espaçamento de árvores ao longo da via	(SCHNEIDER et al., 2005)

Através da revisão da literatura, verificou-se que a questão do nível de serviço para bicicletas não foi convenientemente abordada no Brasil. A maioria dos modelos

disponíveis na literatura foi desenvolvida por autores norte-americanos e aplicada em cidades norte-americanas.

Sorton e Walsh (1994) utilizaram o conceito de "nível de estresse", cuja premissa é minimizar ao mesmo tempo o esforço físico e a tensão mental dos ciclistas, para analisar a compatibilidade de vias para a utilização da bicicleta como modo de transporte. O modelo proposto, o Nível de Estresse para Bicicletas (Bicycle Stress Level) foi baseado em três variáveis principais: (1) volume de tráfego em horário de pico; (2) largura da via e (3) velocidade de veículos na via. A utilização destas variáveis possibilitaria determinar a compatibilidade das vias com diferentes grupos de ciclistas. Os autores ressaltam que, numa segunda fase de avaliação, poderiam ser utilizadas variáveis secundárias como o número de entradas comerciais por milha, presença de estacionamento ao longo da via e porcentagem de veículos pesados que utilizam a via.

Epperson (1994) descreve o estudo realizado por Davis em 1987, que foi a primeira tentativa sistemática de desenvolver um modelo para medir as condições das vias para o ciclismo. O Índice de Segurança para Bicicletas de Davis (Bicycle Safety Index Rating - BSIR) pretendia avaliar a segurança dos ciclistas a partir das características físicas das vias e outros atributos pertinentes. Davis procurava um método para relacionar o nível de segurança das vias com a ocorrência de acidentes envolvendo ciclistas. O modelo matemático prevê a divisão de uma via em segmentos com condições homogêneas de geometria e tráfego. Cada segmento deve ser avaliado usando-se um Índice de Segmento de Via. As interseções mais importantes ao longo da via também devem ser avaliadas, utilizando-se um Índice de Avaliação de Interseções. Para calcular o valor de Índice de Segurança para Bicicletas, o método de Davis prevê a combinação dos resultados do Índice de Segmento de Via e do Índice de Avaliação de Interseções, usando a média ponderada dos valores destes dois índices ao longo da via que está sendo avaliada.

Em 1991, foram realizadas modificações no Índice de Segurança para Bicicletas de Davis (EPPERSON, 1994). O novo índice não incluía o Índice de Avaliação das Interseções e avaliava cada segmento isoladamente. Além disso, alguns dos fatores utilizados no modelo original (Fatores de Localização e Fatores de Pavimento) foram modificados de modo que tivessem menor influência na determinação da pontuação dos segmentos. Outra modificação colocou também maior peso nos segmentos onde ocorressem simultaneamente a menor largura de via e a alta velocidade de veículos, multiplicando o termo referente à largura da via pelo termo referente ao limite de velocidade. O efeito alcançado foi a

penalização dupla de segmentos de via que continham ambas as características. Após a realização de todas estas modificações, o modelo passou a ser chamado de Epperson-Davis.

O método de avaliação de nível de serviço para bicicletas desenvolvido e implementado por Dixon (1996) para o Protótipo do Plano de Mobilidade da cidade de Gainesville, Flórida, Estados Unidos, tinha como objetivo avaliar a acomodação dos ciclistas em corredores de transporte, em vias arteriais e coletoras, em áreas urbanas e suburbanas. Foi desenvolvido como um sistema de pontuação que resulta em uma medida de nível de serviço para bicicletas variando entre A e F. Além disso, as medidas foram graduadas de acordo com o conforto e a segurança de ciclistas com diferentes níveis de experiência. Este modelo baseia-se na premissa de que existe um conjunto de variáveis que precisa estar presente em um corredor viário para atrair viagens não motorizadas. As variáveis consideradas incluem: facilidades para circulação de bicicletas (largura da via, presença de estacionamentos alternativos fora das vias); conflitos (números de entradas de garagens e vias transversais, ausência de barreiras, ausência de estacionamentos laterais, presença de canteiro central, distância de visibilidade, implementações nas interseções); diferencial de velocidade entre veículos e bicicletas; nível de serviço de veículos motorizados; problemas de manutenção das infraestruturas; e existência de programas de gerenciamento da demanda de transportes.

Em seguida, Harkey et al. (1998) desenvolveram o Índice de Compatibilidade para Bicicletas (Bicycle Compatibility Index - BCI). O BCI é um procedimento para avaliar a compatibilidade das vias para o tráfego de bicicletas. As variáveis usadas no modelo são: 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 dos veículos mensurada; densidade de entradas de garagem; presença e tipos de calçadas e canteiros centrais; e tipo de ocupação ao longo das vias. Uma das principais preocupações do método, segundo os seus autores, era reconhecer a perspectiva dos ciclistas na determinação da compatibilidade das vias para o ciclismo. No entanto, o modelo foi criticado porque o conforto real de ciclistas reais não foi avaliado e não está relacionado ao modelo, que utilizou pedestres que imaginaram o quão confortáveis se sentiriam ao andar de bicicleta nas vias analisadas (ALLEN, 2003; PEIN, 2003).

Para fornecer uma medida do nível de serviço para o ambiente ciclístico das vias, a Medida de Risco da Interação para Bicicletas (Bicycle Interaction Hazard Score - IHS) utiliza dados e variáveis relacionados ao tráfego e às vias para estimar a percepção de risco da interação entre bicicletas e veículos motorizados (LANDIS, 1994 e 1996). Para isto, leva em

consideração as interações longitudinais e transversais que ocorrem na via. Os atributos presentes na interação longitudinal entre bicicletas e automóveis, que afetam a percepção de risco do ciclista, incluem: o volume e a velocidade do tráfego motorizado; características do tráfego; proximidade entre o ciclista e o tráfego motorizado; e condições do pavimento. A interação transversal, por sua vez, é caracterizada principalmente por movimentos veiculares não controlados, como acesso a garagens e manobras de estacionamento, que causam uma turbulência ou risco de conflito ao ciclista.

A validação da Medida de Risco da Interação levou ao desenvolvimento do modelo do Nível de Serviço para Bicicletas (Bicycle Level of Service - BLOS), que também tinha como objetivo quantificar o nível de conforto ou segurança nas vias (LANDIS et al.,1997). Para o desenvolvimento do modelo foram utilizados dados de um estudo que mediu as respostas de aproximadamente 150 ciclistas em um percurso fechado com cerca de 27 km de comprimento na cidade de Tampa, Flórida, Estados Unidos. Foram consideradas as seguintes variáveis: volume do tráfego motorizado, 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.

O modelo do Nível de Serviço para Bicicletas (BLOS), juntamente com alguns dos outros métodos apresentados, é voltado estritamente para a avaliação dos segmentos viários, desconsiderando, assim, a qualidade das interseções. Desta forma, o próximo passo para um modelo de nível de serviço mais abrangente foi a definição do Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento (Intersection LOS for the Bicycle Through Movement), desenvolvido por Landis et al. (2003). Também baseado na percepção do usuário, este modelo foi desenvolvido para funcionar como um complemento para o BLOS, avaliando somente as interseções semaforizadas. Um estudo de percepção em tempo-real, similar ao que foi feito para o desenvolvimento do BLOS, foi realizado com quase 60 ciclistas. As variáveis utilizadas no modelo são: largura da faixa e ciclofaixa (se existente), distância de travessia da interseção (largura da via transversal), volume de tráfego e número total de faixas na interseção.

O Highway Capacity Manual – HCM (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000) propôs uma metodologia para analisar a capacidade e o nível de serviço das infraestruturas para bicicletas que possibilita investigar os efeitos dos pedestres, da sinalização de trânsito e da interação entre ciclistas no nível de serviço de uma infraestrutura para bicicletas. Assim, o nível de serviço para bicicletas do HCM é medido em termos de eventos ocorridos (encontros e ultrapassagens). O método considera tanto as infraestruturas

para bicicletas com fluxo ininterrupto (ciclovias exclusivas ou compartilhadas, fisicamente separadas de vias de tráfego e sem pontos de interrupção - exceto pontos terminais), como as facilidades com fluxo interrompido (ciclofaixas contíguas a vias, que passam por interseções, semaforizadas ou não).

A seguir, como parte da revisão bibliográfica, é apresentada uma análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas, encontrados na literatura.

### *2.1.1 Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas*

O estudo destes modelos objetivou mostrar a diversidade de modelos disponíveis, principalmente no que diz respeito aos atributos e à metodologia utilizados. A revisão bibliográfica também descreve a evolução deste tipo de modelo através de exemplos propostos desde o início da década de 1980, até modelos mais recentes.

Além disso, uma análise comparativa dos modelos permitiu algumas conclusões sobre a viabilidade da utilização destes modelos na avaliação da qualidade das vias de tráfego compartilhado para o transporte cicloviário, no caso das cidades de porte médio brasileiras, que é o objeto desta pesquisa. Informações mais detalhadas sobre a análise comparativa dos modelos são apresentadas no Apêndice A.

Como a maioria das cidades brasileiras de porte médio não possui uma extensão significativa de infraestrutura exclusiva para bicicletas ou iniciativas de Moderação do Tráfego (que também podem melhorar a qualidade viária para os ciclistas), é importante que os modelos incluam a possibilidade de analisar as vias de tráfego compartilhado, nas quais as bicicletas compartilham o espaço da via com os demais modos de transporte, em sua maioria motorizados. Outro critério importante que um modelo de nível de serviço para bicicletas deveria considerar, para ser aplicado com sucesso em cidades brasileiras de porte médio, é incluir as interseções, que tem grande importância nas áreas urbanas. Além disso, a maioria das cidades em questão não apresenta, atualmente, a quantidade e diversidade de dados de transportes normalmente disponíveis nos países desenvolvidos, como estatísticas detalhadas. Assim, os dados necessários para desenvolvimento e para a aplicação do modelo proposto podem determinar também se o modelo pode ser usado no contexto brasileiro.

Dessa forma, alguns critérios podem ser usados para avaliar a viabilidade da utilização dos modelos de nível de serviço para bicicletas disponíveis atualmente para medir a adequabilidade das vias urbanas de cidades brasileiras de porte médio para o tráfego de

bicicletas: (1) possibilidade de aplicação em vias de tráfego compartilhado; (2) inclusão de interseções; (3) disponibilidade de dados.

A metodologia do HCM é a única que não inclui a possibilidade de avaliar vias de tráfego compartilhado, impedindo a sua aplicação para o caso dessa pesquisa. Adicionalmente, a metodologia do HCM é um dos modelos voltados para a determinação da capacidade das facilidades, e não para a avaliação da compatibilidade ou adequabilidade das vias para o uso da bicicleta, como se busca nesse trabalho.

Alguns modelos analisados não consideram os efeitos das interseções e outras discontinuidades presentes nas vias urbanas. É o caso do Modelo de Sorton e Walsh, do Índice de Condição das Vias do Estado da Flórida, da Medida de Risco da Interação e do Nível de Serviço para Bicicletas de Landis (que precisa ser utilizado em conjunto com o Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento). No entanto, este fator é especialmente importante na análise das vias das cidades de porte médio brasileiras, cuja configuração tende a apresentar um número grande de interseções, muitas vezes causadoras de uma série de conflitos viários.

Além disso, alguns modelos não refletem uma percepção real, por não serem validados com os próprios ciclistas. É o caso do Modelo de Sorton e Walsh, do Índice de Segurança para Bicicletas de Davis, do Índice de Condição das Vias do Estado da Flórida e do modelo de Dixon para o Protótipo do Plano de Mobilidade de Gainesville.

Por outro lado, verifica-se que os modelos mais complexos (que muitas vezes consideram os efeitos das interseções, incluem a maioria dos atributos relevantes e são validados através de testes reais com ciclistas, como o Nível de Serviço para Bicicletas de Landis) exigem coletas de dados extensas e procedimentos complicados e custosos, que podem tornar a aplicação do modelo inviável em determinadas situações. Este muitas vezes é o caso das cidades brasileiras de porte médio, que não apresentam todos os dados de transportes normalmente disponíveis em países desenvolvidos ou nas grandes capitais brasileiras.

A aplicação do modelo criado por Dixon para o Protótipo do Plano de Mobilidade de Gainesville (DIXON, 1996) em um estudo de caso nas vias da cidade de São Carlos, SP, indicou que este modelo não seria apropriado para avaliar a qualidade das vias compartilhadas nas cidades brasileiras de porte médio (KIRNER, 2006). A avaliação das vias através deste modelo resultou em conceitos muito baixos de nível de serviço para bicicletas (para todas as vias analisadas). Este resultado pode ser explicado em parte pelo grande peso dado às infraestruturas e melhoramentos relacionados diretamente ao transporte de bicicletas

no modelo utilizado, que não estavam presentes nas vias escolhidas para o estudo de caso. Outros atributos que podem ter sido responsáveis pela avaliação ruim do nível de serviço para bicicletas são relacionados aos conflitos entre ciclistas e veículos motorizados, e às condições das vias.

Os conflitos entre ciclistas e veículos motorizados foram representados por Dixon (1996) em seu modelo pelo número de entradas de garagem e ruas transversais. O número de entradas de garagem e ruas transversais que o modelo considera apropriado não é compatível com a configuração urbana normalmente apresentada nas cidades brasileiras de porte médio, que apresenta um número bem maior delas. Entretanto, no modelo de Dixon, considera-se que a velocidade dos veículos motorizados nas vias deve ser abaixo de 72 km/h. Na cidade utilizada para o estudo de caso, no entanto, o limite de velocidade estipulado da maioria das vias analisadas é de 40 km/h, o que pode indicar uma melhoria na segurança e no conforto dos ciclistas, mesmo na presença de um número grande de entradas de garagem e ruas transversais. Além disso, vale lembrar que o modelo de Dixon não incluiu a percepção dos ciclistas.

Portanto, apesar de não existirem modelos de nível de serviço para bicicletas para o contexto das cidades brasileiras de porte médio, os modelos existentes e as pesquisas realizadas anteriormente podem ser utilizados como base para a criação de um novo modelo específico para essa situação.

## **2.2 Utilização do nível de serviço para bicicletas para tomada de decisão**

Os modelos de nível de serviço para bicicletas, utilizados atualmente para quantificar o nível de serviço oferecido aos ciclistas, estabelecem as condições existentes para circulação de bicicletas e podem auxiliar na elaboração de planos viários que incluem esse modo de transporte. Existem várias maneiras pelas quais as medidas de nível de serviço para bicicletas podem ser utilizadas como ferramenta de tomada de decisão.

A avaliação de nível de serviço para bicicletas pode ser utilizada para priorizar trechos viários para melhorias e para definir rotas cicláveis. Utilizando o diagnóstico do nível de serviço das vias, o planejador pode identificar locais que mais necessitam de melhoramentos, normalmente em combinação com outros fatores, como demanda e interesses públicos ou políticos.



Na cidade de St. Petersburg, Flórida, Estados Unidos, um procedimento com três critérios foi utilizado para priorizar trechos viários para melhorias. Os critérios são: 1) nível de serviço para bicicletas, 2) demanda latente para viagens de bicicleta em cada segmento, e 3) preferências dos moradores, levantada através de reuniões públicas. No estado norte-americano de Maryland, a identificação das vias priorizadas para melhorias na infraestrutura para bicicletas também foi baseada em outros fatores, além do nível de serviço para bicicletas: áreas de prioridade para financiamentos (áreas de grande desenvolvimento urbano existente ou planejado) e recomendações do plano diretor (SCHNEIDER et al., 2005).

Por outro lado, a identificação de trechos com bom nível de serviço para bicicletas pode ser utilizada para definir rotas cicláveis, que são rotas formadas por segmentos viários apropriados para o ciclismo. Nas áreas rurais de Loudoun County, no estado norte-americano da Virgínia, onde a maior parte das viagens de bicicleta é realizada para recreação, rotas cicláveis foram propostas em vias com maior nível de serviço para bicicletas (SCHNEIDER et al., 2005).

A definição de rotas cicláveis pode também gerar mapas de rotas para ciclistas, com o objetivo de fornecer informações para ciclistas e fazer as suas viagens mais rápidas e seguras. Um exemplo de mapa de rotas para ciclistas é a iniciativa inglesa da coleção dos London Cycle Guides, guias desenvolvidos para a Campanha de Ciclismo de Londres e Transporte para Londres desde 2002. Os mapas contêm rotas cicláveis oficiais e vias menos movimentadas recomendadas para ciclistas, além da indicação de estacionamentos em estações e rotas *off-road*, livres de veículos motorizados (LONDON CYCLE CAMPAIGN, 2009).

Em muitos casos, um padrão de medidas mínimas de nível de serviço para bicicletas é definido para garantir um nível mínimo de qualidade de infraestrutura viária a ser oferecida. Enquanto os padrões ajudam a garantir que as vias são adequadas para bicicletas, algumas cidades incluíram certa flexibilidade. Isso é indicado como uma maneira de manter o padrão mínimo mais realista para que os planejadores possam atingi-lo em situações extremamente desafiadoras. É o caso dos padrões mínimos de nível de serviço para bicicletas estabelecidos no condado de Loudoun, Virgínia, EUA, que apresentam algumas exceções. Por exemplo, o padrão mínimo de nível de serviço para bicicletas de um sistema de rotas cicláveis localizado na área rural é "C" (considerado como médio), no entanto, como exceção, um nível de serviço para bicicletas "D" (considerado ruim) pode ser aceito, desde que combinado com intervenções de Moderação do Tráfego (SCHNEIDER et al., 2005). Outra maneira de permitir flexibilidade nos padrões mínimos de nível de serviço para

bicicletas é através da definição de padrões mais rígidos para situações específicas (como zonas escolares) para oferecer infraestrutura adequada para estimular acesso seguro de bicicletas nas escolas, por exemplo.

A avaliação de nível de serviço para bicicletas pode também ser útil como uma ferramenta de planejamento para justificar investimentos e convencer atores envolvidos (como população, agências, organizações ou municípios). Nesse aspecto, dados mensuráveis podem ajudar a ganhar a participação de atores no provimento de acomodações apropriadas para ciclistas, bem como garantir que o transporte cicloviário possa competir com outros modos, através de medidas e padronizações para guiar as implementações.

Adicionalmente, o uso de dados mensuráveis permite a comparação entre situações. O Fietsbalance, uma iniciativa baseada em técnicas de *benchmarking* desenvolvida pela União dos Ciclistas Holandeses (Fietsersbond), oferece aos municípios participantes uma visão clara dos pontos fortes e fracos da sua política de apoio ao transporte cicloviário. Além disso, ela fornece aos municípios a chance de comparar suas realizações com as de outros municípios e com padrões existentes e sugeridos, incluindo objetivos de políticas nacionais (BORGMAN, 2003).

Mesmo não sendo uma medida de nível de serviço para bicicletas tradicional, o Fietsbalance inclui o *Quick Scan Indicator for Cycling Infrastructure*, que é utilizado para avaliar a qualidade da infraestrutura local para o ciclismo. Assim, o estímulo de competição pode beneficiar o desenvolvimento de melhorias e políticas relacionadas ao transporte cicloviário.

O inventário da infraestrutura e a medida de nível de serviço para bicicletas das vias podem também oferecer um panorama do progresso da região relacionado à melhoria do transporte de bicicletas ao longo do tempo. Os resultados do inventário da infraestrutura viária podem ser usados para produzir mapas de nível de serviço para bicicletas, que são conhecidos como ferramentas úteis para planejadores e engenheiros, ativistas e representantes do governo local.

A seguir, será discutido como os modelos de nível de serviço (NSB) para bicicletas podem ser aplicados especificamente no caso das cidades brasileiras de porte médio.

### *2.2.1 Uso dos modelos de NSB em cidades brasileiras de porte médio*

O objetivo principal do uso do nível de serviço para bicicletas como uma ferramenta de planejamento nas cidades brasileiras de porte médio é garantir a segurança e o conforto dos ciclistas que já trafegam pelas vias de tráfego compartilhado e, ao mesmo tempo, atrair mais ciclistas para utilizar as vias através de melhoramentos.

Devido aos orçamentos restritos para melhorias de infraestrutura de transportes e escassez de facilidades adequadas para o transporte de bicicletas, que se aplica à maioria das cidades brasileiras de porte médio, uma das opções disponíveis é a melhoria de rotas cicláveis específicas, que incluem vias de tráfego compartilhado, para concentrar os investimentos para o transporte cicloviário. Dessa forma, o uso de vias de tráfego compartilhado para o ciclismo tem sido sugerido como uma alternativa viável que pode oferecer, o mais rápido possível, um ambiente urbano seguro para o transporte de bicicletas nas cidades brasileiras. Adicionalmente, essa solução pode ser utilizada em locais onde não é possível inserir outros tipos de infraestruturas para ciclistas. Assim, é importante existir um método para avaliar a adequabilidade das vias urbanas para bicicletas nas cidades brasileiras de porte médio.

A aplicação dos modelos nestas cidades é justificada pela importância desse nível hierárquico no Brasil e pelo potencial que essas cidades tem para a inserção de rotas cicláveis em áreas urbanas. As viagens em cidades de porte médio normalmente apresentam distâncias compatíveis com o uso da bicicleta e, além disso, tendem a apresentar infraestrutura viária ainda em consolidação, o que torna as intervenções mais viáveis do que em grandes centros urbanos. Adicionalmente, essas cidades têm atraído a atenção de uma série de instituições governamentais, econômicas e acadêmicas, especialmente pelo seu potencial de desenvolvimento e qualidade de vida.

Potencial de crescimento pode apresentar oportunidades para uma cidade incluir acomodações para bicicletas enquanto novas vias são construídas ou vias existentes são melhoradas. Para assegurar que as vias sejam planejadas e desenvolvidas como facilidades multimodais, algumas diretrizes devem ser estabelecidas para oferecer facilidades adequadas para bicicletas, que podem ser baseadas no nível de serviço para bicicletas. Dessa forma, o nível de serviço para bicicletas pode ser utilizado para auxiliar no projeto de vias urbanas.

É importante enfatizar que a maioria das cidades brasileiras de porte médio não possui uma quantidade significativa de infraestrutura exclusiva para bicicletas ou

iniciativas de Moderação do Tráfego. Outra dificuldade é que a maioria dessas cidades não dispõem de dados e estatísticas sobre transportes, normalmente disponíveis nas grandes cidades ou nos países desenvolvidos. Isso significa que tais cidades seriam beneficiadas com um inventário de infraestruturas viárias que inclui dados importantes para o planejamento do transporte cicloviário.

### **2.3 Percepção dos indivíduos**

Um ambiente considerado confortável e seguro para ciclistas é condição essencial para aumentar o uso da bicicleta, tanto em termos de número de viagens quanto de distâncias percorridas. De acordo com Van der Waerden et al. (2004), para otimizar as estratégias de melhoramentos, não somente o ponto de vista do planejador é importante, mas também o ponto de vista do usuário.

Dessa forma, o entendimento da percepção dos ciclistas e ciclistas em potencial e da sua avaliação sobre as características viárias pode auxiliar os planejadores a basear suas decisões ao criar e melhorar a rede viária para o uso da bicicleta. Por isso, muitos dos modelos de nível de serviço para bicicletas desenvolvidos nos últimos dez anos têm incluído pesquisas empíricas com ciclistas para obter a sua avaliação sobre ambientes viários (LANDIS et al., 2006). Ainda assim, alguns dos modelos mais utilizados para avaliar a compatibilidade das vias para ciclistas, como o Índice de Segurança para Bicicletas de Davis (Epperson, 1994), o Nível de Estresse para Bicicletas (SORTON e WALSH, 1994), a Medida de Risco da Interação para Bicicletas (LANDIS, 1994 e 1996) e o Índice de Compatibilidade para Bicicletas (HARKEY et al., 1998), não validam os seus critérios com ciclistas (NOEL et al., 2003).

Pode-se assumir que a percepção de ciclistas sobre características viárias e de trânsito é baseada em diversos parâmetros, objetivos e subjetivos. Pela complexidade do ambiente e pelas maneiras diferentes como os indivíduos observam o ambiente, é razoável aceitar que, um determinado ambiente físico ou construído significa coisas diferentes para as pessoas que visualizam, experimentam ou usam esse ambiente (GOLLEDGE, 1991). Assim, alguns modelos de nível de serviço para bicicletas diferenciam os tipos de ciclistas para realizar a avaliação das vias.

De acordo com Epperson (1994), uma metodologia de avaliação de segurança, por exemplo, que atinge bons resultados para ciclistas adultos experientes provavelmente seria menos precisa para prever a localização de acidentes com ciclistas crianças. Uma classificação para ciclistas normalmente utilizada é: criança, jovem, casual e experiente (SORTON e WALSH, 1994). Noel et al. (2003), no entanto, afirmam que, independentemente do volume de atividade ciclística, todo ciclista possui sua própria experiência de perigo.

Existem diversos métodos que possibilitam medir a percepção dos usuários de modos de transporte. Vários estudos de preferência (revelada e declarada) tentam investigar a relação entre as características dos usuários, a rede de transportes, o ambiente e o comportamento de viagens de cada indivíduo (VAN DER WAERDEN et al., 2004). Landis et al (2006) indicam os seguintes métodos como potenciais para coletar dados de percepção de ciclistas para o desenvolvimento de um modelo de nível de serviço para bicicletas:

- Evento de campo em tempo-real: trata-se de um evento no qual os participantes são solicitados a andarem de bicicleta em um determinado percurso, e avaliar cada facilidade percorrida numa escala de A a F, imediatamente depois de terem percorrido a mesma;
- Avaliação eventual: inclui levar os sujeitos a várias facilidades e solicitar que estes observem e avaliem as facilidades, sem terem realmente experimentado as mesmas;
- Pesquisa de interceptação: implica em abordar os ciclistas *in-situ* após eles terem trafegado por uma facilidade e solicitar para que avaliem a seção percorrida;
- Simulação: trata-se de pedir para que os participantes assistam uma apresentação em vídeo do ambiente e pedir para que eles avaliem as facilidades com base no vídeo;
- Grupos focais: implica em entrevistar os participantes para identificar quais atributos afetam a sua percepção de acomodação e como eles avaliariam uma série de infraestruturas. Enquanto as outras metodologias incluem avaliações independentes por participantes individuais, esse método envolve discussões em grupo.

Landis et al. (2006) apresentam uma comparação entre dois destes métodos: o evento de campo em tempo real e a simulação (Quadro 2.5).

**Quadro 2.5:** Comparação entre dois métodos de avaliação de percepção de ciclistas

Método	Prós	Contras	Exemplos de aplicação
Evento de campo em tempo-real	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite que o ciclista tenha uma visão mais global dos locais a serem avaliados</li> <li>• Permite uma percepção mais exata dos estímulos de resposta (como fatores de resposta entre operador e veículo, condição de pavimento, etc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode apresentar perigo aos participantes, no caso da avaliação de locais pouco adequados para a circulação de bicicletas.</li> <li>• Possibilidade de avaliação tendenciosa devido à exposição dos ciclistas a diferentes contextos.</li> <li>• Dificuldade na obtenção de voluntários para a pesquisa (restrições de tempo ou disponibilidade no horário da pesquisa)</li> </ul>	Landis et al. (2006); Noel et al. (2003)
Simulação (avaliação com base em vídeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite uma boa percepção das interações entre os vários usuários das vias</li> <li>• Permite o controle da velocidade e do fluxo de tráfego</li> <li>• Não sujeita os indivíduos a situações de perigo.</li> <li>• Permite a participação de muitos indivíduos</li> <li>• Permite a avaliação de vias que não seriam adequadas para o evento de campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração do vídeo requer tempo e equipamentos sofisticados;</li> <li>• Pode excluir alguns estímulos de resposta importantes.</li> </ul>	Harkey et al. (1998); Hummer et al. (2005); Jensen (2007); Jones e Carlson (2003); Landis et al. (1997); Landis et al. (2006).

## 2.4 Fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte

A opção de um indivíduo por um modo de transporte é um processo complexo, que é influenciado por diversos fatores, como as características do indivíduo, da viagem que irá realizar e dos sistemas de transportes disponíveis (PEZZUTO, 2002). A análise dos fatores que podem estimular e restringir o uso da bicicleta como modo de transporte foi foco de vários estudos, que serão apresentados a seguir. O entendimento correto destes fatores é visto como um pré-requisito essencial para formular políticas que incluem a demanda latente para viagens de bicicleta (FHWA, 1992).

Federal Highway Administration - FHWA (1992) sugeriu a classificação dos fatores que influenciam na escolha modal dos indivíduos em dois grupos: fatores subjetivos e fatores objetivos. Os fatores subjetivos são menos relacionados com condições mensuráveis

do que com a percepção pessoal e a interpretação das necessidades individuais, enquanto que os objetivos são fatores físicos que existem para todos, apesar de possuírem pesos que podem ser diferentes para cada indivíduo.

O Quadro 2.6 relaciona os fatores destacados por FHWA (1992). O comprimento da viagem, apesar de ser mensurável, foi classificado como um fator subjetivo, pois, segundo os autores, cada indivíduo tem sua própria percepção da distância aceitável para andar de bicicleta.

**Quadro 2.6:** Fatores que influenciam na opção dos indivíduos pela bicicleta (adaptado de FHWA, 1992)

Fatores subjetivos		Comprimento da viagem		
		Segurança no tráfego		
		Conveniência		
		Custo da viagem		
		Valor atribuído ao tempo		
		Valorização dos exercícios físicos		
		Condições físicas		
		Circunstâncias familiares		
		Hábitos cotidianos		
		Atitudes de valores sociais		
Fatores objetivos		Aceitabilidade social		
		Fatores ambientais		
		Clima		
		Topografia		
		Características da infraestrutura		Infraestrutura adequada para bicicletas
				Acessibilidade e continuidade das rotas
				Alternativas de transporte

Entretanto, os fatores apresentados por FHWA (1992) foram levantados levando em conta as condições americanas da época. Também buscando identificar os fatores que influenciavam a opção de um indivíduo na escolha da bicicleta como modo de transporte, Pezzuto (2002) realizou uma pesquisa na cidade de Araçatuba, SP. O método utilizado para a coleta de dados foi a aplicação de questionários, que foram respondidos por usuários e não usuários de bicicleta. Para a análise dos resultados, os entrevistados foram divididos em três grupos: ciclistas (que utilizavam a bicicleta para viagens utilitárias), ciclistas casuais (que utilizavam a bicicleta para lazer e exercício) e não ciclistas.

Os resultados dessa pesquisa indicaram que a percepção em relação ao ciclismo e, portanto, aos fatores que interferem no uso da bicicleta, são diferentes para cada um desses grupos. No entanto, de forma geral, concluiu-se que os fatores que mais influenciam na escolha da bicicleta estavam relacionados aos aspectos de conforto e

segurança, às vantagens oferecidas pelos modos motorizados e a valores e preferências pessoais (PEZZUTO, 2002).

Segundo os resultados de uma pesquisa realizada por Dill e Voros (2007), as medidas reais de proximidade a ciclovias e ciclofaixas não foram associadas a maiores índices de utilização da bicicleta. Entretanto, os autores descobriram que percepções positivas sobre a disponibilidade de ciclovias foram associadas com o maior uso da bicicleta e com o desejo de aumentar a utilização desse modo de transporte.

Mais recentemente, Sener et al. (2009) classificaram os fatores que podem influenciar na escolha da bicicleta como modo de transporte em três categorias: (1) características demográficas individuais ou domiciliares (como idade, gênero, etnia, posse de automóvel, e renda familiar); (2) atitudes individuais e percepções (como percepções de segurança e seguridade, tempo e custo percebidos, e atitudes relacionadas à participação em atividades físicas); e (3) características da vizinhança (como uso do solo, fatores ambientais, presença e tipos de infraestrutura para bicicletas, presença de chuveiros e armários no ambiente de trabalho, entre outros).

Sener et al. (2009) afirmam que, apesar de existir um interesse crescente em avaliar o comportamento dos ciclistas, há um número limitado de pesquisas sobre o efeito das atitudes individuais e percepções que influenciam o uso e a frequência de uso da bicicleta nos Estados Unidos e no mundo. O mesmo pode ser percebido no contexto brasileiro. Os autores realizaram uma pesquisa com ciclistas no estado americano do Texas, cujos resultados indicam que percepções em termos de fatores relacionados à segurança e qualidade têm um impacto na frequência do uso da bicicleta.

Desta forma, constata-se que o estudo da percepção de indivíduos quanto à segurança e qualidade da infraestrutura para ciclistas é uma área de pesquisa pouco explorada. Adicionalmente, o desenvolvimento de um modelo de nível de serviço para bicicletas com base na percepção dos indivíduos pode contribuir para o planejamento do transporte cicloviário em cidades brasileiras de porte médio. Para isso, os estudos já realizados podem ser utilizados como referência.



### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa, que teve como objetivo principal desenvolver um modelo de nível de serviço para bicicletas, com base nos modelos já existentes, para ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio, pode ser dividida conforme as cinco etapas descritas a seguir.

#### **3.1 Identificação dos atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço**

A primeira etapa da pesquisa é a identificação das variáveis que podem ser utilizadas para descrever o nível de serviço para bicicletas em cidades brasileiras de porte médio. Definiu-se que estes atributos seriam identificados através da técnica de Grupos Focais.

O grupo focal é uma maneira cada vez mais utilizada para levantar opiniões e atitudes e pode ser descrito como entrevistas qualitativas com um pequeno número de pessoas, especialmente escolhidas, agrupadas para discutir um determinado tópico. Nos grupos focais, as interações entre entrevistador e entrevistado, e, especialmente, entre entrevistados, são usadas para coletar dados que podem caracterizar um determinado problema. Dessa forma, esse tipo de pesquisa não resulta em dados estatisticamente significativos, mas sim em informações qualitativas (RICHARDSON et al., 1995).

Os Grupos Focais podem ser utilizados para coletar dados de percepção de indivíduos para o desenvolvimento de modelos de nível de serviço para bicicletas. Nesse caso, a metodologia consiste em entrevistar os participantes sobre quais atributos afetam a sua percepção sobre a acomodação das bicicletas nas ruas e como eles avaliariam certas facilidades (LANDIS et al., 2006).

Uma das técnicas mais utilizadas para analisar os dados resultantes de grupos focais é a técnica de Análise de Conteúdo Categorical, desenvolvida por Bardin (1995). De acordo com a autora, esta análise "pretende tomar em consideração a totalidade de um 'texto', passando-o pelo crivo da classificação e do recenseamento, segundo a frequência de presença (ou de ausência) de itens de sentido" (BARDIN, 1995, p. 37).

No caso da codificação dos resultados de grupos focais, a unidade de registro mais utilizada é o tema. Richardson (1995) destaca que respostas a perguntas abertas em um questionário, entrevistas ou reuniões de grupo frequentemente são analisadas em base temática. Além disso, Richardson (1995) cita que geralmente são escolhidos dois tipos de tema: principais e secundários. Os temas principais definem o conteúdo analisado e os secundários especificam diversos aspectos incluídos no primeiro.

A descrição detalhada da realização do Grupo Focal realizado na pesquisa está no item 4.2. O Quadro 3.1 apresenta os atributos identificados durante o processo.

**Quadro 3.1:** Atributos de caracterização das vias resultantes do Grupo Focal

<b>Categorias</b>	<b>Atributos</b>
Tráfego	Volume de veículos motorizados
	Velocidade de veículos motorizados
	Sinalização em interseções
	Presença de veículos pesados
	Direção da via (mão única ou mão dupla)
Infraestrutura	Desenho das vias (visibilidade)
	Pavimento
	Largura da via
Conflitos	Cruzamentos
	Estacionamento lateral
	Rotatória
Ambiente	Gradiente/Aclive
	Vegetação (sombra)
	Seguridade pessoal

### **3.2 Avaliação da percepção dos indivíduos sobre a importância dos atributos**

Para definir o método de avaliação da percepção dos indivíduos sobre a importância dos atributos, foram considerados os métodos existentes, descritos na literatura, e

a viabilidade de aplicação dos mesmos no contexto em que a pesquisa está inserida (cidades brasileiras de porte médio).

Com base na avaliação dos prós e contras dos diferentes métodos, feita por Landis et al. (2006) e mostrada no Quadro 2.5, definiu-se pela realização de simulações (avaliação com base em vídeo). A principal motivação para utilização de simulações foi a maior facilidade de obtenção de voluntários (inclusive em grandes grupos) e a possibilidade de controlar os parâmetros das vias a serem analisadas (como volumes e velocidades do tráfego de veículos motorizados).

No entanto, o vídeo não permite que alguns atributos do espaço viário sejam ponderados pelos participantes da pesquisa, como, por exemplo, a sensação de calor, o custo da bicicleta, os benefícios para a saúde, etc. Assim, para compensar a exclusão desses atributos, o método da simulação foi combinado com outro método de análise da percepção: questionários formulados com base na escala Likert.

### *3.2.1. Elaboração do vídeo*

Para a realização das filmagens foram consideradas diversas alternativas, em termos de tecnologias e equipamentos utilizados. Uma das aparentemente mais adequadas foi utilizada por Jensen (2007) em uma pesquisa realizada na Dinamarca. A tecnologia utilizada foi a Steadicam, que consiste de um sistema onde a câmera de vídeo é acoplada ao corpo do operador através de um colete dotado de molas, e serve para estabilizar as imagens produzidas, dando a impressão de que a câmera flutua. O sistema é muito utilizado no cinema, e garante a alta qualidade das imagens.

Landis et al. (2006) avaliaram algumas maneiras possíveis de filmagem, concluindo que aquela que apresentou melhor desempenho foi um protótipo de bicicleta construído especialmente para este fim, com lugar para duas pessoas, sendo que uma filmava e a outra dirigia e pedalava a bicicleta.

No entanto, o uso de equipamentos deste tipo está fora do orçamento desta pesquisa de doutorado e, portanto, a concepção do vídeo deve ser realizada sem a necessidade de equipamentos sofisticados.

As vias filmadas devem ser escolhidas com base em tipologias definidas. Dadas as prováveis diferenças entre as tipologias, os horários de filmagem devem ser observados para que a situação filmada possa retratar a tipologia da maneira mais fiel

possível. Para confirmar que a situação filmada retrata realmente aquela tipologia, é necessário também realizar um inventário das características geométricas, de tráfego e condições de entorno das vias filmadas.

### 3.2.2. *Elaboração dos questionários para pesquisa de campo*

Os questionários utilizados na pesquisa de campo tiveram como objetivo levantar três conjuntos de informações:

1. Percepção dos indivíduos sobre a segurança e o conforto das vias mostradas no vídeo;
2. Perfil dos participantes;
3. Percepção dos indivíduos acerca dos atributos definidos na primeira etapa da metodologia e avaliação global da postura dos entrevistados em relação ao ciclismo.

Assim sendo, os questionários foram divididos em três partes, todas disponíveis no Apêndice B.

Na primeira parte (Questionário A), para avaliar os trechos mostrados no vídeo, definiu-se que os participantes deveriam atribuir uma nota de 0 a 10 para cada um dos trechos (sendo 0 a pior nota e 10 a melhor nota), com base na sua percepção de segurança e conforto para ciclistas naquela situação. Esta escala foi escolhida por ser bastante conhecida dos indivíduos e, portanto, facilitar a compreensão e análise dos mesmos. Este procedimento de avaliação é uma adaptação do questionário usado por Landis et al. (2006), no desenvolvimento do modelo do Nível de Serviço para Bicicletas (*Bicycle Level of Service - BLOS*).

Na segunda parte (Questionário B) para levantar o perfil dos participantes, foram incluídas questões relacionadas ao: gênero, faixa etária, nível de escolaridade, se sabe ou não andar de bicicleta, se possui bicicleta em seu domicílio, que tipo de ciclista se considera, motivos de viagem para os quais utiliza bicicleta, tipos de infraestrutura utilizados para andar de bicicleta, e frequência do uso da bicicleta. As respostas a estas questões foram utilizadas para definir diversos grupos de ciclistas e verificar se há diferenças entre as opiniões dos grupos que possam refletir na necessidade de diferentes modelos de nível de serviço (ou diferentes utilizações do modelo) para cada um deles. Não foram incluídas questões a respeito da renda dos entrevistados pelos seguintes motivos: é difícil obter respostas precisas sobre a renda dos respondentes e métodos alternativos para estimativa de

renda média dos participantes (através de outras características dos respondentes e seus domicílios, como número de aparelhos de televisão e número de banheiros) tornariam o questionário muito longo, o que seria inadequado no caso dessa pesquisa.

A terceira parte (Questionário C) teve como objetivo avaliar a percepção dos indivíduos acerca de cada um dos atributos definidos no Grupo Focal (Quadro 3.1) e também obter uma avaliação global da postura do entrevistado em relação ao ciclismo. Este questionário foi estruturado com base na escala de Likert.

De acordo com Oppenheim (1999), a escala de Likert é uma das escalas disponíveis para avaliar atitudes, na qual os sujeitos localizam-se, para cada afirmação, em uma das seguintes posições: "concordo totalmente", "concordo em parte", "sem opinião", "discordo em parte" e "discordo totalmente".

Os graus de concordância/discordância podem ser codificados através de valores numéricos. Assim, no caso da presente pesquisa, os itens com conteúdo positivo, receberam os valores: "concordo totalmente" = 5; "concordo em parte" = 4; "sem opinião" = 3; "discordo em parte" = 2 e "discordo totalmente" = 1. No caso das afirmações negativas, os valores devem ser invertidos.

Além disso, é recomendável que as questões com conteúdo positivo e negativo sejam distribuídas aleatoriamente no questionário. Este procedimento tem como objetivo estabelecer dinamismo ao preenchimento do questionário, evitando que os respondentes se posicionem favorável ou desfavorávelmente ao questionário como um todo.

No total, foram formuladas 26 questões. As 14 primeiras questões foram baseadas nos atributos definidos no Grupo Focal. As demais questões foram formuladas para avaliar quão favorável os participantes são em relação ao ciclismo. Assim, as 12 últimas questões foram escolhidas com base nos fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte, identificados na revisão bibliográfica. O atributo "seguridade pessoal", apesar de ter sido identificado através do Grupo Focal, também pode ser considerado como fator que influencia na escolha da bicicleta como modo de transporte.

O Quadro 3.2 mostra os atributos e fatores e as respectivas afirmações que fazem parte do Questionário C.

**Quadro 3.2:** Afirmações do Questionário C

Questão	Atributo	Afirmção
1	Volume de veículos motorizados	Os ciclistas andam tranquilamente nas ruas com grande movimento de veículos.
2	Velocidade dos automóveis	Quando os veículos andam muito rápido, os ciclistas correm risco de acidentes.
3	Sinalização nas interseções	É melhor para um ciclista atravessar em ruas com semáforo.
4	Veículos pesados	Caminhões e ônibus incomodam quem anda de bicicleta nas ruas.
5	Cruzamentos	Cruzamentos são perigosos para ciclistas.
6	Sentido do tráfego	É mais fácil andar de bicicleta em ruas de mão única do que em ruas de mão dupla.
7	Desenho das vias (visibilidade)	Falta de visibilidade nos cruzamentos atrapalha o ciclista.
8	Condição do pavimento	A pavimentação da rua não influencia no conforto do ciclista.
9	Largura da via	É melhor andar de bicicleta em ruas mais largas.
10	Estacionamento lateral	Quem anda de bicicleta tem medo que os motoristas abram de repente a porta do carro estacionado na rua.
11	Rotatórias	Os ciclistas se sentem seguros quando andam em rotatórias.
12	Active	As pessoas evitam andar de bicicleta quando têm que passar por ruas com muita subida.
13	Arborização	É melhor andar de bicicleta quando existem árvores (sombra) nas ruas.
14	Seguridade pessoal	Quem anda de bicicleta corre risco de ser assaltado.
15	Esforço físico	Andar de bicicleta é muito cansativo.
16	Aceitabilidade social	A maioria das pessoas que eu conheço aprova (ou aprovaria) que eu use a bicicleta para trabalhar ou ir à escola.
17	Conforto térmico	O sol e o calor são motivos para não se usar a bicicleta.
18	Infraestrutura específica para bicicletas	Se houvesse uma faixa reservada para ciclistas nas ruas eu andaria (ou andaria mais) de bicicleta.
19	Custo das viagens	Andar de bicicleta é mais barato do que andar de carro, ônibus ou moto.
20	Distância das viagens	Não uso a bicicleta porque os lugares que frequento ficam muito longe da minha casa.
21	Modo de transporte confortável	Prefiro andar de carro/ônibus/moto porque é mais confortável do que a bicicleta.
22	Segurança para ciclistas	Se as ruas fossem mais seguras para os ciclistas, eu andaria (ou andaria mais) de bicicleta.
23	Velocidade do ciclismo	A bicicleta é um transporte muito lento.
24	Saúde	Andar de bicicleta faz bem para a saúde.
25	Preferência pessoal	Não ando de bicicleta porque não gosto.
26	Estacionamento seguro para bicicletas	Eu usaria (ou usaria mais) a bicicleta se existissem estacionamentos seguros no meu trabalho/escola.

### 3.2.3. Realização da pesquisa de campo

A aplicação da pesquisa de campo consistiu em: introdução e instruções para a pesquisa; exibição do vídeo juntamente com preenchimento de questionário de avaliação das vias mostradas no vídeo; e preenchimento de questionários adicionais.

Devido à facilidade na obtenção de voluntários, especialmente por se tratar de uma pesquisa de caráter acadêmico, a aplicação da pesquisa de campo foi realizada em estabelecimentos educacionais. No entanto, procurou-se obter participantes de perfis diversificados, principalmente no que diz respeito à faixa etária.

### 3.2.4. Avaliação da adequação do tamanho da amostra

O tamanho da amostra coletada é um fator determinante na validade estatística do estudo realizado. Quanto maior o tamanho da amostra, maior a precisão das conclusões de uma pesquisa. Segundo Richardson et al. (1995), para estimar o tamanho da amostra que permite obter a precisão desejada, é necessário considerar os seguintes fatores:

- A variância do parâmetro medido;
- O nível de precisão desejado para a pesquisa;
- A margem de erro aceitável.

Assim, o tamanho da amostra é dado por:

$$n = \frac{\sigma^2}{SE(média)^2}$$

onde: n = tamanho da amostra

$\sigma$  = desvio padrão da variável para a população

SE (média) = erro padrão aceitável para a média

$$SE(média) = \frac{margem\_de\_erro\_absoluta}{z}$$

onde: z = parâmetro estatístico relacionado ao nível de precisão desejado

(Para 95% de precisão, z=1,96)

Após a conclusão da pesquisa de campo, foi realizada uma análise para verificar se o tamanho da amostra coletada é adequado para obter a precisão estatística desejada.

### **3.3 Análise dos resultados**

Os resultados da pesquisa de campo foram analisados através de métodos de análise estatística descritiva e correlacional, produzindo os seguintes estudos: resultados dos questionários (A, B e C); classificação dos participantes em tipos de ciclistas; definição de uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta e a classificação dos participantes em grupos, de acordo com essa escala.

Para as análises, foram utilizados os softwares *Excel*, *SPSS - PASW Statistics* versão 16 (software utilizado na Universidade de Twente, durante o doutorado sanduíche) e *Statistica 9.0* (software utilizado na UFSCar).

### **3.4 Formulação do modelo**

O Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas foi desenvolvido através de um modelo Logit Ordenado, relacionando as medidas de nível de serviço obtidas pela avaliação dos participantes em relação às vias exibidas no vídeo e a variável FLUXO, definida como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via.

O modelo foi desenvolvido através do software *Statistica 9.0*.

### **3.5 Validação do modelo**

Após o desenvolvimento do modelo, este foi validado através do método estatístico conhecido como validação cruzada, ou seja, a subdivisão da amostra original em duas partes: uma para a definição do modelo e outra para a sua validação.



## 4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo descreve as atividades realizadas para a aplicação da metodologia em duas cidades brasileiras de porte médio.

### 4.1 Cidades escolhidas para o estudo de caso

Duas cidades foram escolhidas para fazer parte da pesquisa de campo: São Carlos e Rio Claro, SP. Tratam-se de duas cidades de porte médio, localizadas na mesma região do estado de São Paulo, que foram escolhidas por motivos distintos.

A cidade de São Carlos está situada na região central do estado de São Paulo, distante 244 km da capital do estado. A altitude média é de 856m, variando de 520m até 1000m de altura. A área total do município é de 1.140,92 km<sup>2</sup>, segundo o IBGE, e a área urbana é de 67,25 km<sup>2</sup>, apresentando uma população de 221.936 habitantes (IBGE, 2010). O clima da cidade é tropical de altitude, com precipitação de 1422,8mm e temperaturas média máxima de 27°C e média mínima de 15,3°C (UNICAMP, 2009).

São Carlos é a sede da UFSCar, onde se localiza o programa de pós-graduação do qual a pesquisa de doutorado faz parte. Apesar de ter algumas restrições para o uso da bicicleta, como alta declividade em certos pontos, a cidade já foi utilizada para a pesquisa de campo da dissertação de mestrado (KIRNER, 2006), cujo tema "rotas cicláveis em áreas urbanas" é relacionado com o tema dessa pesquisa de doutorado.

Na cidade de Rio Claro, por sua vez, 17,3% dos deslocamentos diários são realizados por bicicleta, segundo a Prefeitura Municipal. Essa característica facilita a identificação de trechos viários de tráfego compartilhado que sejam bastante utilizados por ciclistas (necessários para a realização do estudo de caso). Além disso, a cidade consta no documento Planejamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional, produzido pela GEIPOT (2001) como tendo 3 km de ciclovias e 20 bicicletários de 10 a 45 vagas.

Rio Claro está distante 173 km da capital do estado e tem altitude de 613m no centro urbano, variando de 500m até 725m de altitude. A área total do município é de 499 km<sup>2</sup>, apresentando uma população de 186.299 habitantes (IBGE, 2010). O clima da cidade é tropical de altitude, com precipitação de 1366,8mm e temperaturas média máxima de 28°C e média mínima de 15,1°C (UNICAMP, 2009).

As cidades de São Carlos e Rio Claro podem ser classificadas como cidades médias brasileiras, que é o foco dessa pesquisa. Além disso, tendo em vista que a cidade considerada ideal para o ciclismo é aquela que tem a média das temperaturas máximas entre 18°C e 28°C e menos de 60 dias de precipitação mensurável durante o ano (FHWA, 1992 apud PEZZUTO, 2002), as duas cidades escolhidas para o estudo de caso podem ser utilizadas para o uso da bicicleta, o que também justifica a sua utilização no estudo. Como as cidades foram escolhidas devido a diferentes razões e possibilidades de aplicação no estudo, cada uma delas foi utilizada em diferentes etapas do estudo de caso. A identificação dos atributos, a elaboração do vídeo e parte da aplicação da pesquisa de campo foram realizadas na cidade de Rio Claro, enquanto que a maior parte da aplicação da pesquisa de campo foi realizada na cidade de São Carlos.

## **4.2 Identificação dos atributos – Grupo Focal**

O Grupo Focal foi realizado na cidade paulista de Rio Claro, para identificar incompatibilidades e afinidades entre os atributos que definem o nível de serviço para bicicletas na literatura existente e no contexto das cidades brasileiras de porte médio. Essa etapa teve dois objetivos: avaliar os atributos existentes na literatura de acordo com o contexto das cidades brasileiras de porte médio; e incorporar novos atributos que fazem parte desse contexto.

O Grupo Focal foi conduzido no Departamento de Geografia da UNESP de Rio Claro, no dia 09 de outubro de 2008, com oito participantes, cujo perfil incluía: ciclistas experientes, participantes de uma ONG relacionada com o ciclismo na cidade, alunos e professores do Departamento de Geografia da UNESP de Rio Claro (que pesquisam planejamento de transportes ou áreas afins), e funcionários da Secretaria de Transportes da Prefeitura Municipal de Rio Claro. A análise do perfil dos entrevistados indicou que a maior parte deles são homens e a faixa etária predominante é dos indivíduos com mais de 30 anos. Apesar da maioria dos entrevistados possuírem automóvel disponível para o seu uso, todos afirmaram utilizar a bicicleta pelo menos uma vez por semana. A maioria dos entrevistados indicou utilizar a bicicleta para viagens utilitárias, ou seja, para se locomover entre a residência e a escola ou trabalho. Além disso, grande parte deles afirmou utilizar predominantemente vias locais para andar de bicicleta.

No início da discussão, foi realizada uma apresentação dos participantes e dos objetivos da realização do Grupo Focal. Foi assegurada confidencialidade aos comentários da discussão e enfatizada a voluntariedade de participação do grupo. Durante a discussão, os participantes foram solicitados a indicar quais são os atributos relacionados à segurança e ao conforto dos ciclistas em vias urbanas de tráfego compartilhado, explicando e dando exemplos da própria cidade. A discussão foi moderada com o objetivo de manter o foco dos comentários no tema tratado. Além de um moderador, contou-se também com a participação de um co-moderador.

A reunião foi registrada através de anotações e filmagem, para que houvesse um registro completo da discussão para análise posterior. O Grupo Focal teve duração total de três horas, e foi dividido em duas sessões, com um intervalo de quinze minutos entre uma sessão e outra. Durante o intervalo, os participantes preencheram um questionário sobre o seu perfil.

A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de Análise de Conteúdo Categorical (BARDIN, 1995). Assim, após a transcrição do conteúdo em áudio para texto, os comentários realizados durante o grupo focal foram organizados e classificados por tema. As categorias temáticas escolhidas para analisar os comentários da discussão foram: tráfego, infraestrutura, conflitos e ambiente. As subcategorias, por sua vez, são definidas pelos atributos citados pelos participantes. Foi também realizado o cálculo de frequência dos temas, ou seja, a contabilização de quantas vezes cada uma das subcategorias foi citada na discussão.

Como resultado do grupo focal, foi gerada uma tabela com diversos atributos que influenciam a percepção de segurança e conforto dos ciclistas em vias urbanas de tráfego compartilhado, especialmente no contexto das cidades brasileiras de porte médio (Quadro 4.1).

**Quadro 4.1:** Síntese dos resultados do Grupo Focal

<b>Categorias</b>	<b>Atributos</b>	<b>Número de comentários</b>	<b>Exemplos de comentários</b>
Tráfego	Volume de veículos motorizados	8	"Para um ciclista, (...) o que dificulta é o volume de carros, a competição com os carros."
	Velocidade de veículos motorizados	3	"Aqui, em função da velocidade, você tem um tempo de resposta de sinalizar que você vai entrar, a pessoa te enxerga fazendo essa sinalização."
	Sinalização em interseções	2	"(...) evito ruas sem semáforo, eu prefiro uma rua com pare."
	Presença de veículos pesados	3	"(No centro da cidade) tem bastante ônibus (...) e vão para todos os lados."
	Sentido da via (mão única ou mão dupla)	2	"É melhor (andar de bicicleta) na mão única."
Infraestrutura	Desenho das vias (visibilidade)	1	"As esquinas são todas em 90°, é complicado enxergar se está vindo algum veículo, se está vindo alguma coisa, pra poder atravessar."
	Pavimento	1	"Rio Claro é uma cidade que tem um pavimento horroroso, péssimo, péssimo."
	Largura da via	4	"A via municipal é estreita." "Não tem espaço pra andar."
Conflitos	Cruzamentos	3	"Como tem várias convergências em Rio Claro a cada 80m, isso o ciclista precisa tomar um cuidado tremendo."
	Estacionamento lateral	3	"(...) tem os carros passando, os carros estacionados (...)."
	Rotatória	1	"Na rotatória, as pessoas têm o costume de tangenciar em cima da guia."
Ambiente	Gradiente/Aclive	1	"Eu vejo uma tendência deles (ciclistas) de procurarem as avenidas mais planas."
	Vegetação (sombra)	2	"Na Vila João, realmente tem poucas árvores. (...) Mas andar na periferia, você anda no solão."
	Seguridade pessoal	2	"Nesse bairro aqui a gente tem medo de sair à noite."

Os resultados indicaram que os atributos "volume de veículos motorizados" e "largura da via" foram os mais lembrados durante a discussão. Atributos como "velocidade dos veículos motorizados", "presença de veículos pesados", "cruzamentos" e "estacionamento lateral", também foram frequentemente citados pelos participantes. Outros atributos menos citados, mas que ainda foram lembrados durante a discussão foram: "sinalização das interseções", "direção da via", "desenho das vias", "pavimento", "rotatória", "gradiente/aclive", "vegetação" e "seguridade pessoal".

É importante observar que as frequências com que os atributos foram citados pelos participantes no Grupo Focal podem ser utilizadas somente como referência dos pontos discutidos, ou seja, não têm nenhuma precisão estatística. Através da análise dos resultados do Grupo Focal, percebe-se que o volume de veículos motorizados e a largura da via foram

os atributos mais lembrados pelos participantes durante a discussão. A principal contribuição do Grupo Focal realizado foi a definição de uma lista de atributos considerados importantes para a percepção de conforto e segurança dos ciclistas.

### **4.3 Definição de tipologias de vias e escolha das vias para filmagem**

A partir dos atributos identificados no Grupo Focal, foram definidas tipologias de vias para serem analisadas pelos participantes da pesquisa, através da visualização do vídeo. As tipologias foram definidas com base na combinação de até três dos 14 atributos apontados no Grupo Focal. A definição das tipologias através da combinação de atributos busca que os entrevistados analisem um determinado contexto, em detrimento de atributos isolados.

O atributo “segurança pessoal” foi excluído da definição de tipologias pela dificuldade em ser retratado pela filmagem. No entanto, este atributo foi incluído no questionário de pesquisa de atitude, descrito no item 3.2.2.

Assim, foram definidas 14 tipologias, que podem ser classificadas em três tipos: segmentos viários, interseções e trechos completos. Os segmentos viários são trechos desde o início até o final de uma quadra, delimitados por duas interseções. As interseções são definidas desde a metade de uma quadra até a outra metade da próxima, incluindo a interseção entre as duas. Os trechos completos, por sua vez, incluem dois segmentos viários consecutivos e a interseção entre eles.

Por se tratar de uma área urbana e, conseqüentemente, com malha viária bastante segmentada, era importante que a avaliação incluísse não só segmentos viários, mas também interseções.

O Quadro 4.2 mostra as características das tipologias propostas e sua classificação.

**Quadro 4.2:** Trechos de vias escolhidos para a filmagem

<b>Classificação</b>	<b>Tipologia</b>
Segmento	Volume baixo/ Velocidade baixa
	Volume baixo/ Velocidade alta
	Volume alto/ Velocidade baixa/ Sem estacionamento
	Volume alto/ Velocidade baixa/ Com estacionamento
	Volume alto/ Velocidade alta/ Com entradas de garagem
	Volume alto/ Velocidade alta/ Sem entradas de garagem
Interseção	Sem visibilidade
	Com visibilidade
	"Pare"/ Com visibilidade
	"Pare"/ Sem visibilidade
	Rotatória
Trecho completo	Semáforo
	Segmento ruim/ Interseção boa
	Segmento bom/ Interseção ruim

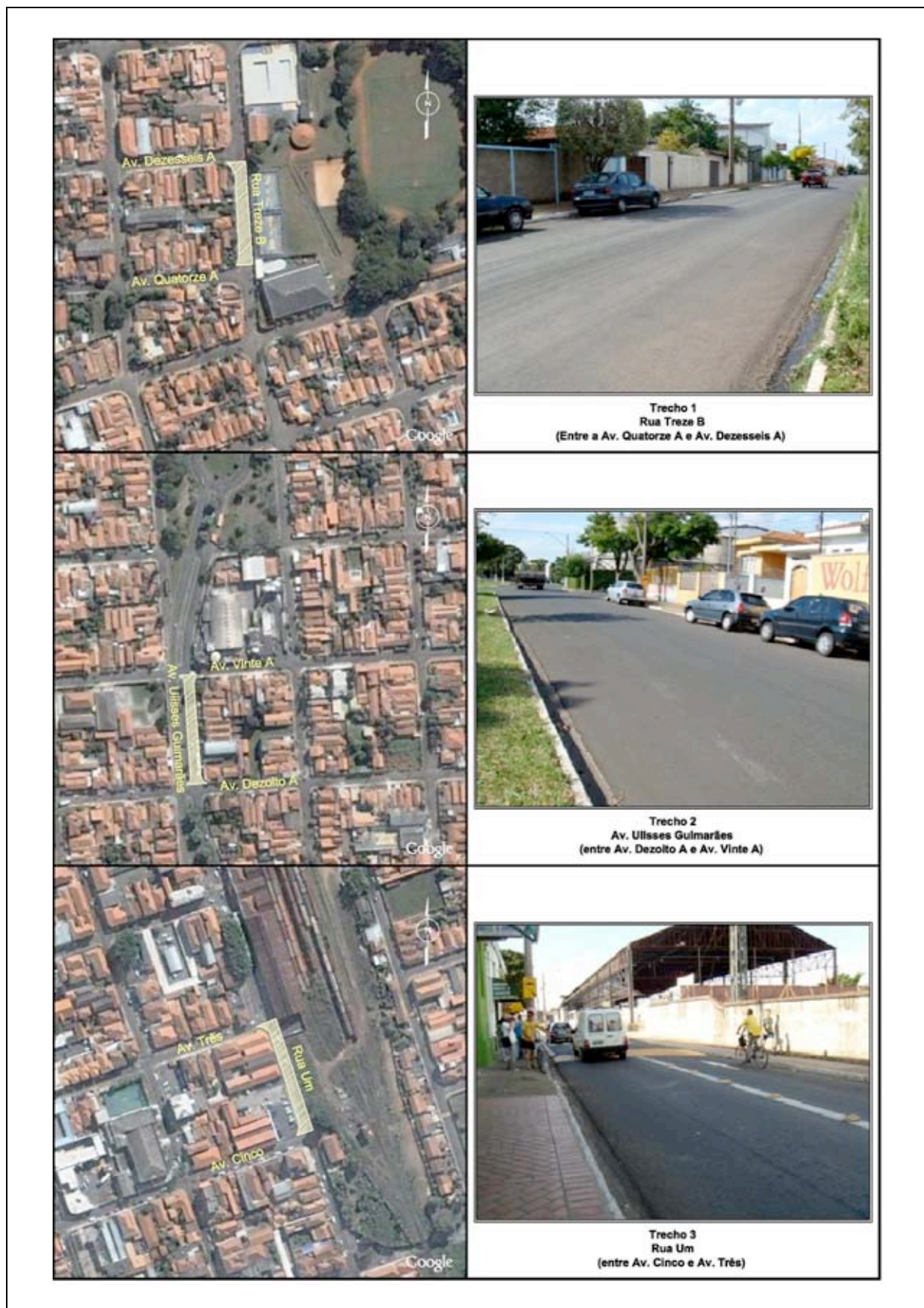
Após a definição das tipologias, foram escolhidas as vias a serem utilizadas na filmagem, para a produção do vídeo. Para escolher quais trechos de vias da cidade de Rio Claro se encaixavam em cada uma das tipologias, contou-se com a ajuda dos funcionários da Secretaria de Transportes da Prefeitura Municipal de Rio Claro e de um professor e um aluno de doutorado do Departamento de Geografia da UNESP de Rio Claro, durante uma reunião realizada no dia 06 de novembro de 2008.

O Quadro 4.3 mostra os trechos escolhidos, sua tipologia, sua classificação e sua localização na cidade de Rio Claro.

**Quadro 4.3:** Trechos de vias escolhidos para a filmagem

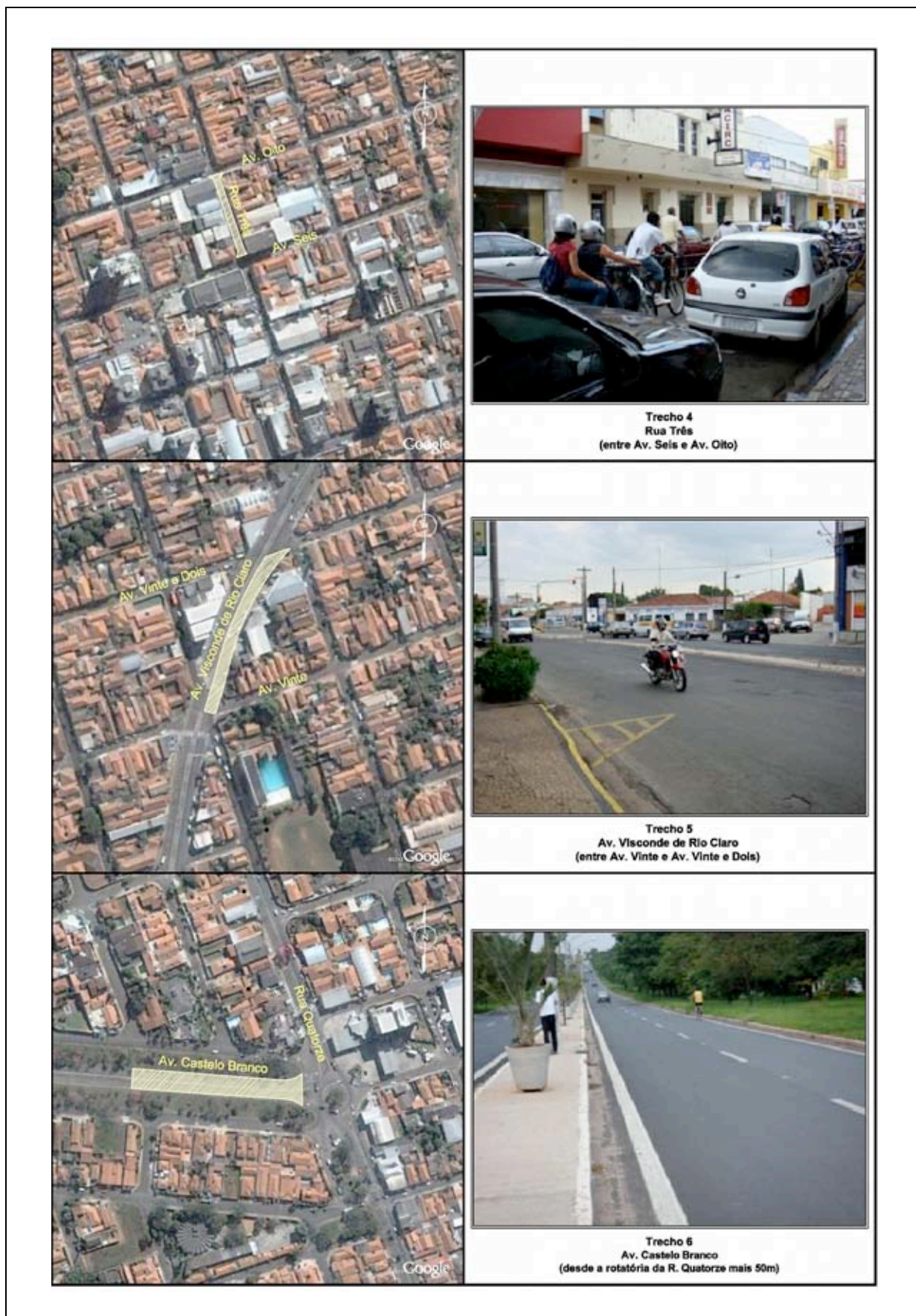
<b>Trecho</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Classificação</b>	<b>Localização</b>
1	Volume baixo/ Velocidade baixa	Segmento	R. Treze B (entre Av. Quatorze A e Av. Dezesseis A)
2	Volume baixo/ Velocidade alta	Segmento	Av. Ulisses Guimarães (entre Av. Dezoito A e Av. Vinte A)
3	Volume alto/ Velocidade baixa/ Sem estacionamento	Segmento	R. um (entre Av. Cinco e Av. Três)
4	Volume alto/ Velocidade baixa/ Com estacionamento	Segmento	R. Três (entre Av. Seis e Av. Oito)
5	Volume alto/ Velocidade alta/ Com entradas de garagem	Segmento	Av. Visconde de Rio Claro (entre Av. Vinte e Av. Vinte e Dois)
6	Volume alto/ Velocidade alta/ Sem entradas de garagem	Segmento	Av. Castelo Branco (desde a rotatória da R. Quatorze mais 50m)
7	Sem visibilidade	Interseção	R. Seis B (com Av. Vinte e Quatro A)
8	Com visibilidade	Interseção	R. Doze B (com Av. Vinte e Dois A)
9	Parada obrigatória/ Com visibilidade	Interseção	R. Treze B (com Av. Oito A)
10	Parada obrigatória / Sem visibilidade	Interseção	Av. Dezoito A (com Av. Ulisses Guimarães)
11	Rotatória	Interseção	Rotatória Av. Ulisses Guimarães (entrada: Av. Dez A; saída: Av. Oito A)
12	Trecho ruim/ Interseção boa	Trecho completo	Av. Dez (entre R. Dois e R. Três)
13	Semáforo	Interseção	Av. Dois (com R. Três)
14	Trecho bom/ Interseção ruim	Trecho completo	R. Samambaia (entre Av. Dezoito e Av. Vinte e Dois)

As Figuras 4.1 a 4.5 mostram a inserção dos trechos na malha urbana e fotos ilustrativas para cada trecho.



**Figura 4.1:** Trechos 1, 2 e 3





**Figura 4.2:** Trechos 4, 5 e 6



**Figura 4.3:** Trechos 7, 8 e 9



**Figura 4.4:** Trechos 10, 11 e 12



**Figura 4.5:** Trechos 13 e 14

#### 4.4 Elaboração do vídeo

A filmagem e a criação do vídeo tiveram a participação de um produtor de vídeo (que ficou responsável pela parte técnica da filmagem e edição) e de um ciclista com experiência em andar de bicicleta em Rio Claro (para conduzir a bicicleta).

Após considerar algumas outras maneiras possíveis de filmagem, inclusive as avaliadas por Landis et al (2006), o sistema utilizado foi uma câmera de vídeo portátil acoplada ao guidão da bicicleta através de uma peça feita sob medida (Figuras 4.6 e 4.7). A câmera foi localizada próxima à altura da cabeça do ciclista, para que a filmagem correspondesse à visão do ciclista enquanto trafega pelas vias da cidade.



**Figura 4.6:** Instalação da câmera na bicicleta usada para a filmagem



**Figura 4.7:** Ciclista em percurso com a bicicleta com câmera acoplada durante a filmagem

A filmagem ocorreu em vários horários de dois dias diferentes, nas terças-feiras de 18 e 25 de novembro de 2008. Alguns trechos foram filmados em horário de pico, outros não, de acordo com a particularidade de cada tipologia. No entanto, procurou-se manter as mesmas características de iluminação, para que esse fator não influenciasse na avaliação dos indivíduos. Duas ou mais tomadas de cada um dos 14 trechos escolhidos foram realizadas.

Após a filmagem, foram escolhidas as melhores tomadas de cada trecho. Outras duas tomadas não utilizadas foram acrescentadas no início do vídeo, para servir de teste e auxiliar a explicação do questionário durante a aplicação. O vídeo, com aproximadamente 10 minutos de duração, está gravado em DVD e encontra-se no Apêndice C.

#### **4.5 Inventário das características das vias**

Durante a filmagem, foram coletados dados para um inventário das características geométricas, de tráfego e condições do entorno das vias dos 14 trechos filmados, que incluíram: o volume de veículos, a velocidade dos veículos, e outras informações a serem apresentadas a seguir. O objetivo desta coleta de dados foi registrar as características das vias no momento das filmagens.

#### 4.5.1 Contagens de volume de veículos

O volume de veículos foi avaliado através de contagens manuais realizadas durante quinze minutos em cada ponto selecionado. Consideraram-se separadamente os seguintes tipos de veículos: automóveis, ônibus e caminhões, motocicletas e bicicletas. As contagens realizadas em interseções tiveram atenção e planejamento especial, com o desenvolvimento de um esquema gráfico que incluía as movimentações possíveis de cada via da interseção.

O número de bicicletas contabilizado em cada um dos trechos é apresentado na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1:** Volume de bicicletas durante a filmagem dos trechos (em 15 minutos)

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Volume de bicicletas</b>	9	5	38	28	38	13	15	15	6	4	18	59	67	31

Posteriormente, os volumes de cada tipo de veículo motorizado foram transformados em unidades de carro de passeio (UCP), ou seja, número equivalente de carros de passeio que exerce os mesmos efeitos na capacidade da rodovia que o veículo referido.

Diversos manuais como o Highway Capacity Manual - HCM (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000) analisam a influência dos diferentes tipos de veículos na capacidade da via. O HCM (versão 2000) sugere uma análise em função do tipo de via, da extensão do trecho, do tipo do terreno, das declividades, do número de faixas da via e das faixas de tráfego em estudo (DNIT, 2006). Para este estudo foram estabelecidos os fatores de equivalência mostrados na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Fatores de equivalência em carros de passeio

Tipo de veículo	Automóveis	Veículos urbanos pesados	Motocicletas
Fator de equivalência	1	1,75	0,33

Automóveis – Veículos leves similares ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários e pick-ups, etc.

Veículos urbanos pesados – caminhões e ônibus convencionais (dois eixos e quatro a seis rodas)

Motocicletas – motocicletas, motonetas e bicicletas a motor

Os demais tipos de veículos indicados no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (veículos comerciais rígidos de maiores dimensões, semi-reboques e reboques) não

foram contabilizados por se tratar de área urbana, onde esses tipos de veículos são menos comuns.

A Tabela 4.3 apresenta os resultados das contagens de veículos realizadas durante a filmagem.

**Tabela 4.3:** Volume de veículos motorizados durante a filmagem dos trechos (em um período de 15 minutos)

Trecho	Autos	Veículos Pesados	Veículos pesados (UCP)	Motos	Motos (UCP)	Volume de veículos (UCP)
1	16	1	1,75	4	1,32	19
2 *	41	3	5,25	18	5,94	52
3	168	15	26,25	60	19,80	214
4	81	1	1,75	31	10,23	93
5 *	163	6	10,5	78	25,74	199
6 *	62	6	10,5	16	5,28	78
7	76	8	14,00	25	8,25	98
8	67	4	7,00	9	2,97	77
9	22	3	5,25	14	4,62	32
10	138	5	8,75	46	15,18	162
11	347	13	22,75	131	43,23	413
12	198	11	19,25	100	33,00	250
13	187	1	1,75	117	38,61	227
14	162	3	5,25	68	22,44	190

\* Resultados de contagem somente no sentido filmado

#### 4.5.2 Estimativa da velocidade média dos veículos

A velocidade média dos veículos (automóveis e bicicletas) foi levantada manualmente, medindo-se o tempo que um veículo leva para percorrer um trecho pré-determinado de comprimento conhecido. Foram utilizadas amostras aleatórias de 30 automóveis ou dos automóveis disponíveis durante um período de 30 minutos, no caso de uma via menos movimentada (Trecho 1). A velocidade média da bicicleta utilizada para a filmagem também foi registrada utilizando-se a mesma metodologia.

No caso dos trechos relacionados com tipologias classificadas como “segmentos viários”, a velocidade foi estimada nos próprios segmentos por onde a bicicleta com a câmera acoplada passou. No caso dos trechos relacionados com tipologias



classificadas como “interseções”, no entanto, estimou-se a velocidade nas vias transversais ao percurso do ciclista. Isso foi feito pois acredita-se que, em um cruzamento, a velocidade do fluxo de veículos que precisa ser cruzado é importante para o ciclista. Assim, este fluxo foi priorizado para as medições.

A comparação entre a velocidade média da bicicleta e a velocidade média dos automóveis foi realizada através do diferencial de velocidade entre os dois. Os resultados da estimativa da velocidade média dos veículos durante a filmagem são apresentados na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4:** Estimativa da velocidade média dos veículos durante a filmagem

Trecho	Velocidade da bicicleta (km/h)	Velocidade média dos automóveis (km/h)	Diferencial de velocidade* (km/h)
1	17	35	18
2	19	50	31
3	17	22	5
4	9	10	1
5	12	46	34
6	18	47	29
7	5	34	29
8	8	37	29
9	8	33	25
10	9	44	35
11	12	22	10
12	13	11	-2
13	8	27	19
14	17	36	19

\*Diferencial de velocidade: Diferença entre a velocidade da bicicleta e a velocidade dos automóveis

A análise dos resultados permite identificar as vias onde a velocidade média dos veículos é mais alta ou mais baixa. Quanto ao diferencial de velocidade entre bicicleta e automóveis, o único trecho com diferencial negativo, ou seja, no qual a bicicleta teve maior velocidade do que a média dos automóveis foi o trecho 12. Como se trata de um trecho completo (dois segmentos separados por uma interseção), a maior velocidade média da bicicleta pode ser explicada pela maior facilidade desta em atravessar uma interseção, ultrapassando a fila de carros que está esperando uma parada obrigatória.

### 4.5.3 Outras características das vias

As demais informações incluídas no inventário foram baseadas em atributos que normalmente definem a qualidade de uma via para o transporte cicloviário. Foram incluídos no inventário os seguintes atributos: número de faixas, número de entradas de garagem, largura da via, uso do solo do entorno, presença de estacionamento lateral, mão de direção da via, presença de canteiro central, condição do pavimento, arborização, declividade, sinalização e visibilidade.

De acordo com cada atributo, o inventário foi preenchido com valores diretos (como no caso do "número de faixas"), sim ou não (como no fator "presença de estacionamento lateral"), ou em escalas de dois níveis (como no fator "condição do pavimento", no qual a resposta poderia ser "bom" ou "ruim"). No caso dos atributos que foram preenchidos com base em escalas, a classificação foi subjetiva, de acordo com a observação da situação encontrada. Os resultados desta parte do inventário encontram-se nas Tabelas 4.5 e 4.6.

**Tabela 4.5:** Características dos trechos – Parte 1

Trecho	Nro de faixas por pista	Nro de entradas	Largura da pista (m)	Uso do solo *	Estacionamento lateral	Mãos de direção
1	1	5	8,90	R / P	sim (2 lados)	única
2	2	8	8,30	R / C / S	sim (1 lado)	dupla
3	2	2	7,70	C / P	não	única
4	1	0	6,90	C / S	sim (2 lados)	única
5	2	5	7,85	C	não	dupla
6	2	0	7,15	C / I	não	dupla
7	1	N/A	7,00	R / S	sim (2 lados)	única
8	1	N/A	8,40	R	sim (2 lados)	única
9	1	N/A	8,70	R / P	sim (2 lados)	dupla
10	1	N/A	7,00	R / C / S	sim (2 lados)	única
11	2	N/A	7,10	R / C / S	não	única
12	1	9	7,15	R / C / S	sim (2 lados)	única
13	1	N/A	7,00	C / S / P	sim (2 lados)	única
14	1	11	7,70	R / S	sim (2 lados)	única

N/A: Não se aplica

\* Tipos de uso do solo considerados: R: residencial; C: comercial; S: serviço; I: industrial; P: público

**Tabela 4.6:** Características dos trechos – Parte 2

Trecho	Canteiro central	Condição Pavimento	Arborização	Declividade	Sinalização	Visibilidade
1	não	bom	sim	plano	NA	NA
2	sim	bom	sim	plano	NA	NA
3	não	ruim	não	plano	NA	NA
4	não	bom	não	plano	NA	NA
5	sim	ruim	não	plano	NA	NA
6	sim	bom	sim	plano	NA	NA
7	não	bom	não	plano	parada obrigatória	ruim
8	não	bom	não	plano	parada obrigatória	boa
9	não	bom	não	plano	parada obrigatória	boa
10	não	bom	não	inclinado	parada obrigatória	ruim
11	sim	ruim	não	inclinado	parada obrigatória	boa
12	não	ruim	não	plano	semáforo	boa
13	não	bom	sim	plano	semáforo	boa
14	não	ruim	não	plano	parada obrigatória	ruim
14	não	ruim	não	plano	parada obrigatória	ruim

N/A: Não se aplica

Verificou-se que a velocidade dos automóveis variou entre 10 km/h e 50 km/h, e o volume de veículos motorizados variou de 19 UCP a 413 UCP. Já a velocidade das bicicletas variou entre 5 km/h e 19 km/h, enquanto que o volume de bicicletas variou de 4 a 67. Assim, observou-se que os resultados são condizentes com a variação nos horários e tipos de vias analisadas.

De maneira geral, as vias estudadas têm uma ou duas faixas, com até onze entradas de garagem e entre 7,0 m e 8,9 m de largura total da via. O uso do solo predominante do entorno das vias é bem variado, e inclui regiões residenciais, comerciais, industriais e públicas (que inclui igrejas, clubes e outros estabelecimentos abertos para uso público). A maioria das vias tem estacionamento lateral, mão de direção única e não possuem canteiro central. As vias analisadas apresentaram condição de pavimento variada, mas, de maneira geral, não apresentam presença significativa de arborização. Como Rio Claro é uma cidade predominantemente plana, a grande maioria das vias apresentou declividade baixa. Quanto às interseções avaliadas, a maioria possuía sinal de parada obrigatória e a visibilidade relacionada com o desenho das vias variou entre boa e ruim. Assim, percebe-se que foram escolhidas vias bem variadas quanto aos atributos analisados pelo inventário.

A caracterização de cada um dos trechos, isoladamente, encontra-se no Apêndice D.

## 4.6 Exibição do filme e entrevistas

A aplicação dos questionários consistiu em: (1) introdução e instruções para a pesquisa dadas pela pesquisadora; (2) exibição do vídeo de aproximadamente 10 minutos de duração, juntamente com o preenchimento do questionário A (avaliação dos trechos); e (3) preenchimento dos questionários B (caracterização do entrevistado) e C (percepção do entrevistado acerca dos atributos definidos no Grupo Focal e avaliação global sobre o ciclismo – Escala Likert). Nos questionários para os indivíduos entrevistados na cidade de Rio Claro, foram acrescentadas duas perguntas para verificar se eles conheciam e/ou já haviam andado de bicicleta nos trechos exibidos. O tempo para preenchimento dos 3 questionários variou entre 20 e 35 minutos.

A pesquisa foi realizada entre março e abril de 2009, nas cidades paulistas de São Carlos e Rio Claro. Para a aplicação dos questionários, juntamente com a exibição do vídeo, foram escolhidos estabelecimentos educacionais, devido à disponibilidade dos alunos para a aplicação da pesquisa.

Além disso, tentou-se incluir diferentes perfis de participantes, principalmente no que diz respeito à faixa etária e às suas características socioeconômicas. Assim, foram incluídos locais de pesquisa que recebem alunos cursando o ensino fundamental e médio (como o Círculo de Amigos do Menino Patrulheiro "Dr. Marino da Costa Terra" e a Escola SENAI "Antonio Adolpho Lobbe", ambas em São Carlos), alunos que já finalizaram o ensino médio ou superior (Curso Técnico em Logística do SENAC São Carlos, Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, Graduação em Engenharia Civil da UFSCar e Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro) e alunos de diferentes idades, cursando um programa para educação de jovens e adultos (Telecurso da Escola SESI São Carlos).

As Figuras 4.8 e 4.9 mostram alguns dos locais onde foi aplicada a pesquisa.



**Figura 4.8:** Aplicação da pesquisa na UNESP Rio Claro (esquerda) e no Círculo de Amigos do Menino Patrulheiro "Dr. Marino da Costa Terra" (direita)



**Figura 4.9:** Aplicação da pesquisa no curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar (esquerda) e no Telecurso da Escola SESI São Carlos (direita)

A maioria dos questionários foi aplicada na cidade de São Carlos, devido à conveniência de ser a sede da universidade na qual essa pesquisa de doutorado se desenvolve. Porém, alguns questionários foram aplicados na cidade de Rio Claro, com o objetivo de identificar se existe alguma diferença na percepção das variáveis pelos indivíduos que estão familiarizados com os trechos exibidos no vídeo. No total, 451 questionários foram aplicados, sendo 60 aplicados em Rio Claro.

Os questionários foram preenchidos na presença da pesquisadora, e foram devolvidos logo em seguida. Assim, todos os questionários distribuídos foram devolvidos.

## 4.7 Digitalização e tabulação dos dados

Os resultados dos questionários preenchidos em papel foram então digitalizados e tabulados manualmente, em uma planilha eletrônica. Nessas planilhas, cada linha corresponde a uma entrevista e cada coluna contém um elemento de informação coletado. Para isso, adotou-se uma padronização e codificação das respostas.

As respostas não-válidas, ou seja, em branco ou com mais de uma resposta assinalada por questão, foram codificadas como tal. Dos 451 questionários obtidos, quatro foram excluídos por apresentarem quatro ou mais respostas não-válidas. Portanto, as análises foram realizadas com base em 447 questionários considerados válidos.

A base de dados foi então importada no software SPSS (*PASW Statistics* versão 16), no qual foram realizadas as análises dos dados. As análises dos resultados da pesquisa serão discutidas a seguir, no capítulo 5.

## 4.8 Adequação do tamanho da amostra

De acordo com a metodologia apresentada no item 3.2.4, analisou-se a adequação do tamanho da amostra para cada um dos questionários utilizados para as análises estatísticas. As Tabelas 4.7 e 4.8 mostram o tamanho da amostra necessária para cada uma das questões incluídas nos questionários A (percepção acerca dos trechos mostrados no vídeo) e C (percepção acerca dos atributos – escala Likert), considerando um nível de precisão de 95%.

**Tabela 4.7:** Avaliação do tamanho da amostra para o Questionário A (percepção acerca dos trechos mostrados no vídeo)

Trecho	Média	Desvio Padrão	Tamanho da amostra para uma margem de erro = 5%	Margem de erro com a amostra utilizada (447 questionários)
1	7,141	2,205	146	2,9%
2	6,705	2,046	143	2,8%
3	4,553	2,265	380	4,6%
4	3,094	2,401	925	7,2%
5	4,942	2,061	267	3,9%
6	5,233	2,517	356	4,5%
7	5,011	2,216	301	4,1%
8	4,957	2,362	349	4,4%
9	6,067	2,140	191	3,3%
10	5,454	2,310	276	3,9%
11	4,922	2,272	327	4,3%
12	4,051	2,323	505	5,3%
13	4,497	2,355	422	4,9%
14	4,673	2,728	523	5,4%

A partir dos dados da Tabela 4.7, verifica-se que a amostra obtida para o questionário A (percepção acerca dos trechos mostrados no vídeo) tem uma margem de erro que varia entre 2,9% e 7,2%, e para a maior parte dos itens, a margem de erro é inferior a 5%. Apenas para três trechos, Trechos 4, 12 e 14, a margem de erro é superior a 5%. Assim, considerou-se adequado o tamanho da amostra utilizada para o questionário A.

**Tabela 4.8:** Avaliação do tamanho da amostra para o Questionário C (percepção acerca dos atributos – escala Likert)

Variável	Média	Desvio Padrão	Tamanho da amostra para uma margem de erro = 5%	Margem de erro com a amostra utilizada (447 questionários)
Volume de veículos motorizados	3,886	1,329	180	3,2%
Velocidade dos automóveis	4,689	0,772	42	1,5%
Sinalização nas interseções	4,331	0,965	76	2,1%
Veículos pesados	4,385	0,954	73	2,0%
Cruzamentos	4,512	0,841	53	1,7%
Direção do tráfego	4,161	1,172	122	2,6%
Desenho das vias (visibilidade)	4,593	0,860	54	1,7%
Condição do pavimento	3,519	1,695	357	4,5%
Largura da via	4,655	0,640	29	1,3%
Estacionamento lateral	4,407	0,947	71	2,0%
Rotatórias	3,922	1,280	164	3,0%
Aclive	4,183	1,093	105	2,4%
Arborização	4,510	0,893	60	1,8%
Seguridade pessoal	2,132	1,124	427	4,9%
Esforço físico	2,837	1,330	338	4,3%
Aceitabilidade social	3,794	1,252	167	3,1%
Conforto térmico	2,474	1,414	502	5,3%
Infraestrutura específica para bicicletas	4,427	1,026	83	2,1%
Custo das viagens	4,763	0,691	32	1,3%
Distância das viagens	3,034	1,441	347	4,4%
Modo de transporte confortável	2,425	1,394	508	5,3%
Segurança para ciclistas	4,215	1,128	110	2,5%
Velocidade do ciclismo	2,917	1,283	297	4,1%
Saúde	4,763	0,707	34	1,4%
Preferência pessoal	4,192	1,209	128	2,7%
Estacionamento seguro para bicicletas	3,884	1,304	173	3,1%

Como mostra a Tabela 4.8, a amostra obtida para o questionário C (percepção acerca dos atributos – escala Likert) tem uma margem de erro que varia entre 1,3% e 5,3%, e para a maior parte dos itens, a margem de erro é inferior a 5%. Apenas para dois trechos, Conforto Térmico e Modo de Transporte Confortável, a margem de erro é ligeiramente superior a 5%. Desta forma, o tamanho da amostra utilizada para o questionário C também foi considerado adequado.

A seguir, no capítulo 5, será apresentada a análise dos resultados obtidos na pesquisa de campo.



## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

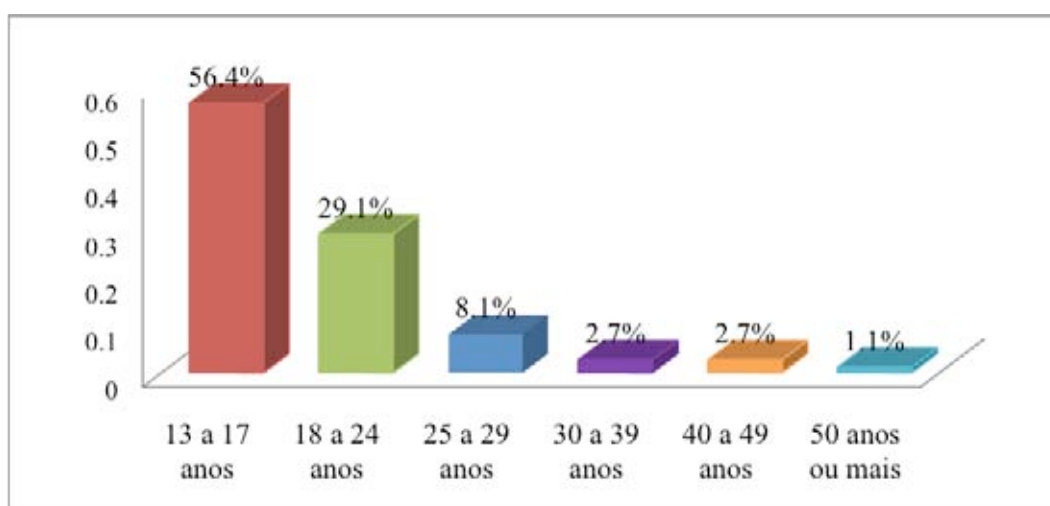
Os resultados da pesquisa de campo foram analisados estatisticamente, buscando descrever o contexto da pesquisa realizada. Algumas análises também serviram como base para o desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicletas, que será descrito no capítulo 6. Assim, neste capítulo são apresentados: os resultados dos questionários (A, B e C); a classificação dos participantes em tipos de ciclistas; a definição de uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta e a classificação dos participantes em grupos, de acordo com esta escala; e, finalmente, a análise fatorial.

Todas as análises foram realizadas com base em 447 questionários válidos, com o auxílio dos softwares *Excel* e *SPSS (PASW Statistics versão 16)*.

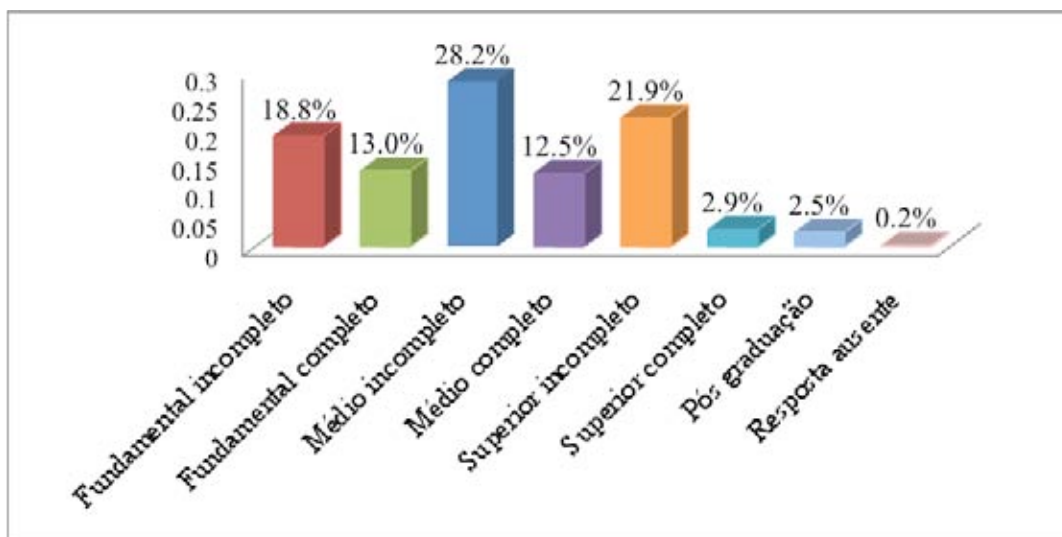
### 5.1 Perfil dos entrevistados

A análise estatística realizada com os dados provenientes do questionário B forneceu um panorama do perfil dos entrevistados, apresentado a seguir.

A maioria dos entrevistados tem de 13 a 17 anos (56,4%) e, conseqüentemente, grande parte dos mesmos também possui ensino médio incompleto ou escolaridade inferior (60%), como pode ser observado nas Figuras 5.1 e 5.2.



**Figura 5.1:** Distribuição dos entrevistados segundo a idade

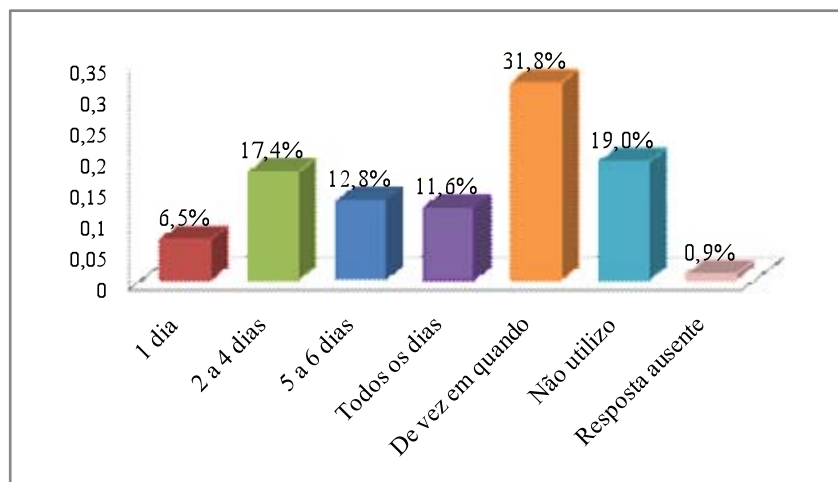


**Figura 5.2:** Distribuição dos entrevistados segundo a escolaridade

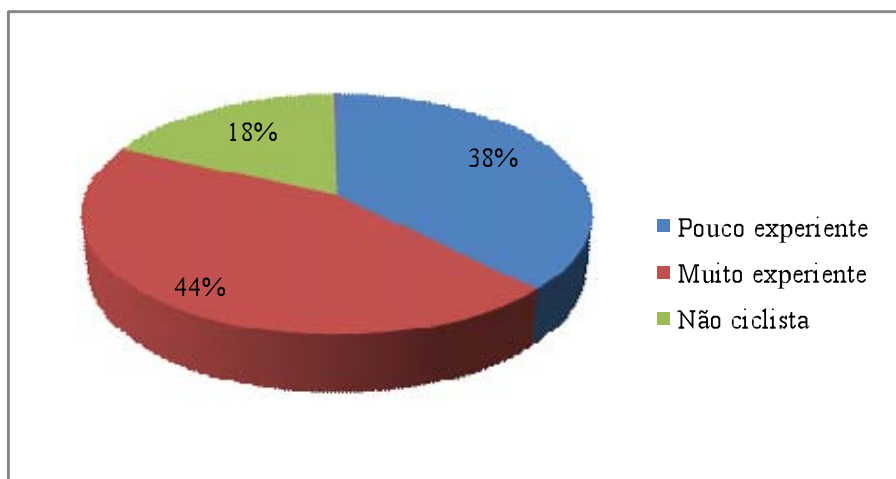
Esse resultado confirma a participação significativa de alunos jovens na pesquisa. Cabe enfatizar que os jovens constituem a parcela da população que mais utiliza a bicicleta, inclusive em países onde o seu uso é mais disseminado, como na Holanda, (RIETVELD e DANIEL, 2004). Além disso, os resultados de um estudo realizado nos Estados Unidos também indicaram que os jovens são mais inclinados a utilizar a bicicleta para fins utilitários (DILL e VOROS, 2007). Portanto, o perfil dos participantes é considerado aceitável, pois a amostra da pesquisa é condizente com o perfil dos usuários em potencial da bicicleta como modo de transporte.

Homens e mulheres estão quase que igualmente representados na amostra (54% e 45%, respectivamente). A grande maioria dos entrevistados possui bicicleta em seu domicílio (77%,) e sabe andar de bicicleta (98%).

Apesar de não utilizarem a bicicleta semanalmente, sendo que 31,8% dos participantes afirmaram utilizá-la somente "de vez em quando" (Figura 5.3), a maior parte dos entrevistados (44%) considera-se um ciclista muito experiente (Figura 5.4).

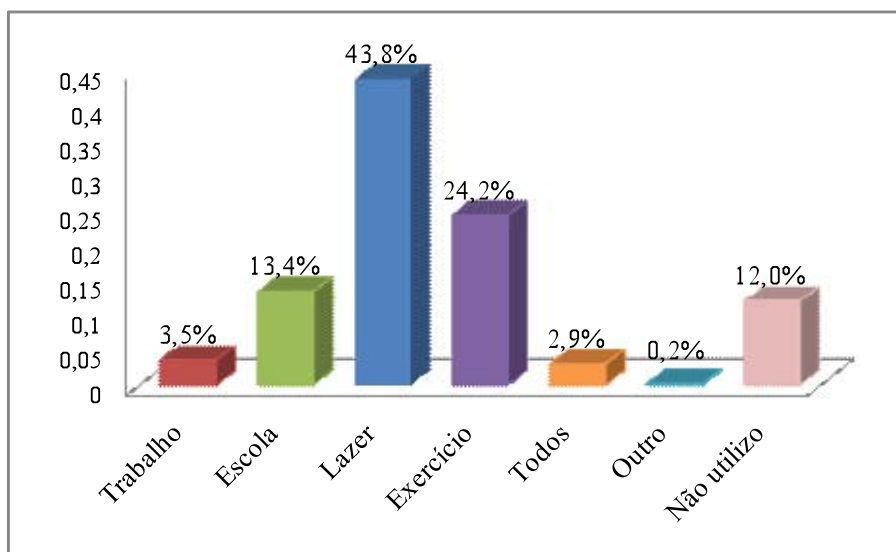


**Figura 5.3:** Distribuição dos entrevistados segundo a frequência semanal de viagens de bicicleta

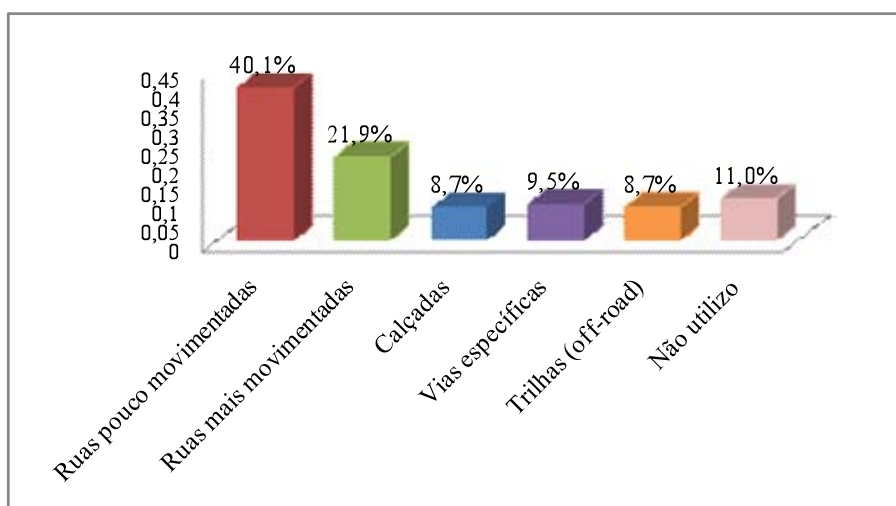


**Figura 5.4:** Distribuição dos entrevistados segundo o tipo de ciclista

A grande maioria dos entrevistados afirmou utilizar a bicicleta por motivo de lazer ou exercício (68%, como mostra a Figura 5.5). Quanto à infraestrutura utilizada para viagens de bicicleta, as vias urbanas, tanto as mais movimentadas quanto as menos movimentadas, foram bastante indicadas pelos entrevistados (62%), como mostra a Figura 5.6. Um número menor de entrevistados afirmou utilizar vias específicas para bicicletas (9,5%), talvez pela escassez desse tipo de infraestrutura nas cidades onde foram aplicados os questionários. Algumas pessoas ainda indicaram utilizar calçadas para andar de bicicleta (8,7%), apesar do Código de Trânsito Brasileiro, no Art. 59, somente permitir a circulação de bicicletas no passeio se autorizado e devidamente sinalizado pelo órgão ou entidade com circunscrição (BRASIL, 1997).



**Figura 5.5:** Distribuição dos entrevistados segundo o motivo de viagem de bicicleta



**Figura 5.6:** Distribuição dos entrevistados segundo a infraestrutura utilizada para viagens de bicicleta

A tabela completa contendo os dados do perfil dos participantes está disponível no Apêndice E.

## 5.2 Resultados da avaliação dos trechos exibidos no vídeo

O preenchimento do questionário A, referente à avaliação dos trechos exibidos no vídeo, resultou em uma nota de 0 a 10 para cada trecho, dada por cada um dos

entrevistados. No total de 6.250 questões respondidas no questionário A, 50 questões foram consideradas não-válidas, ou seja, estavam em branco ou tinham mais de uma resposta assinalada por questão. Este número representa 0,8% das questões, índice que pode ser considerado baixo. Assim, decidiu-se por substituir as respostas não-válidas pela média de cada um dos trechos.

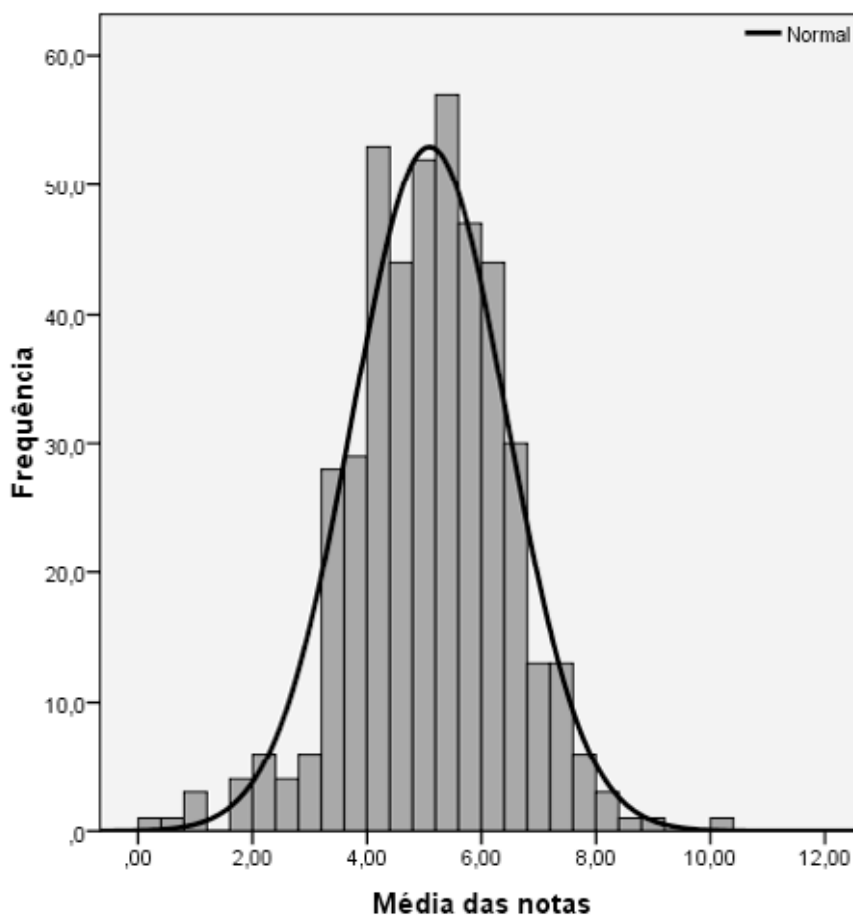
Como uma primeira avaliação, os dados foram analisados estatisticamente, resultando nas informações apresentadas na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1:** Estatística descritiva dos resultados completos do Questionário A

Trecho	Média	Desvio Padrão
1	7,14	2,20
2	6,70	2,05
3	4,55	2,27
4	3,09	2,40
5	4,94	2,06
6	5,23	2,52
7	5,01	2,22
8	4,96	2,36
9	6,07	2,14
10	5,45	2,31
11	4,92	2,27
12	4,05	2,32
13	4,50	2,36
14	4,67	2,73

Como pode-se observar na Tabela 5.1, as médias das notas dadas aos trechos assistidos no vídeo variaram entre 3,09 (Trecho 4) e 7,14 (Trecho 1). Os valores obtidos pelo desvio padrão indicam que a variabilidade dos dados é similar em cada um dos trechos.

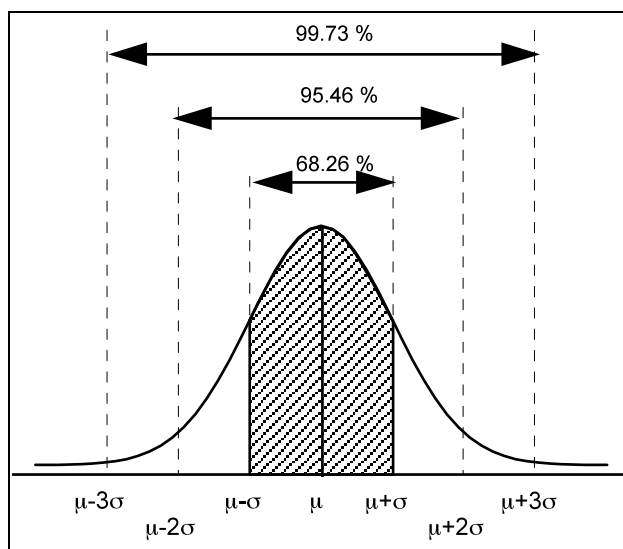
Além disso, a figura 5.7 mostra a distribuição de frequência das médias das notas dadas como resposta ao questionário A. Verificou-se que a distribuição das respostas é virtualmente normal.



**Figura 5.7:** Distribuição de frequência das respostas do Questionário A

No entanto, percebeu-se que alguns dos participantes deram respostas muito diferentes dos demais. Alguns participantes deram a mesma nota para todos os trechos, enquanto outros assinalaram apenas valores extremos. Assim, foi realizado um procedimento para detectar e excluir os outliers da pesquisa.

O procedimento para detectar e excluir os outliers da pesquisa tomou como base a definição, bastante difundida, de que, no caso de uma distribuição normal, 68,26% dos valores populacionais caem entre os limites definidos como média mais ou menos um desvio padrão; 95,46% dos valores caem entre média mais ou menos dois desvios padrão; e 99,73% dos valores caem entre média mais ou menos três desvios padrão, conforme ilustra a Figura 5.8, onde  $\mu$  = média e  $\sigma$  = desvio padrão.



**Figura 5.8:** Probabilidades da distribuição normal

Assim, definiu-se uma faixa entre média mais ou menos dois desvios padrão como limite para os valores a serem considerados aceitáveis, trecho a trecho. Os valores que caíram fora desta faixa foram considerados outliers. A Tabela 5.2 mostra o procedimento adotado e o número de outliers detectados para cada trecho.

**Tabela 5.2:** Procedimento para detectar *outliers*

Trecho	Média	Desvio padrão	Média+2DP	Média-2DP	Outliers	Número de outliers
1	7,14	2,20	11,55	2,73	<3	23
2	6,70	2,05	10,80	2,61	<3	18
3	4,55	2,27	9,08	0,02	0 e 10	34
4	3,09	2,40	7,89	-1,71	>7	29
5	4,94	2,06	9,06	0,82	0 e 10	19
6	5,23	2,52	10,27	0,20	0	15
7	5,01	2,22	9,44	0,58	0 e 10	23
8	4,96	2,36	9,68	0,23	0 e 10	25
9	6,07	2,14	10,35	1,79	<2	18
10	5,45	2,31	10,08	0,83	0	10
11	4,92	2,27	9,47	0,38	0 e 10	26
12	4,05	2,32	8,70	-0,59	>8	21
13	4,50	2,36	9,21	-0,21	10	14
14	4,67	2,73	10,13	-0,78	não tem	0

Após a avaliação trecho a trecho, adotou-se como critério que os participantes que tivessem três ou mais respostas consideradas outliers fossem excluídos da pesquisa. Desta forma, foram excluídos 30 participantes do conjunto de 447 indivíduos, o que

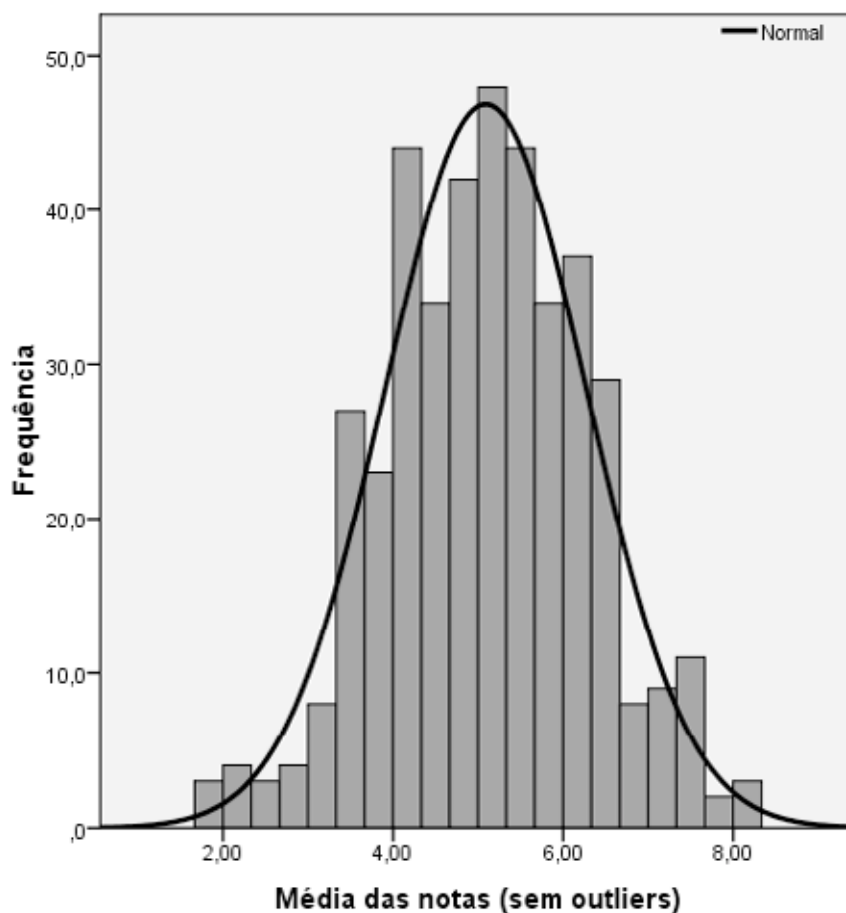
corresponde a 6,71% dos participantes. A estatística descritiva do Questionário A, após a exclusão dos outliers, está apresentada na Tabela 5.3.

**Tabela 5.3:** Estatística descritiva dos resultados do Questionário A (sem outliers)

<b>Trecho</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
1	7,24	2,01
2	6,82	1,86
3	4,51	2,10
4	2,94	2,14
5	4,89	1,85
6	5,24	2,39
7	5,01	2,03
8	5,01	2,26
9	6,15	1,97
10	5,47	2,19
11	4,93	2,15
12	3,95	2,15
13	4,49	2,21
14	4,58	2,62

A Figura 5.9, por sua vez, mostra a distribuição de frequência das médias das notas dadas como resposta ao questionário A, sem os participantes considerados outliers. A distribuição pode ser considerada normal.





**Figura 5.9:** Distribuição de frequência das respostas do Questionário A (sem outliers)

Para verificar se existe diferença na avaliação dos trechos entre os diferentes grupos de entrevistados, em função das características do seu perfil, realizou-se uma Análise de Variância (ANOVA). De acordo com a análise, a única característica que apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos foi a idade. A Tabela 5.4 mostra os resultados da ANOVA (com 95% de confiança).

**Tabela 5.4:** Comparação das médias das notas por faixa etária

Característica	Grupo	Média	p (95%)
Idade	13 a 17 anos	5,3	0,001
	18 a 24 anos	5,0	
	25 a 29 anos	4,7	
	30 a 39 anos	4,8	
	40 a 49 anos	4,6	
	50 anos ou mais	3,4	

Verifica-se que existe diferença significativa entre a percepção dos entrevistados de diferentes faixas etárias, sendo que, de forma geral, os mais jovens avaliaram

os trechos do vídeo mais positivamente (com notas maiores) do que os participantes mais velhos da pesquisa.

Além da avaliação dos trechos exibidos no vídeo, os participantes da pesquisa da cidade de Rio Claro responderam ainda se conheciam e já haviam andado de bicicleta nos locais filmados. Esses dados foram avaliados para verificar se há diferença na percepção dos trechos de acordo com a familiaridade do entrevistado com o local exibido.

A hipótese inicial de pesquisa determinava que a familiaridade levaria o entrevistado a avaliar de forma mais positiva o local em questão. Um Teste-t de Student foi realizado com o objetivo de verificar se existe diferença de avaliação entre os diferentes grupos de entrevistados, em função da sua familiaridade com os locais, seja esta em termos de reconhecimento (reconheceu ou não os locais filmados) ou experiência ciclística (já andou ou não de bicicleta pelos locais filmados). A Tabela 5.5 mostra os resultados dessa análise.

**Tabela 5.5:** Comparação das médias das notas dadas pelos grupos

Característica	Grupo	Média	p (95%)
Reconhecimento dos locais	Reconheceu	4,9	0,151
	Não reconheceu	5,1	
Experiência ciclística nos locais	Já andou	4,8	0,114
	Nunca andou	5,1	

Ao contrário da hipótese inicial, verifica-se que não existe diferença significativa entre as notas dadas pelos entrevistados que reconheceram ou andaram de bicicleta nos locais exibidos no filme e os entrevistados que não tiveram essas experiências. Assim, podemos concluir que, para essa pesquisa, a familiaridade com os locais analisados não teve influência na avaliação dos entrevistados.

Cabe destacar que os dados provenientes do questionário A, com a exclusão dos outliers, também foram utilizados para o desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicletas, descrito no Capítulo 6.

### 5.3 Resultados da pesquisa de atitude (escala Likert)

Os resultados da pesquisa de atitude, estruturada com base na escala Likert, são apresentados na Tabela 5.6. Cada uma das afirmações avaliadas pelos participantes está relacionada com um dos atributos identificados pelo Grupo Focal (questões 1 a 13) e com um

dos fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte (questões 14 a 26).

**Tabela 5.6:** Resultados da pesquisa de atitude (%)

Nº	Atributo	Concordo totalmente	Concordo em parte	Sem opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
1	Volume de veículos motorizados	6,5	17,9	1,8	28,2	45,6
2	Velocidade dos automóveis	79,9	15,2	0,9	2,0	2,0
3	Sinalização nas interseções	56,4	30,0	6,5	4,7	2,5
4	Veículos pesados	59,5	29,3	4,0	4,5	2,7
5	Cruzamentos	66,0	25,7	3,4	3,4	1,6
6	Direção do tráfego	54,8	24,2	8,7	6,9	5,4
7	Visibilidade	74,9	16,3	4,0	2,5	2,2
8	Condição do pavimento	23,0	10,7	8,5	6,7	51,0
9	Largura da via	72,0	23,7	2,5	1,3	0,4
10	Estacionamento lateral	61,7	26,6	4,5	4,9	2,2
11	Rotatórias	5,8	13,9	9,4	24,2	46,8
12	Aclive	50,6	33,1	4,5	7,8	4,0
13	Arborização	68,5	21,7	4,5	3,1	2,2
14	Seguridade pessoal	33,8	38,9	11,4	12,1	3,8
15	Esforço físico	14,3	40,9	5,4	25,5	13,9
16	Aceitabilidade social	37,1	30,4	14,8	10,1	7,6
17	Conforto térmico	30,9	34,2	4,5	17,4	13,0
18	Infraestrutura específica para bicicletas	67,1	20,1	5,4	3,1	4,3
19	Custo das viagens	85,5	9,4	2,7	0,9	1,6
20	Distância das viagens	17,9	25,3	15,4	18,3	23,0
21	Modo de transporte desconfortável	32,4	32,2	8,5	14,1	12,8
22	Segurança para ciclistas	56,4	24,2	8,7	6,0	4,7
23	Velocidade do ciclismo	10,7	40,9	7,6	27,3	13,4
24	Saúde	85,9	9,2	1,8	1,6	1,6
25	Preferência pessoal	5,6	6,0	13,4	13,4	61,5
26	Estacionamento seguro para bicicletas	45,9	22,1	14,8	8,9	8,3

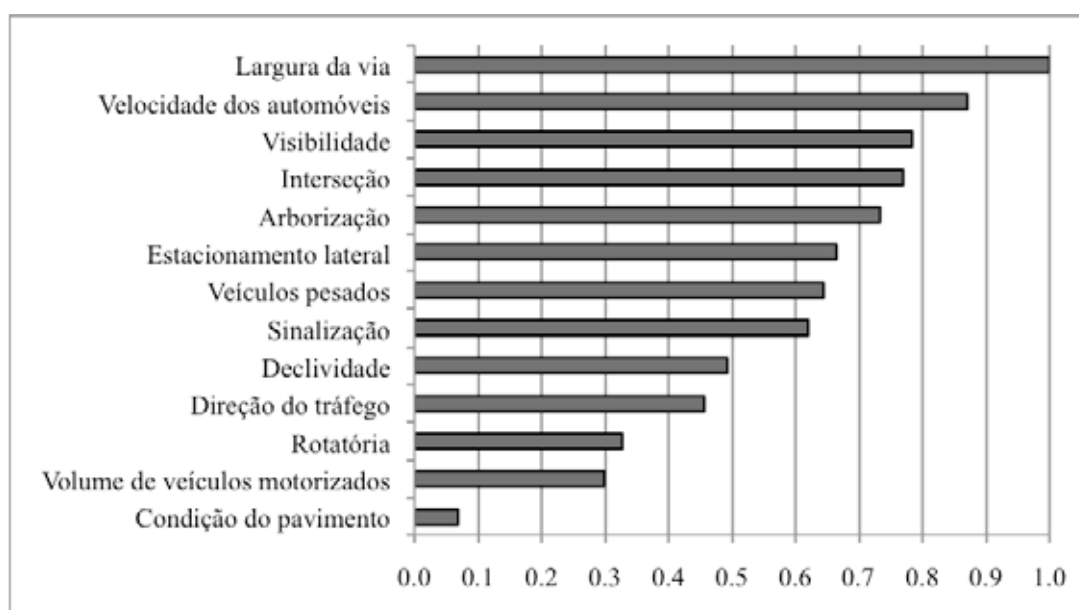
Definiu-se, para esta análise que quanto maior o valor atribuído a uma afirmação, maior a importância do atributo relacionado a ela. Assim, “concordo totalmente” = 5, “concordo em parte” = 4, “sem opinião” = 3; “discordo em parte” = 2 e “discordo totalmente” = 1. Algumas tiveram estes escores invertidos porque, pela maneira como estavam redigidas, uma concordância maior indicava uma menor importância do atributo. Por exemplo: concordar com a afirmação: “Os ciclistas andam tranquilamente nas ruas com grande movimento de veículos”, indica que o volume de veículos não é importante. Neste caso, os escores foram invertidos.

Os dados coletados através da escala Likert são em forma de categorias ordenadas (escala ordinal), que permitem que se conheça a ordem de importância que o entrevistado dá aos atributos e fatores que fazem parte da pesquisa de atitude. No entanto, não é possível saber diretamente quanto um fator é mais importante que o outro, ou seja, qual

é o peso atribuído a cada um dos fatores. A distância entre dois fatores consecutivos é desconhecida e, geralmente, não é uniforme. Assim, utilizou-se o Método dos Intervalos Sucessivos para transformar dados categóricos em uma escala intervalar, que permite avaliar a importância relativa entre os fatores.

O Método dos Intervalos Sucessivos considera que a variável subjacente à escolha dos indivíduos segue uma distribuição de probabilidade normal. Desta forma, é possível estimar os valores das categorias a partir das frequências observadas, sendo que as categorias observadas correspondem a diferentes segmentos sob uma curva normal padrão. Esse procedimento foi descrito em detalhe por Providelo e Sanches (2010).

Os resultados da análise através do Método dos Intervalos Sucessivos são mostrados na Figura 1, em uma escala de 0 a 1. Quanto maior o valor, maior a concordância. Os resultados da análise através do Método dos Intervalos Sucessivos com os atributos identificados pelo método dos Grupos Focais (questões 1 a 13) são mostrados na Figura 5.10, em uma escala de 0 a 1. Quanto maior o valor, maior a importância do atributo.



**Figura 5.10:** Importância dos atributos identificados no Grupo Focal

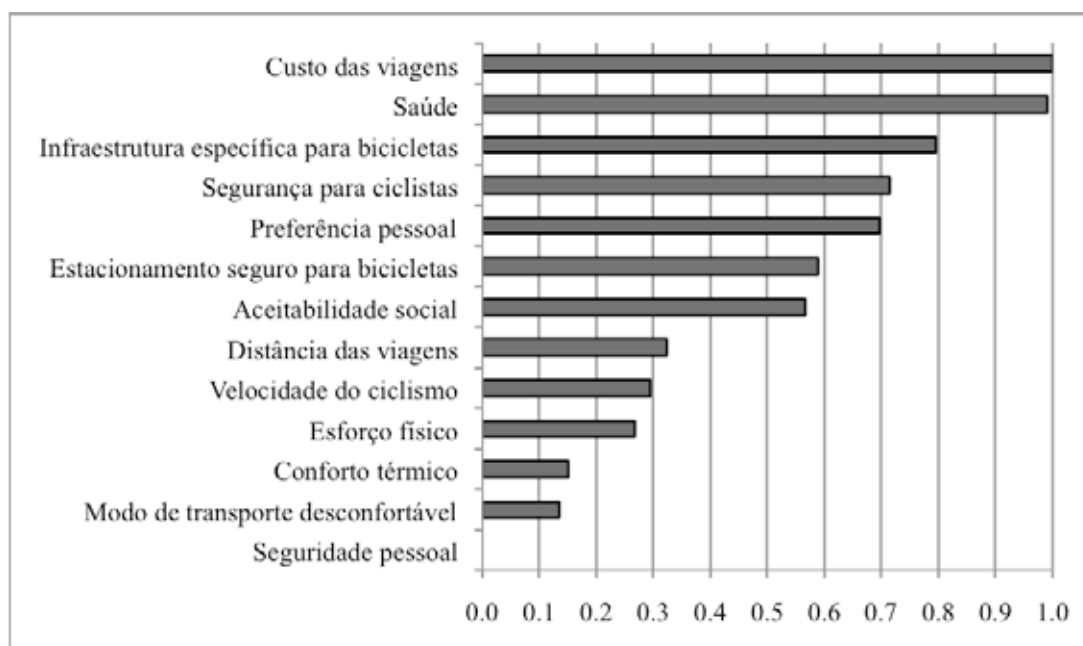
Os resultados mostram que tanto os atributos relacionados com os segmentos quanto aqueles relacionados com as interseções tiveram destaque na opinião dos participantes. Além disso, os atributos mais importantes, segundo os resultados da análise, representam as quatro categorias utilizadas pela classificação dos atributos: infraestrutura

(largura das vias e visibilidade), tráfego (velocidade), conflitos (interseção) e ambiente (arborização).

Verifica-se que a largura da via (é melhor andar de bicicleta em ruas mais largas) é o atributo que, na opinião dos participantes, tem maior importância. Em segundo lugar aparece a velocidade dos veículos (quando os veículos andam muito rápido, os ciclistas correm risco de acidentes) relacionada ao risco para os ciclistas.

Surpreendentemente, o volume de veículos (os ciclistas andam tranquilamente em ruas com grande movimento de veículos) parece não ser muito importante. Também a condição do pavimento (a pavimentação da rua não influencia no conforto do ciclista) apresentou, surpreendentemente, média baixa.

Os resultados da análise através do Método dos Intervalos Sucessivos com os fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte (questões 14 a 26) são mostrados na Figura 5.11, em uma escala de 0 a 1. Quanto maior o valor, maior a concordância com as afirmações.



**Figura 5.11:** Concordância com as afirmações sobre os fatores que influenciam na escolha da bicicleta

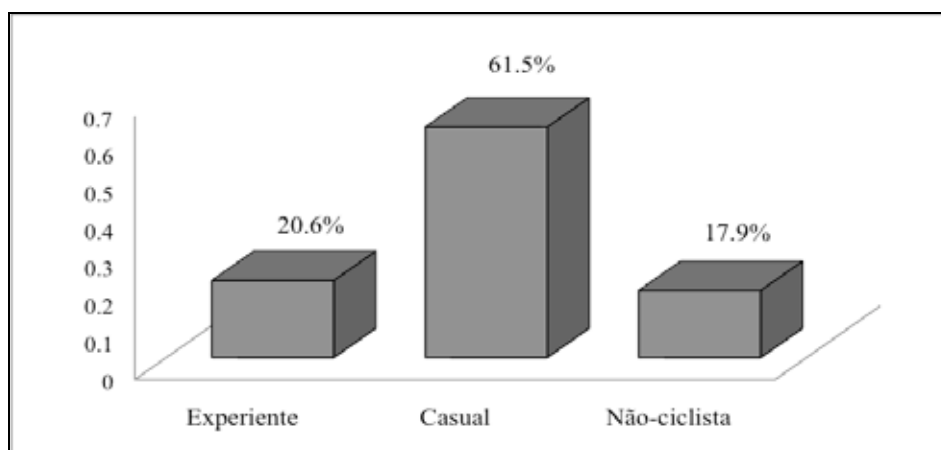
Considerando-se os resultados mostrados na Figura 5.15, os fatores a respeito dos quais houve maior concordância positiva são os relacionados aos custos das viagens (andar de bicicleta é mais barato do que andar de carro, ônibus ou moto) e à saúde (andar de bicicleta faz bem para a saúde). Também a infraestrutura específica para bicicletas (se

houvesse uma faixa reservada para ciclistas nas ruas eu andaria (ou andaria mais) de bicicleta) teve grande concordância por parte dos entrevistados. A seguridade pessoal (quem anda de bicicleta corre risco de ser assaltado), por sua vez, apresentou grande concordância dos entrevistados, neste caso negativa, indicando que não existe relação entre o uso da bicicleta como um modo de transporte e o risco de assalto, na opinião dos entrevistados.

#### 5.4 Classificação dos participantes em tipos de ciclistas

A classificação dos participantes em um dos três tipos de ciclistas: casual, experiente ou não ciclista, foi feita pelos próprios participantes da pesquisa que se colocaram em um dos grupos. Verificou-se que uma grande parcela se colocou na categoria de muito experientes (44,1%). Este resultado não é razoável tendo em vista que a bicicleta não é muito utilizada pelos participantes da pesquisa. Apenas 24,4% dos entrevistados declarou que utiliza a bicicleta mais que 5 dias por semana (ver dados da Figura 5.6).

Assim sendo, optou-se por fazer uma nova classificação dos indivíduos com base no critério utilizado por Aultman-Hall et al. (1998). Segundo este critério, indivíduos que se sentem confortáveis circulando de bicicleta por ruas com grande volume de veículos, podem ser considerados experientes. Os entrevistados que concordaram com a afirmação “Os ciclistas andam tranquilamente nas ruas com grande movimento de veículos” foram considerados experientes. Os que se declararam não ciclistas foram mantidos nesta categoria. De acordo com esta nova classificação foram obtidos os seguintes números: ciclistas experientes: 92 (20,6%), ciclistas casuais ou pouco experientes: 275 (61,5%) e não-ciclistas: 80 (17,9%), conforme mostra a Figura 5.12.



**Figura 5.12:** Distribuição dos entrevistados por tipo de ciclista

Desta forma, a definição proposta será utilizada nas próximas etapas da pesquisa, inclusive no desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicleta.

## 5.5 Escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta

Além de avaliar individualmente cada um dos fatores abordados na pesquisa de atitude, a escala Likert também permite o cálculo de uma somatória (OPPENHEIM, 1999). No caso da presente pesquisa, a somatória dos itens referentes aos fatores que influenciam na escolha da bicicletas (questões 14 a 26) indica quão favorável cada um dos participantes é em relação ao uso da bicicleta como modo de transporte. Assim, tal somatória pode ser avaliada como uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta.

A concordância ou discordância de um indivíduo com cada uma das afirmações do questionário depende em parte de sua percepção com relação ao ciclismo e, em parte, de alguns outros aspectos da afirmação ou do indivíduo. Ou seja, a resposta de um indivíduo para uma afirmação específica pode ser dividida em duas parcelas: uma que reflete o valor real atribuído pelo entrevistado àquela afirmação e uma que corresponde a um erro aleatório.

Assim, para que uma escala seja confiável é necessário avaliar sua consistência interna (uma medida baseada na correlação entre os itens). Esta medida avalia se os diferentes itens que foram propostos para medir um conceito geral produzem as mesmas avaliações. Por exemplo, se um respondente expressou concordância com as afirmações “Eu gosto de andar de bicicleta” e “Eu gostava de andar de bicicleta quando criança”, e discordância com a afirmação “Eu odeio bicicletas”, isto é uma indicação de que a consistência interna é boa.

A consistência interna da escala é geralmente medida com o Alfa de Cronbach, uma estatística calculada a partir das correlações entre os itens. O valor do coeficiente  $\alpha$  pode variar entre 0 (indicando um item não confiável) e 1 (indicando um item perfeitamente confiável). Uma regra geralmente aceita é que valores de alfa maiores que 0,3 indicam uma confiabilidade aceitável, e valores maiores muito altos (0,95 ou maiores) não são, necessariamente desejáveis, porque indicam que os itens podem ser totalmente redundantes.

A análise do coeficiente  $\alpha$  permite verificar se cada um dos itens individuais é consistente com a escala como um todo. Caso um item não seja consistente, deve ser excluído das análises. Na prática, são necessárias várias rodadas de inclusão e eliminação de itens até se chegar a um conjunto final que se constitua em uma escala confiável (STATSOFT, 2002 apud PEZZUTO, 2002).

A Tabela 5.7 apresenta os itens finais que foram mantidos nas escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta (itens que apresentam correlação com a escala total maior que 0,30). A coluna da direita mostra a consistência interna da escala se o item fosse excluído.

**Tabela 5.7:** Itens finais da escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta

Consistência interna da escala ( $\alpha$ de Cronbach) = 0,572		
Itens	Correlação entre o item e a escala total	$\alpha$ se o item for eliminado
Exige esforço físico	0,330	0,528
Falta infra-estrutura	0,307	0,538
Desconfortável	0,344	0,524
Muito lento	0,303	0,535
Não gosto de bicicleta	0,376	0,520

Os itens selecionados para definir a escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta podem ser vistos como fatores frequentemente citados como desvantagens ao uso da bicicleta, caracterizando, muitas vezes, uma imagem preconceituosa do modo de transporte. Assim, considera-se que a avaliação da percepção acerca destes itens será adequada para medir o nível de aceitabilidade dos indivíduos em relação ao ciclismo.

Após selecionar os itens da escala, o próximo passo foi o cálculo da somatória das notas dadas na escala Likert para cada um dos entrevistados. Para o cálculo da somatória, considerou-se que um resultado alto significaria uma atitude favorável ao uso da bicicleta. Assim, o item com conteúdo positivo em relação ao uso da bicicleta (falta infraestrutura) foi classificado como: "concordo totalmente" = 5 e "discordo totalmente" = 1. Este item foi considerado conteúdo positivo em relação ao uso da bicicleta, pois indica que o indivíduo demonstra vontade de andar de bicicleta caso a situação corrente seja alterada.

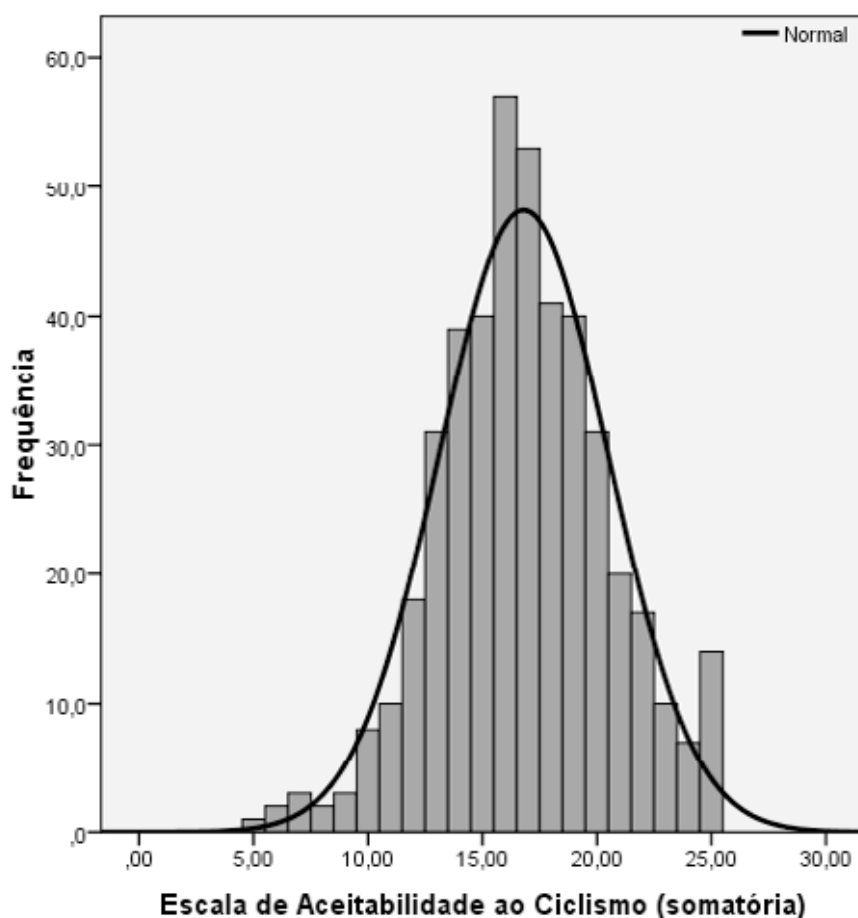
Ao contrário, as questões com conteúdo negativo em relação ao uso da bicicleta (exige esforço físico, desconfortável, muito lento, não gosto de bicicleta) foram classificadas como: "concordo totalmente" = 1 e "discordo totalmente" = 5. Como foram



mantidos cinco itens, o resultado máximo esperado seria 25 e o resultado mínimo esperado seria 5 (média igual a 15).

A estatística descritiva dos resultados da pesquisa indica que o menor valor obtido foi 5, e o valor máximo foi 25, com média igual a 16,79. Como este valor está um pouco acima da média da escala (15) conclui-se que, de maneira geral, os entrevistados mostraram uma tendência de aceitabilidade ao ciclismo.

A Figura 5.13 mostra a distribuição de frequência das respostas. Como pode-se verificar, a distribuição das respostas é virtualmente normal.



**Figura 5.13:** Distribuição de frequência das respostas

### 5.5.1 Divisão dos entrevistados em grupos, em função da aceitabilidade ao ciclismo

Um procedimento de agrupamento (*K-means clustering*) mostrou que os respondentes poderiam ser divididos em três grupos, com base na escala de aceitabilidade ao ciclismo (com nível de confiança de 95%). O grupo 1 inclui os indivíduos que são favoráveis

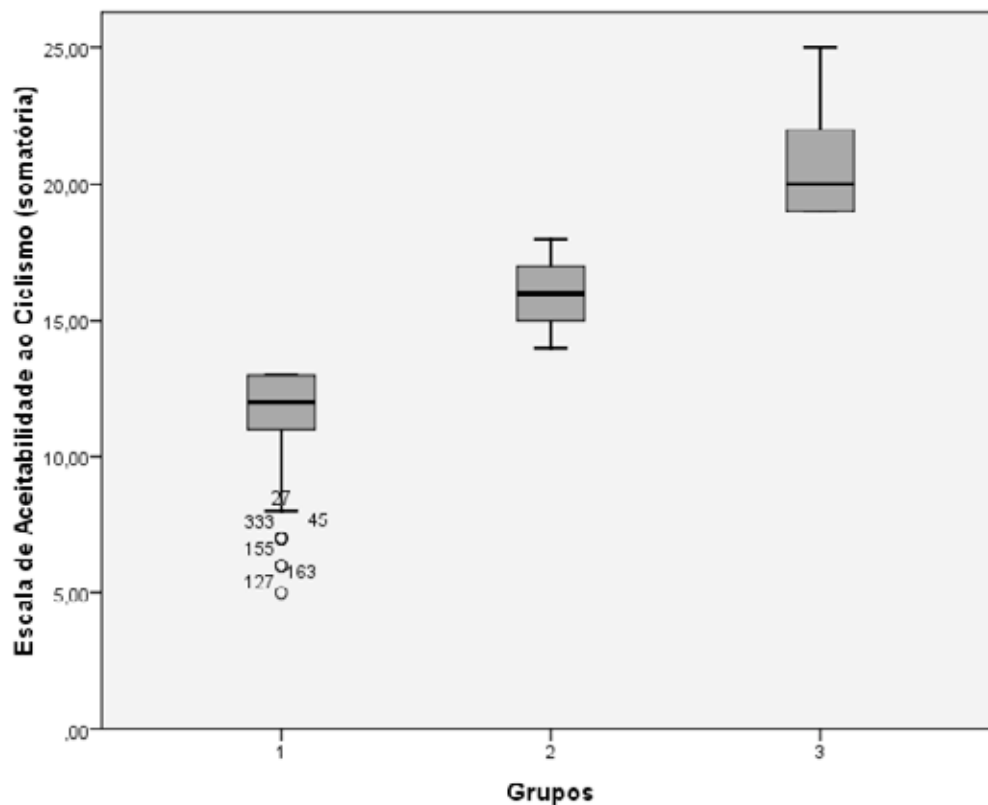
ao uso da bicicleta, de acordo com a escala de aceitabilidade; o grupo 2 inclui aqueles que são considerados indiferentes ao ciclismo; e o grupo 3 é definido pelos respondentes que não são favoráveis ao ciclismo. A Tabela 5.8 mostra as características dos grupos.

**Tabela 5.8:** Comparação entre os três grupos

<b>Critério</b>	<b>Grupos</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Média do Critério</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>p (95%)</b>
Aceitabilidade	1 (favorável)	78	21,02	1,969	0.0000
	2 (indiferente)	230	16,07	1,341	
	3 (não favorável)	139	11,41	1,977	

De acordo com os resultados da Tabela 5.8, mais da metade dos entrevistados (51%) foram classificados como indiferentes ao uso da bicicleta como modo de transporte. O número de entrevistados favoráveis e não favoráveis ao uso da bicicleta, por sua vez, corresponderam a 17% e 31%, respectivamente. Os resultados indicam, portanto, que apesar da minoria dos entrevistados serem efetivamente favoráveis ao uso da bicicleta, há uma grande parcela de entrevistados (indiferentes) que pode ser convencida a utilizar a bicicleta.

Uma comparação entre os três grupos é mostrada na Figura 5.14 na forma de *box-plots*. O comprimento das caixas mostra os percentis 25 e 75, sendo que, quanto maior a caixa, maior o espalhamento dos dados. As linhas horizontais grossas dentro das caixas representam as medianas. As linhas horizontais fora das caixas delimitam os valores extremos. Os valores fora desta delimitação são considerados outliers, sendo que os números correspondem aos seus IDs.



**Figura 5.14:** *Box Plot* da comparação entre os grupos

Utilizando a escala de aceitabilidade ao ciclismo, foi realizada uma ANOVA com o objetivo de verificar se existe diferença de nível de aceitabilidade ao ciclismo entre os diferentes grupos de entrevistados, em função de suas características. A Tabela 5.9 mostra as características que apresentaram diferenças estatisticamente significativas (com 95% de confiança).

**Tabela 5.9:** Comparação das médias de aceitabilidade ao ciclismo

<b>Característica</b>	<b>Grupo</b>	<b>Média</b>	<b>p (95%)</b>
Gênero	Masculino	17,1411	0,048
	Feminino	16,4433	
Idade	13 a 17 anos	16,4048	0,014
	18 a 24 anos	17,2154	
	25 a 29 anos	16,8333	
	30 a 39 anos	17,0833	
	40 a 49 anos	18,2500	
	50 anos ou mais	21,4000	
Tipo de ciclista	Pouco experiente	16,5238	0,000
	Muito experiente	17,6465	
	Não ciclista	15,2875	
Frequência de uso	1 dia por semana	15,5862	0,000
	2 a 3 dias por semana	17,5641	
	4 a 5 dias por semana	18,0702	
	Todos os dias	17,5385	
	De vez em quando	16,8592	
	Não utilizo	15,1765	

Verifica-se que existe diferença significativa entre homens e mulheres com relação à aceitabilidade ao ciclismo, sendo que os homens são mais favoráveis ao uso da bicicleta.

Quanto à idade dos entrevistados, percebe-se que os mais velhos são mais favoráveis ao ciclismo do que os mais jovens, com exceção para a faixa etária que vai dos 18 aos 24 anos. A faixa dos 18 aos 24 anos corresponde, em sua maioria, aos universitários entrevistados. De forma geral, este resultado pode indicar uma mudança no status deste modo de transporte entre as gerações. Outra interpretação seria que os mais velhos sejam mais conscientes da importância do ciclismo. No entanto, tal diferença de aceitabilidade entre as faixas etárias pode estar relacionada a outras características do perfil dos indivíduos mais velhos. Desta forma, recomenda-se que as razões para as diferenças na aceitabilidade ao ciclismo nas diferentes faixas etárias sejam investigadas mais profundamente.

Em relação ao tipo de ciclista, os entrevistados que se consideram ciclistas muito experientes são mais favoráveis e os não ciclistas os menos favoráveis. Do mesmo modo, os indivíduos que utilizam a bicicleta mais frequentemente apresentam uma maior aceitabilidade ao ciclismo.

Portanto, a escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta pode ser utilizada como um dos critérios para determinar a demanda potencial para o uso da bicicleta como modo de transporte, juntamente com outras análises, como por exemplo, a exclusão dos participantes que possuem alguma restrição física ao uso da bicicleta e a análise do comprimento das viagens realizadas pelos participantes e exclusão das viagens longas. Esta escala será

utilizada na pesquisa, visando acrescentar mais uma característica ao perfil dos entrevistados: o nível de aceitabilidade ao ciclismo.

O capítulo 6, a seguir, apresenta o desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicletas proposto nesta pesquisa.

## 6 MODELO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA BICICLETAS

Os dados coletados na pesquisa de campo, apresentados nos capítulos anteriores, foram utilizados para o desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicletas. Primeiramente, foi feita uma análise para a escolha da variável a ser utilizada no modelo. Em seguida, para o desenvolvimento do modelo, foi feita a transformação das notas em medidas de nível de serviço, a calibração do modelo Logit Ordenado e a validação do mesmo através do método da validação cruzada. Para a calibração e validação do modelo, foi utilizado o software *Statistica 9.0*. O resultado final deste capítulo é o Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas que pode ser aplicado em cidades de porte médio brasileiras.

### 6.1 Análise e escolha das variáveis do modelo

O modelo de nível de serviço para bicicletas proposto neste estudo busca relacionar características dos trechos avaliados na pesquisa de campo (capítulo 4) com a média das notas dadas pelos participantes da pesquisa, sem os outliers (capítulo 5).

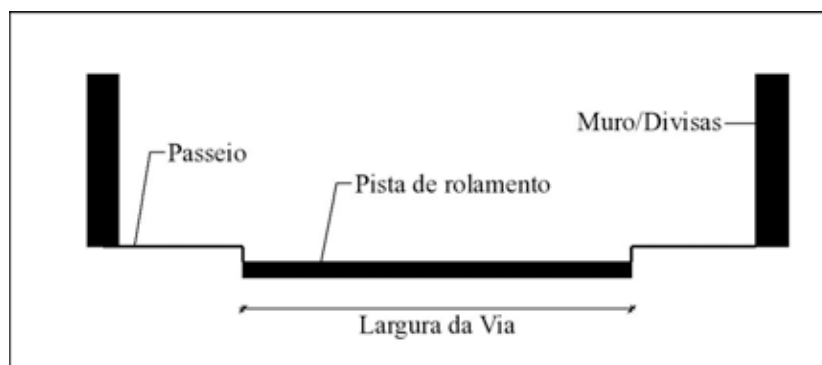
Dessa forma, para a escolha das variáveis do modelo, considerou-se a variável NOTA, tanto para as análises relacionadas aos segmentos quanto para as relacionadas às interseções. A variável NOTA pode ser definida como:

- NOTA – Nota média dos participantes para cada trecho: Para a análise das variáveis e escolha da variável a ser utilizada no modelo, considerou-se a média das notas dadas pelos participantes para cada trecho.

#### 6.1.1 Análises relacionadas aos segmentos

Para avaliação de segmentos, foram utilizados neste estudo os dados referentes aos trechos 1 a 6. As variáveis relacionadas aos segmentos descrevem as características viárias e de tráfego de trechos viários entre duas interseções. Assim, as variáveis analisadas relacionadas aos segmentos foram:

- VOL AUTO - Volume de veículos motorizados: Consiste no número de veículos motorizados que circularam em cada trecho, durante um período de 15 minutos, no momento da filmagem. Foram considerados os seguintes tipos de veículos: automóveis, ônibus e caminhões, motocicletas e bicicletas, que posteriormente foram transformados em unidades de carro de passeio (UCP). A unidade adotada, portanto, é UCP/15min.
- VEL AUTO - Velocidade média dos automóveis: Variável referente à média das velocidades de uma amostra aleatória de 30 automóveis ou dos automóveis disponíveis durante um período de 30 minutos, no momento da filmagem. A unidade adotada é km/h.
- VEL BICI - Velocidade da bicicleta: Variável referente à velocidade da bicicleta utilizada para filmagem, durante este procedimento. A unidade adotada é km/h.
- DIF VEL - Diferencial de velocidade entre automóveis e bicicleta: Trata-se da velocidade média dos automóveis subtraída pela velocidade média da bicicleta. A unidade adotada é km/h.
- % VP - Porcentagem de veículos pesados: Consiste no número de veículos urbanos pesados, segundo a classificação do DNIT (2006), ou seja, ônibus e caminhões de menores dimensões, dividido pelo número total de veículos motorizados que circularam em cada trecho, durante um período de 15 minutos, no momento da filmagem. A variável é expressa em %.
- LARG VIA - Largura da via: Foi considerada como largura da via o espaço total da pista de rolamento, como mostra a Figura 6.1. A unidade adotada é metro (m).



**Figura 6.1:** Esquema de via urbana ilustrando a localização da largura da via

- **LARG\_EFET - Largura efetiva da via:** Trata-se do espaço da via que é efetivamente usado para circulação, ou seja, a largura total da via menos o espaço destinado para estacionamento, quando este for permitido. Como os estacionamentos laterais não são delimitados, para o cálculo da largura efetiva da via considerou-se que cada automóvel estacionado ocuparia 2,0 m de largura. Assim, no caso de estacionamento lateral em um só lado da via, subtraiu-se 2,0 m da largura total e, no caso de estacionamento lateral nos dois lados da via, subtraiu-se 4,0 m da largura total. A unidade adotada é metro (m).
  
- **FLUXO - Fluxo de veículos motorizados:** Medida usualmente definida como o número de veículos que passam por uma via ou faixa, durante uma unidade de tempo (normalmente 15 minutos) e expressa pela unidade UCP/h/faixa (DNIT, 2006; TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000), é usada nessa pesquisa como o volume de veículos motorizados (VOL\_AUTO) dividido pela largura efetiva (LARG\_EFET). A unidade adotada é UCP/15min/m.

Portanto, com base nas definições citadas, a Tabela 6.1 mostra os valores das variáveis relacionadas aos segmentos, além da nota média dada para cada trecho.



**Tabela 6.1:** Valores das variáveis relacionadas aos segmentos por trecho

Trecho	NOTA	VOL_ AUTO	VEL_ AUTO	VEL_ BICI	DIF_ VEL	% VP	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
1	7,24	19,07	35,00	17,00	18,00	0,05	8,90	6,90	2,76
2	6,82	52,19	50,00	19,00	31,00	0,05	8,30	6,30	8,28
3	4,51	214,05	22,00	17,00	5,00	0,06	7,70	7,70	27,80
4	2,94	92,98	10,00	9,00	1,00	0,01	6,90	2,90	32,06
5	4,89	199,24	46,00	12,00	34,00	0,02	7,85	7,85	25,38
6	5,24	77,78	47,00	18,00	29,00	0,07	7,15	7,15	10,88

Para escolher quais variáveis seriam incluídas no modelo de nível de serviço para bicicletas, foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis de segmentos. Esta etapa buscou identificar quais variáveis teriam maior correlação com as notas dadas pelos participantes da pesquisa. A Tabela 6.2 mostra o resultado da análise de correlação, sendo que os valores em negrito podem ser considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 6.2:** Resultado da análise de correlação entre as variáveis de segmentos

	NOTA	VOL_ AUTO	VEL_ AUTO	VEL_ BICI	DIF_ VEL	% VP	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
NOTA	1,00	-0,54	0,69	0,76	0,57	0,48	<b>0,88</b>	0,51	<b>-0,93</b>
VOL_ AUTO	-0,54	1,00	-0,19	-0,30	-0,13	-0,08	-0,34	0,36	0,75
VEL_ AUTO	0,69	-0,19	1,00	0,59	<b>0,97</b>	0,44	0,41	0,64	-0,65
VEL_ BICI	0,76	-0,30	0,59	1,00	0,40	<b>0,90</b>	0,50	0,61	-0,75
DIF_ VEL	0,57	-0,13	<b>0,97</b>	0,40	1,00	0,25	0,32	0,56	-0,53
% VP	0,48	-0,08	0,44	<b>0,90</b>	0,25	1,00	0,20	0,65	-0,54
LARG_ VIA	<b>0,88</b>	-0,34	0,41	0,50	0,32	0,20	1,00	0,46	-0,68
LARG_ EFET	0,51	0,36	0,64	0,61	0,56	0,65	0,46	1,00	-0,34
FLUXO	<b>-0,93</b>	0,75	-0,65	-0,75	-0,53	-0,54	-0,68	-0,34	1,00

Observando a segunda coluna da esquerda para a direita, que mostra a correlação da média das notas dadas pelos participantes com as demais variáveis, percebe-se que as correlações estatisticamente significativas são entre a variável NOTA e as variáveis LARG\_VIA e FLUXO.

A variável LARG\_VIA apresentou uma relação direta com a variável NOTA (0,88), indicando que quanto maior a largura da via, maior a nota dada pelos participantes. Este dado está condizente com o resultado da pesquisa de atitude, na qual 72% concordaram totalmente com a afirmação “É melhor andar de bicicleta em ruas mais largas”. Desta forma, pode-se concluir que essa variável seria indicada para compor o nível de serviço das vias nesta pesquisa.

A variável FLUXO, por sua vez, apresentou uma relação maior com a variável NOTA (-0,93). A relação entre as variáveis, neste caso, é inversa, sendo que quanto menor o fluxo de veículos motorizados pela largura efetiva da via, maior a nota referente à compatibilidade da via para o tráfego de bicicletas. Desta forma, percebe-se que os participantes da pesquisa consideraram que um fluxo de veículos menor e menos próximo do ciclista tornam a via mais adequada para andar de bicicleta. Por isso, a variável FLUXO também foi considerada adequada para ser usada no modelo de nível de serviço para bicicletas.

Considerando as duas variáveis relacionadas aos segmentos indicadas para definir o nível de serviço para bicicletas, LARG\_VIA e FLUXO, escolheu-se utilizar somente a variável FLUXO, já que a mesma foi derivada da variável LARG\_VIA (através do uso da medida de largura efetiva da via) e apresentou maior correlação com as notas. Além disso, considerou-se que a variável FLUXO é mais complexa e descreve de maneira mais precisa uma característica viária que determina a adequabilidade dos segmentos de vias para o uso de bicicletas. Portanto, a variável FLUXO foi escolhida para fazer parte do modelo de nível de serviço para bicicletas.

### *6.1.2 Análises relacionadas às interseções*

Para a avaliação das interseções, foram utilizados neste estudo os dados referentes aos trechos 7 a 11 e 13, sendo que o trecho 11 foi analisado separadamente por se tratar de um trecho de configuração diferente (rotatória). As variáveis relacionadas com as interseções são usadas especificamente para descrever as características viárias e de tráfego das interseções ou cruzamentos. São elas:

- VOL DIR - Volume de tráfego motorizado direcional: Consiste no número de veículos motorizados que circularam em cada trecho, durante um período de 15

minutos, no mesmo sentido em que o ciclista se encontrava no momento da filmagem. Foram considerados os seguintes tipos de veículos: automóveis, ônibus e caminhões, motocicletas e bicicletas, que posteriormente foram transformados em unidades de carro de passeio (UCP). A unidade adotada, portanto, é UCP/15min.

- VEL TRANS - Velocidade média dos automóveis na via transversal: Variável referente à média das velocidades de uma amostra aleatória de 30 automóveis ou dos automóveis disponíveis durante um período de 30 minutos, no momento da filmagem, na via que cruza o caminho do ciclista, ou seja, na via que o ciclista está atravessando. A unidade adotada é km/h.
- VEL BICI - Velocidade da bicicleta: Mesma variável usada para segmentos, referente à velocidade da bicicleta utilizada para filmagem, durante este procedimento. A unidade adotada é km/h.
- DIST TRAV – Distância da travessia: Consiste na distância que o ciclista precisa percorrer para atravessar a via transversal. Nas interseções simples, é igual à largura da via transversal. A variável é expressa em metros (m).
- LARG VIA - Largura da via: Mesma variável usada para segmentos, foi considerada como largura da via o espaço total da pista de rolamento, como mostra a Figura 6.1. A unidade adotada é metro (m).
- LARG EFET - Largura efetiva da via: Mesma variável usada para segmentos, trata-se do espaço da via que é efetivamente usado para circulação, ou seja, a largura total da via menos o espaço destinado para estacionamento, quando este for permitido. Como os estacionamentos laterais não são delimitados, para o cálculo da largura efetiva da via considerou-se que cada automóvel estacionado ocuparia 2,0 m de largura. Assim, no caso de estacionamento lateral em um só lado da via, subtraiu-se 2,0 m da largura total e, no caso de estacionamento lateral nos dois lados da via, subtraiu-se 4,0 m da largura total. A unidade adotada é metro (m).
- FLUXO - Fluxo de veículos motorizados: Mesma variável usada para segmentos, trata-se de uma medida usualmente definida como o número de veículos que passam

por uma via ou faixa, durante uma unidade de tempo (normalmente 15 minutos) e expressa pela unidade UCP/h/faixa (DNIT, 2006; TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000), é usada nessa pesquisa como o volume de veículos motorizados (VOL\_AUTO) dividido pela largura efetiva (LARG\_EFET). A unidade adotada é UCP/15min/m.

Com base nas definições citadas, a Tabela 6.3 mostra os valores das variáveis relacionadas às interseções, além da nota média dada para os trechos 7, 8, 9, 10 e 13.

**Tabela 6.3:** Valores das variáveis relacionadas às interseções por trecho

Trecho	NOTA	VOL_ DIR	VEL_ TRANS	VEL_ BICI	DIST_ TRAV	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
7	5,01	34,3	34,00	5,00	7,10	7,00	3,00	11,43
8	5,01	17,07	37,00	8,00	9,00	8,40	6,40	2,67
9	6,15	5,41	33,00	8,00	8,10	8,70	6,70	0,81
10	5,47	18,41	44,00	9,00	20,70	7,00	5,00	3,68
13	4,49	89,93	27,00	8,00	7,00	7,00	7,00	12,85

Apesar de também ser considerado interseção, o trecho 11 não foi incluído porque trata-se de uma rotatória. As diferenças de configuração da rotatória fizeram com que esta fosse analisada separadamente. No caso da rotatória, não foi incluída a variável DIST\_TRAV, pois não seria possível medir a distância da travessia neste caso. As demais variáveis, no entanto, foram mantidas. A Tabela 6.4 mostra os valores das variáveis relacionadas às interseções, além da nota média dada para o trecho 11.

**Tabela 6.4:** Valores das variáveis relacionadas ao trecho 11 (rotatória)

Trecho	NOTA	VOL_ DIR	VEL_ TRANS	VEL_ BICI	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
11	4,93	184,07	22,00	12,00	7,10	7,10	25,9254

Para escolher quais variáveis seriam incluídas no modelo de nível de serviço para bicicletas, foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis de interseções. Esta etapa buscou identificar quais variáveis teriam maior correlação com as notas dadas pelos participantes da pesquisa. A Tabela 6.5 mostra o resultado da análise de correlação, sendo que nenhum dos valores foram considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 6.5:** Resultado da análise de correlação entre as variáveis de interseções (sem rotatória)

	NOTA	VOL_ DIR	VEL_ TRANS	VEL_ BICI	DIST_ TRAV	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
NOTA	1,00	-0,82	0,39	0,24	0,27	0,60	0,05	-0,80
VOL_ DIR	-0,82	1,00	-0,68	-0,09	-0,34	-0,61	0,19	0,86
VEL_ TRANS	0,39	-0,68	1,00	0,32	0,86	-0,03	-0,36	-0,57
VEL_ BICI	0,24	-0,09	0,32	1,00	0,57	0,24	0,72	-0,54
DIST_ TRAV	0,27	-0,34	0,86	0,57	1,00	-0,29	-0,16	-0,38
LARG_ VIA	0,60	-0,61	-0,03	0,24	-0,29	1,00	0,52	-0,77
LARG_ EFET	0,05	0,19	-0,36	0,72	-0,16	0,52	1,00	-0,32
FLUXO	-0,80	0,86	-0,57	-0,54	-0,38	-0,77	-0,32	1,00

Como os valores não foram considerados significativos estatisticamente, nenhuma das variáveis seria adequada para fazer parte do modelo. Por conta da maneira em que a câmera foi acoplada à bicicleta, a filmagem das interseções resultou em imagens que focalizavam a visão do ciclista para frente, apresentando uma imagem restrita da interseção, o que pode ser observado no vídeo em anexo. Desta forma, acredita-se que a metodologia de filmagem nesses trechos tenha comprometido a avaliação dos participantes nos trechos de interseções.

No caso do trecho 11, que representou uma rotatória, realizou-se uma análise de correlação de todas as variáveis exceto a DIST\_TRAV, juntamente com os demais trechos de interseções. A Tabela 6.6 mostra o resultado da análise de correlação, sendo que os valores em negrito podem ser considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 6.6:** Resultado da análise de correlação entre as variáveis de interseções (com rotatória – sem variável DIST\_TRAV)

	NOTA	VOL_ DIR	VEL_ TRANS	VEL_ BICI	LARG_ VIA	LARG_ EFET	FLUXO
NOTA	1,00	-0,775	0,604	-0,296	0,629	-0,155	-0,802
VOL_ DIR	-0,775	1,00	<b>-0,837</b>	0,694	-0,495	0,417	<b>0,963</b>
VEL_ TRANS	0,604	<b>-0,837</b>	1,00	-0,413	0,165	-0,500	-0,805
VEL_ BICI	-0,296	0,694	-0,413	1,00	-0,075	0,705	0,511
LARG_ VIA	0,629	-0,495	0,165	-0,075	1,00	0,361	-0,614
LARG_ EFET	-0,155	0,417	-0,500	0,705	0,361	1,00	0,169
FLUXO	-0,802	<b>0,963</b>	-0,805	0,511	-0,614	0,169	1,00

Observa-se que a segunda coluna, da esquerda para a direita, que mostra a correlação das notas com as variáveis, não apresenta nenhuma correlação estatisticamente significativa, comprovando a constatação de que a avaliação das interseções não teve resultados passíveis de análise.

Dessa forma, o modelo de nível de serviço será composto apenas pela variável escolhida no item 6.1.1, relacionada com os segmentos viários.

### 6.1.3 Variável escolhida para definir o modelo de nível de serviço para bicicletas

Devido à falta de correlações estatisticamente significativas entre as variáveis de interseções, o modelo de nível de serviço para bicicletas será definido por apenas uma variável relacionada com os trechos do tipo segmento: a variável FLUXO.

O fluxo de veículos motorizados foi definido, nesta pesquisa, como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via (sem estacionamento) e é expresso pela unidade UCP/15min/m. Esta variável está diretamente relacionada com a percepção de conforto e segurança dos ciclistas que trafegam por vias de tráfego compartilhado, pois considera não só o volume de automóveis, mas também o espaço transversal da via que a bicicleta compartilha com os mesmos, e, conseqüentemente, a proximidade em que a bicicleta se encontra dos automóveis.

É importante salientar que os atributos mais lembrados durante o Grupo Focal realizado no início da pesquisa foram "volume de veículos motorizados" e "largura da via". Além disso, grande parte dos modelos de nível de serviço disponíveis na literatura também utilizam estes atributos para definir a compatibilidade de uma via para o transporte de bicicletas.

Apesar dos modelos de nível de serviço para bicicletas encontrados na literatura (Capítulo 2) apresentarem mais de uma variável em sua composição, existem vantagens importantes relacionadas com a inclusão de uma única variável no modelo, como a facilidade de coleta de dados e simplicidade de aplicação do modelo em situações posteriores. Ambas são vantagens importantes para o contexto das cidades brasileiras de porte médio.

## **6.2 Desenvolvimento do Modelo de Nível de Serviço para bicicletas**

Utilizando-se a variável FLUXO, o Modelo de Nível de Serviço para bicicletas foi desenvolvido através de um modelo Logit Ordenado, através das etapas descritas a seguir.

O modelo Logit Ordenado foi escolhido por apresentar resultados ligados à probabilidade de ocorrerem determinados valores de nível de serviço, em detrimento de valores estanques. Desta forma, acredita-se que a aplicabilidade do proposto Modelo de Nível de Serviço seria mais interessante para os fins de tomada de decisão, conforme será explicado mais adiante.

### *6.2.1 Classificação das notas em medidas de nível de serviço*

Após a escolha da variável a ser incluída no modelo, o próximo passo foi a transformação das notas dadas pelos participantes da pesquisa em medidas de nível de serviço. Para tanto, adotou-se a divisão em 6 faixas de nível de serviço para bicicletas (variando de A a F), do mesmo modo em que é utilizado para a definição de níveis de serviço para veículos motorizados (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000). Assim, as notas dadas pelos participantes da pesquisa foram classificadas conforme a Tabela 6.7.

**Tabela 6.7:** Classificação das notas dadas pelos participantes em faixas de nível de serviço

Nota dos participantes	Nível de Serviço
0	F
1 e 2	E
3 e 4	D
5 e 6	C
7 e 8	B
9 e 10	A

### 6.2.2 Modelo Logit ordenado

O modelo Logit é utilizado para prever a probabilidade de ocorrência de um evento ajustando os dados a uma função logística. Esta função logística é útil devido à sua qualidade de transformar qualquer valor de dado de entrada (desde o infinito negativo até o infinito positivo) em dados de saída com valores entre 0 e 1.

Para calibrar um modelo Logit Binomial, deve-se estimar um grupo de coeficientes de regressão que preveem a probabilidade de obtenção do resultado esperado. O mesmo modelo logístico pode ser escrito de diversas maneiras. A versão que mostra qual função das probabilidades resulta em uma combinação linear de parâmetros é a seguinte:

$$\ln\left(\frac{\text{prob}(\text{evento})}{(1 - \text{prob}(\text{evento}))}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

O valor à esquerda do sinal de igualdade é chamado Logit. É o logaritmo da probabilidade de que um evento ocorra. Os coeficientes da regressão logística indicam quanto o logit muda baseado nos valores das variáveis independentes. Quando se tem mais que 2 eventos, a regressão logística binomial pode ser estendida.

Para variáveis categóricas ordenadas, a dificuldade é que o modelo de regressão multinomial ignora a ordem das categorias. No entanto, pode-se modificar o modelo de regressão logística binomial para incorporar a natureza ordenada da variável independente, definindo-se as probabilidades de maneira diferente. Ao invés de considerar a probabilidade de um evento individual, considera-se a probabilidade de um evento e de todos os eventos que estão ordenados antes dele. Desta forma, na regressão logística ordenada, o evento de interesse é observar um determinado score ou menos que ele (NORUŠIS, 2004).



Por exemplo, em uma situação onde se tenha 4 opções de resposta: Ruim (1), Médio (2), Bom (3) e Ótimo (4):

$$T_1 = \text{prob}(\textit{score} 1) / \text{prob}(\textit{score} \text{ maior que } 1)$$

$$T_2 = \text{prob}(\textit{score} 1 \text{ ou } 2) / \text{prob}(\textit{score} \text{ maior que } 2)$$

$$T_3 = \text{prob}(\textit{score} 1, 2 \text{ ou } 3) / \text{prob}(\textit{score} \text{ maior que } 3)$$

A última categoria não tem uma probabilidade associada a ela porque a probabilidade de *score* incluindo todos os anteriores mais o último é igual a 1.

O modelo Logit Ordenado, para uma única variável independente é, então:

$$\ln(T_j) = \alpha_j - \beta X$$

onde:

$\alpha$  = constante

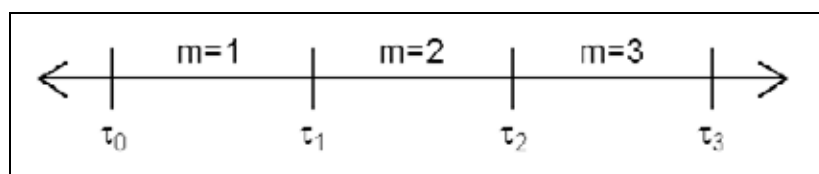
$\beta$  = coeficiente de regressão

$X$  = variável independente

$j$  = varia entre 1 e o número de categorias menos 1

O sinal do coeficiente de regressão da variável independente ( $\beta$ ) indica a associação do valor desta variável com o *score*. Um coeficiente de regressão positivo indica que valores de variáveis independentes mais altos estão associados com *scores* mais baixos.

Os modelos ordenados utilizam a hipótese de regressão paralela. Isto significa que a maior parte da previsão linear ( $\beta$ ) é a mesma para cada categoria. A única coisa que muda é a constante ( $\alpha$ ). Estas diferentes constantes são chamadas pontos de corte e para  $m$  categorias da variável independente, estima-se  $m-1$  pontos de corte (Figura 6.2).



**Figura 6.2:** Pontos de corte em um modelo logit ordenado – Adaptado de Armstrong e Jackson (2010)

Como mostra a Figura 6.2, é necessário estimar somente os dois pontos de corte intermediários, sendo que  $T_0 = -\infty$  e  $T_3 = \infty$ .

### 6.2.3 Estratégia de validação

Para validar o Modelo de Nível de Serviço para bicicletas, foi utilizada a metodologia de validação cruzada. Validação cruzada é o processo utilizado para se verificar a precisão do modelo em uma amostra de teste, em relação à precisão em uma amostra com a qual o modelo foi desenvolvido. Desta forma, uma parte da amostra total é definida como amostra de ajuste do modelo e os casos restantes são definidos como amostra de teste. Se o modelo tiver um desempenho tão bom na amostra de teste como tem na amostra de desenvolvimento, pode-se afirmar que o modelo está bem validado.

No caso desta pesquisa, a amostra total de 417 casos (amostra total sem *outliers*) foi dividida aleatoriamente em 2 grupos. A amostra para ajuste do modelo tem 75% dos casos (313 casos) e a amostra de teste tem 25% dos casos (104 casos).

O modelo foi calibrado para a amostra de ajuste e, posteriormente, verificou-se se o erro médio nesta amostra é similar ao erro médio obtido quando se aplica o modelo calibrado à amostra de teste.

### 6.2.4 Calibração do modelo

Na presente pesquisa, a utilização do modelo Logit Ordenado envolve a obtenção dos pontos de corte correspondentes a cada medida de nível de serviço e do coeficiente de regressão linear relacionado à variável FLUXO.

Assim, as probabilidades acumuladas de cada um dos níveis de serviço, em função do fluxo de veículos observado na via, são:

$$\begin{aligned} \text{prob}(\text{NS} \geq \text{F}) &= 1 \\ \text{prob}(\text{NS} \geq \text{E}) &= 1/(1 + e^{(T_1 + \beta * \text{FLUXO})}) \\ \text{prob}(\text{NS} \geq \text{D}) &= 1/(1 + e^{(T_2 + \beta * \text{FLUXO})}) \\ \text{prob}(\text{NS} \geq \text{C}) &= 1/(1 + e^{(T_3 + \beta * \text{FLUXO})}) \\ \text{prob}(\text{NS} \geq \text{B}) &= 1/(1 + e^{(T_4 + \beta * \text{FLUXO})}) \\ \text{prob}(\text{NS} = \text{A}) &= 1/(1 + e^{(T_5 + \beta * \text{FLUXO})}) \end{aligned}$$

A partir dessas probabilidades acumuladas, pode-se estimar a probabilidade de ocorrência de cada um dos níveis de serviço através do seguinte procedimento:

$$\text{prob}(\text{NS} = j) = \text{prob}(\text{NS menor ou igual a } j) - \text{prob}(\text{NS menor que } j)$$

O resultado do cálculo dos valores dos pontos de corte correspondentes a cada medida de nível de serviço e do coeficiente de regressão linear relacionado à variável FLUXO são mostrados na Tabela 6.8.

**Tabela 6.8:** Valores obtidos para os pontos de corte e coeficiente de regressão linear

Parâmetro	Valor	p
T <sub>1</sub>	-5,66	0,00
T <sub>2</sub>	-3,87	0,00
T <sub>3</sub>	-2,50	0,00
T <sub>4</sub>	-1,07	0,00
T <sub>5</sub>	0,81	0,00
β	0,10	0,00

Para avaliar a qualidade do ajuste do modelo calibrado é necessário verificar-se a significância de cada um dos coeficientes T obtidos. Neste caso, todos os valores são significativos (p=0,000).

Outro valor a ser verificado é o valor do  $\rho^2$ . Este parâmetro tem uma interpretação similar à do Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), na avaliação do ajuste de um modelo de regressão linear. No caso do  $\rho^2$ , valores superiores a 0,4 já indicam um bom ajuste (ORTÚZAR e WILLEENSEM, 1994). O cálculo do  $\rho^2$  é feito através da seguinte expressão:

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ell^*(\phi)}{\ell^*(o)}$$

onde:

$\ell^*(\phi)$  = função de verossimilhança no ajuste do modelo

$\ell^*(0)$  = função de verossimilhança com todos os coeficientes  $T = 0$ .

Neste modelo foi obtido  $\rho^2 = 0,446$ , comprovando que trata-se de um modelo cujo ajuste pode ser considerado bom.

Inserindo os valores obtidos na Tabela 6.8, as probabilidades acumuladas de cada um dos níveis de serviço, em função do fluxo de veículos observado na via, são:

$$\text{prob}(\text{NS} \geq \text{F}) = 1$$

$$\text{prob}(\text{NS} \geq \text{E}) = 1/(1 + e^{(-5,658 + 0,102 * \text{FLUXO})})$$

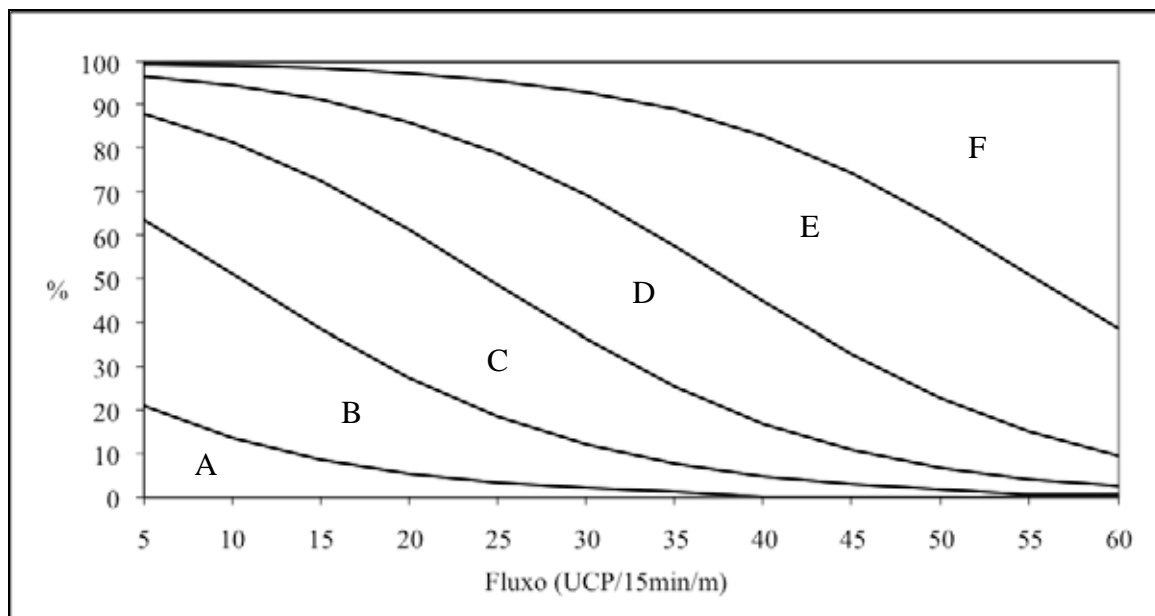
$$\text{prob}(\text{NS} \geq \text{D}) = 1/(1 + e^{(-3,870 + 0,102 * \text{FLUXO})})$$

$$\text{prob}(\text{NS} \geq \text{C}) = 1/(1 + e^{(-2,503 + 0,102 * \text{FLUXO})})$$

$$\text{prob}(\text{NS} \geq \text{B}) = 1/(1 + e^{(-1,069 + 0,102 * \text{FLUXO})})$$

$$\text{prob}(\text{NS} = \text{A}) = 1/(1 + e^{(0,814 + 0,102 * \text{FLUXO})})$$

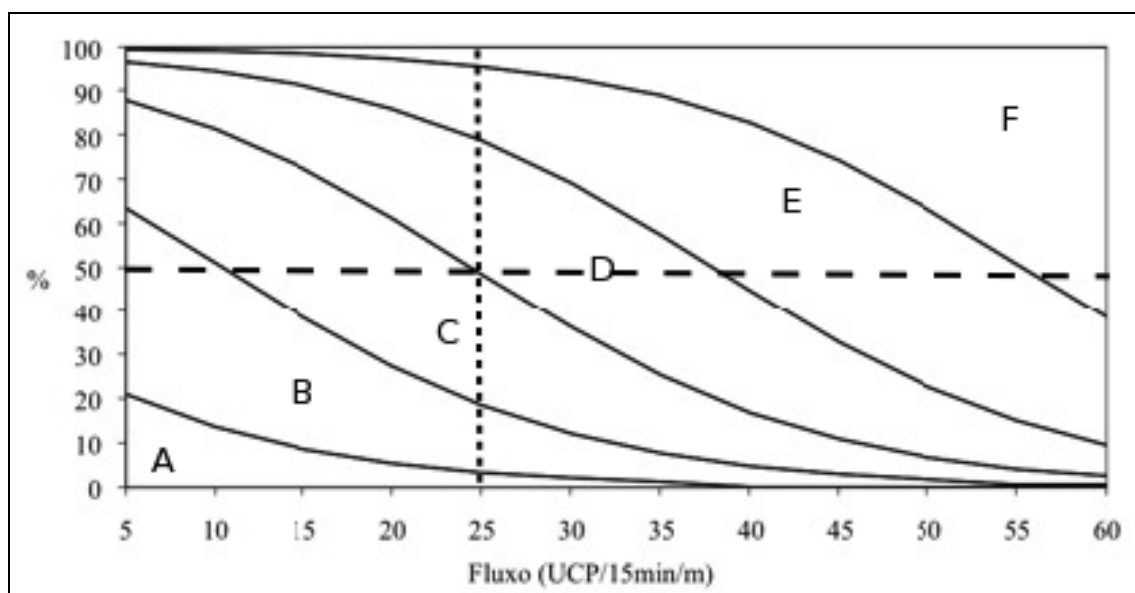
A Figura 6.3 mostra o comportamento das funções para valores de fluxo de 5 a 60 UCP/15min/m.



**Figura 6.3:** Probabilidade de nível de serviço para bicicletas por Fluxo

Utilizando o gráfico da Figura 6.3, pode-se determinar a probabilidade da percepção do nível de serviço para bicicletas de determinado trecho de via a partir do valor do Fluxo verificado. Por exemplo, um trecho com Fluxo 5 UCP/15min/m tem aproximadamente 20% de probabilidade de ser avaliado com nível de serviço A; aproximadamente 62% de probabilidade de ser avaliado com nível de serviço A ou B; aproximadamente 88% de probabilidade de ser avaliado com nível de serviço A, B ou C; e assim por diante.

Por outro lado, o gráfico da Figura 6.3 pode ser utilizado considerando que 50% da população deverá considerar um certo trecho de via como apresentando nível de serviço para bicicletas C ou maior. Assim, para atender a esse critério, o trecho viário deverá apresentar um valor de Fluxo de até 25 UCP/15min/m, conforme indica a Figura 6.4.



**Figura 6.4:** Exemplo de aplicação do gráfico da Figura 6.3

Foram realizadas tentativas de calibrar modelos diferentes para os três grupos de tipos de ciclistas, de acordo com a escala de aceitabilidade ao ciclismo. No entanto, os valores de  $\beta$  obtidos para os três grupos foram muito similares, mostrando que não seria necessária a criação de modelos diferentes para cada um dos grupos. Assim, o Modelo de Nível de Serviço proposto pode ser utilizado para qualquer um dos tipos de ciclistas identificados na pesquisa.

### 6.2.5 Validação do modelo

Como mencionado anteriormente, através do procedimento de validação cruzada, o modelo foi calibrado usando 75% dos casos totais, mostrados na Tabela 6.9.

**Tabela 6.9:** Dados das avaliações reais do grupo de calibração (75%)

Trecho	Fluxo	NS=F	NS=E	NS=D	NS=C	NS=B	NS=A
1	2,76	0	11	15	67	127	93
2	8,28	0	6	30	78	152	47
6	10,87	5	41	70	87	82	28
5	25,38	5	32	91	122	56	7
3	27,80	9	45	107	99	41	2
4	32,06	46	101	93	52	18	3

A Tabela 6.10 mostra os resultados de nível de serviço obtidos a partir do fluxo verificado nas vias avaliadas, utilizando o modelo proposto.

**Tabela 6.10:** Resultados de nível de serviço de acordo com o modelo para o grupo de calibração (75%)

Trecho	Fluxo	NS=F	NS=E	NS=D	NS=C	NS=B	NS=A
1	2,76	1	7	22	67	137	78
2	8,28	3	12	36	89	124	50
6	10,87	3	15	44	97	113	40
5	25,38	14	54	95	94	46	10
3	27,80	18	65	100	85	38	8
4	32,06	26	85	103	68	26	5

O erro médio entre os dados reais e os resultados do modelo são calculados através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{n}$$

Para o grupo de 75% dos casos, utilizado para calibração, o erro médio observado é de **23,28**.

A Tabelas 6.11 contem os dados reais do grupo de validação e a Tabela 6.12 os dados obtidos através do modelo.

**Tabela 6.11:** Dados das avaliações reais do grupo de validação (25%)

Trecho	Fluxo	NS=F	NS=E	NS=D	NS=C	NS=B	NS=A
1	2,76	0	3	9	16	50	26
2	8,28	0	3	10	27	47	17
6	10,87	4	10	28	34	20	8
5	25,38	0	5	35	49	13	2
3	27,80	3	14	25	45	12	5
4	32,06	12	32	42	13	3	2

**Tabela 6.12:** Resultados de nível de serviço de acordo com o modelo para o grupo de validação (25%)

Trecho	Fluxo	NS=F	NS=E	NS=D	NS=C	NS=B	NS=A
1	2,76	0	2	7	22	60	11
2	8,28	1	4	12	30	51	7
6	10,87	1	5	14	32	46	5
5	25,38	5	18	32	31	17	1
3	27,80	6	21	33	28	14	1
4	32,06	9	28	34	23	10	1

O erro médio observado no grupo de validação é de **24,06**.

Como o erro médio na amostra de validação é similar ao erro médio na amostra de calibração, pode-se considerar que o Modelo de Nível de Serviço está validado.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente pesquisa buscou estudar o tema da avaliação do nível de serviço para bicicletas em cidades brasileiras, com o objetivo principal de desenvolver um modelo de nível de serviço para bicicletas possível de ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo teve início com a identificação dos atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço para bicicletas. Um Grupo Focal foi conduzido na cidade de Rio Claro, SP, para avaliar os atributos existentes na literatura de acordo com o contexto das cidades brasileiras de porte médio e incorporar novos atributos que fazem parte desse contexto. Nesta etapa, os participantes foram entrevistados a respeito de quais atributos afetam a sua percepção sobre a acomodação das bicicletas nas ruas e como eles avaliariam certas facilidades. Os dados do Grupo Focal foram analisados por meio da técnica de Análise de Conteúdo Categórica, gerando uma tabela com uma série de atributos.

A próxima etapa foi avaliar a percepção de indivíduos sobre a importância dos atributos. Dentre os métodos disponíveis para medir a percepção dos indivíduos sobre as características viárias relacionadas ao transporte ciclovitário, definiu-se pela realização de simulações, ou seja, avaliação com base em vídeo, pela maior facilidade de obtenção de voluntários em grandes grupos e pela possibilidade de controlar os parâmetros das vias a serem analisadas (como volumes e velocidades do tráfego de veículos motorizados). Para compensar a exclusão de alguns atributos que não podem ser avaliados através do vídeo (como a sensação de calor, o custo da bicicleta, os benefícios para a saúde, etc.), o método da simulação foi combinado com outro método de análise da percepção: questionários formulados com base na escala Likert.

A coleta de dados foi realizada em um estudo de caso nas cidades paulistas de São Carlos e Rio Claro. A partir dos atributos identificados no Grupo Focal, definiu-se tipologias para nortear quais as combinações de parâmetros deveriam ser retratadas na filmagem. O próximo passo foi a escolha das vias a serem filmadas, com base nas tipologias definidas. O vídeo foi elaborado por meio de um sistema no qual uma câmera de vídeo portátil foi acoplada ao guidão da bicicleta através de uma peça feita sob medida. No momento da filmagem, foi feita uma coleta de dados para a criação de um inventário das características geométricas, de tráfego e condições do entorno das vias filmadas.



A exibição do filme, juntamente com o preenchimento dos questionários pelos participantes da pesquisa, foi realizada nas cidades de Rio Claro e São Carlos, em diversas instituições de ensino, nas quais buscou-se obter participantes de perfis diversificados. No total, 451 questionários foram aplicados, sendo 60 na cidade de Rio Claro e o restante na cidade de São Carlos. Destes, 447 foram considerados válidos. O tamanho da amostra foi considerado estatisticamente adequado.

Os resultados da pesquisa de campo foram analisados através de métodos de análise estatística descritiva e correlacional, produzindo os seguintes estudos: resultados dos questionários (A, B e C); classificação dos participantes em tipos de ciclistas; definição de uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta e a classificação dos participantes em grupos, de acordo com esta escala.

Para o desenvolvimento do Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas, foram relacionadas características dos trechos avaliados na pesquisa de campo com a média das notas dadas pelos participantes da pesquisa. A variável escolhida para definir o Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas foi a variável FLUXO, definida nesta pesquisa como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via (sem estacionamento) e expressa pela unidade UCP/15min/m.

O Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas foi então calibrado através de um modelo Logit Ordenado, que considera a probabilidade de acontecimento de um evento (no caso uma medida de nível de serviço para bicicletas) e de todos os eventos que estão ordenados antes dele. O modelo foi validado através da metodologia de validação cruzada.

Considera-se que a pesquisa atingiu o seu objetivo principal, fornecendo um modelo de nível de serviço para bicicletas que pode ser utilizado em cidades brasileiras de porte médio. Para atingir o objetivo principal, também foram atendidos os objetivos específicos, a saber:

- Identificar os atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço para bicicletas em vias das cidades brasileiras de porte médio;
- Avaliar a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto de vias urbanas para o transporte ciclovitário, com base nos indicadores identificados na etapa anterior;
- Propor um modelo de nível de serviço para bicicletas para as vias das cidades brasileiras de porte médio, que considere a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto de vias urbanas para o transporte ciclovitário.

A seguir, são apresentadas as principais conclusões acerca de cada um destes itens, buscando uma avaliação geral dos dados obtidos na pesquisa.

## 7.1 Atributos que descrevem o nível de serviço para bicicletas

Os resultados da análise do Grupo Focal indicaram uma série de atributos que podem ser utilizados para descrever o nível de serviço para bicicletas em vias das cidades brasileiras de porte médio. Os atributos "velocidade dos veículos motorizados", "presença de veículos pesados", "cruzamentos" e "estacionamento lateral", foram frequentemente citados pelos participantes. Outros atributos menos citados, mas que ainda foram lembrados durante a discussão foram: "sinalização das interseções", "direção da via", "desenho das vias", "pavimento", "rotatória", "gradiente/aclive", "vegetação" e "seguridade pessoal". Porém, os atributos mais lembrados durante a discussão foram "volume de veículos motorizados" e "largura da via".

É importante lembrar que o volume de veículos motorizados e a largura da via são variáveis presentes em vários modelos de nível de serviço disponíveis na literatura, e, juntamente com a velocidade dos veículos motorizados, podem ser consideradas as variáveis mais utilizadas para avaliar a compatibilidade das vias para o transporte de bicicletas. Os seguintes autores utilizaram o volume de veículos motorizados como variável em seus modelos: Sorton e Walsh (1994), Harkey et al. (1998), Davis (1987, citado por Epperson, 1994), Epperson (1994), Landis (1994 e 1996), Landis et al. (1997) e Landis et al. (2003). Os mesmos autores utilizaram a largura da via em seus modelos, além de Dixon (1996).

A partir dos dados coletados na pesquisa de campo, na etapa de desenvolvimento do modelo de nível de serviço, a variável escolhida para ser utilizada no modelo foi a variável FLUXO, definida nessa pesquisa como o volume de veículos motorizados dividido pela largura efetiva da via. A variável FLUXO teve correlação estatisticamente significativa de 0,93 com as notas dadas pelos participantes da pesquisa, indicando que esta descreveu com precisão a percepção dos entrevistados em relação à segurança e ao conforto das vias avaliadas para o transporte de bicicletas. Assim, percebe-se que a variável escolhida inclui os atributos mais lembrados durante a discussão do grupo focal, e que também são frequentemente utilizados nos modelos disponíveis na literatura.

Desta forma, foi comprovada a hipótese de que a combinação de certos atributos relacionados às características viárias e de tráfego pode ser utilizada para definir uma medida de nível de serviço para bicicletas a ser aplicada em cidades brasileiras de porte médio. Pode-se concluir também que as variáveis mencionadas na literatura são significativas para o contexto brasileiro, sendo que não foi apontada nenhuma variável específica que já

não tenha sido abordada anteriormente. A maneira de agrupar os dois atributos (volume de veículos motorizados e largura efetiva da via), porém, não havia sido utilizada anteriormente da mesma forma em outros modelos.

A escolha da variável FLUXO pode ser considerada adequada para descrever o nível de serviço para bicicletas pois, abrange ao mesmo tempo o volume de automóveis e o espaço transversal da via compartilhada. Desta forma, a variável leva em consideração a proximidade em que a bicicleta se encontra do fluxo de veículos motorizados, que está diretamente relacionada com a percepção de conforto e segurança dos ciclistas que trafegam por vias de tráfego compartilhado.

Além disso, a utilização de uma única variável facilita a coleta de dados e oferece simplicidade de aplicação do modelo em situações posteriores, que são vantagens importantes quando se trata do uso do mesmo em cidades brasileiras de porte médio. Isso porque tais cidades normalmente possuem orçamentos restritos para melhorias de infraestrutura de transportes, além de não contarem com um grande volume de dados e estatísticas sobre transportes. Desta forma, um modelo mais simplificado demandaria menores investimentos para a produção do inventário necessário, aumentando a viabilidade de aplicação do modelo.

## **7.2 Percepção acerca da segurança e conforto das vias para o transporte cicloviário**

A inclusão de pesquisas empíricas com usuários e usuários em potencial para obter a sua avaliação sobre ambientes viários no processo de desenvolvimento de um modelo de nível de serviço para bicicletas tem como objetivo aumentar a confiabilidade do modelo. Desta forma, a avaliação resultante da aplicação do modelo reflete o ponto de vista do usuário referente ao conforto e segurança das vias para o transporte cicloviário.

A escolha dos instrumentos de pesquisa foi considerada adequada para coletar os dados do estudo de caso. A utilização do vídeo permitiu o controle dos parâmetros escolhidos por meio das tipologias estabelecidas. Além disso, possibilitou a participação de grandes grupos de indivíduos, sem que estes fossem expostos a situações de perigo. Por outro lado, o formato da filmagem prejudicou a percepção dos participantes em relação à adequabilidade das interseções, impedindo que o modelo incluísse variáveis específicas para

a totalidade das vias urbanas. Os questionários forneceram informações importantes a respeito do perfil dos participantes, da sua avaliação dos trechos do vídeo e das suas atitudes em relação aos atributos que definem a compatibilidade das vias com o transporte cicloviário e em relação aos fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte.

A análise do perfil dos entrevistados indica que, mesmo buscando incluir participantes de perfis diversificados, a grande maioria (56,4%) tinha entre 13 e 17 anos de idade. Em consequência da faixa etária, grande parte dos entrevistados possui ensino médio incompleto ou escolaridade inferior. Homens e mulheres estão quase que igualmente representados na amostra. A grande maioria dos entrevistados possui bicicleta em seu domicílio e sabe andar de bicicleta. Apesar de não utilizarem a bicicleta semanalmente, a maior parte dos entrevistados considera-se um ciclista muito experiente. A maioria dos entrevistados afirmou utilizar a bicicleta por motivo de lazer ou exercício. Quanto à infraestrutura utilizada para viagens de bicicleta, as vias urbanas, tanto as mais movimentadas quanto as menos movimentadas, foram bastante indicadas pelos entrevistados, enquanto que um número menor de entrevistados afirmou utilizar vias específicas para bicicletas, talvez pela escassez desse tipo de infraestrutura nas cidades onde foram aplicados os questionários.

Acredita-se que a idade tenha tido influência na definição do modelo de nível de serviço, sendo que a comparação das médias das notas dadas pelos participantes aos trechos do vídeo por faixa etária indicou que há diferença entre a percepção dos indivíduos de diferentes idades. De forma geral, os mais jovens avaliaram os trechos mais positivamente (com notas maiores) do que os participantes mais velhos da pesquisa. Os grupos formados pelas demais características do perfil dos participantes não apresentaram diferenças de percepção dos trechos filmados.

Após a exclusão dos *outliers*, a média das notas dadas aos trechos variou entre 2,94 e 7,24, com desvio padrão entre 1,85 e 2,62. Estes dados demonstram que houve variação significativa entre a percepção de conforto e segurança em cada trecho.

Os participantes de Rio Claro responderam também se reconheceram e/ou já andaram de bicicleta nos locais filmados. As análises mostraram que, apesar de grande parte dos entrevistados reconhecerem e terem experiência ciclística nos locais exibidos, estes fatores não influenciaram na sua avaliação das vias.

Os dados da pesquisa de atitude, coletados através de questionário baseado na escala Likert, foram analisados através do Método dos Intervalos Sucessivos, que permitiu transformar os dados categóricos em uma escala intervalar, e assim avaliar a importância relativa entre os fatores.

Os atributos identificados no Grupo Focal que tiveram maior importância para os entrevistados foram a largura da via e a velocidade dos veículos motorizados. O volume de veículos, apesar de ter sido escolhido como um dos fatores que compõem a variável FLUXO, utilizada no modelo proposto, não teve grande importância de acordo com a pesquisa de atitude, da mesma forma que a condição do pavimento. Considera-se a possibilidade de terem ocorrido erros de interpretação pelos entrevistados nestas questões.

Quanto aos fatores que influenciam na escolha da bicicleta como modo de transporte, os fatores que tiveram maior importância para os entrevistados foram aqueles relacionados aos custos das viagens e à saúde, ou seja, que descreviam o transporte cicloviário como mais barato do que o transporte motorizado e bom para a saúde. Também o fator relacionado com a infraestrutura específica para bicicletas teve grande concordância por parte dos entrevistados, que indicaram que se houvesse uma faixa reservada para ciclistas nas ruas, eles andariam (ou andariam mais) de bicicleta. Um fator que apresentou grande concordância dos entrevistados, neste caso negativa, foi a segurança pessoal, indicando que não existe relação entre o uso da bicicleta como um modo de transporte e o risco de assalto, na opinião dos entrevistados. Sugere-se que este fator seja investigado mais profundamente para identificar se a segurança pessoal realmente não é um problema dos ciclistas nas cidades de porte médio ou se houve um erro de interpretação desta questão.

Além de avaliar individualmente cada um dos fatores abordados na pesquisa de atitude, também foi feita uma somatória com os dados da escala Likert, que indicou quão favorável cada um dos participantes é em relação ao uso da bicicleta como modo de transporte, ou seja, gerando uma escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta. Para a criação da escala, utilizou-se os itens que apresentaram correlação com a escala total maior do que 0,30, a saber: exige esforço físico, falta infraestrutura, desconfortável, muito lento e não gosto de bicicleta. Os itens selecionados para definir a escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta podem ser vistos como fatores frequentemente citados como desvantagens ao uso da bicicleta, caracterizando, muitas vezes, uma imagem preconceituosa do modo de transporte. Assim, considera-se que a avaliação da percepção acerca destes itens foi adequada para medir o nível de aceitabilidade dos indivíduos em relação ao ciclismo.

Em função da sua aceitabilidade ao ciclismo, os entrevistados foram separados em três grupos: favoráveis, indiferentes e desfavoráveis ao uso da bicicleta. A partir desta análise, constatou-se que mais da metade dos entrevistados foram classificados como indiferentes ao uso da bicicleta como modo de transporte, enquanto que a minoria pode ser considerada favorável. Os resultados indicam, portanto, que há uma grande parcela de

entrevistados (indiferentes) que pode ser convencida a utilizar a bicicleta. Este grupo pode ser visto como indivíduos com potencial para adotar o transporte cicloviário, e precisa ser estudado mais profundamente para subsidiar campanhas de conscientização e promoção do uso da bicicleta nas cidades brasileiras de porte médio.

Utilizando a escala de aceitabilidade ao ciclismo, verificou-se se existe diferença de nível de aceitabilidade ao ciclismo entre os diferentes grupos de entrevistados, em função de suas características. Existe diferença significativa entre homens e mulheres com relação à aceitabilidade ao ciclismo, sendo que os homens são mais favoráveis ao uso da bicicleta. Os indivíduos mais velhos também são mais favoráveis ao ciclismo do que os mais jovens, com exceção para a faixa etária que vai dos 18 aos 24 anos. Esta faixa corresponde, em sua maioria, aos universitários entrevistados. De forma geral, este resultado pode indicar uma mudança no status deste modo de transporte entre as gerações. No entanto, tal diferença de aceitabilidade entre as faixas etárias pode estar relacionada a outras características do perfil dos indivíduos mais velhos. Desta forma, recomenda-se que as razões para as diferenças na aceitabilidade ao ciclismo nas diferentes faixas etárias sejam investigadas mais profundamente. Em relação ao tipo de ciclista, os ciclistas que se consideram muito experientes são mais favoráveis ao ciclismo e os não ciclistas os menos favoráveis. Do mesmo modo, os indivíduos que utilizam a bicicleta mais frequentemente apresentam uma maior aceitabilidade ao ciclismo.

Portanto, a escala de aceitabilidade ao uso da bicicleta pode ser utilizada como um dos critérios para determinar a demanda potencial para o uso da bicicleta como modo de transporte, juntamente com outras análises, como por exemplo, a exclusão dos participantes que possuem alguma restrição física ao uso da bicicleta e a análise do comprimento das viagens realizadas pelos participantes e exclusão das viagens longas.

Os resultados da pesquisa de campo comprovaram a hipótese de que a percepção de indivíduos sobre as condições de conforto e segurança nas vias para ciclistas é baseada em diversos parâmetros objetivos e subjetivos. A definição dos instrumentos de pesquisa (vídeo e questionários) indicaram uma metodologia para a avaliação da percepção que pode ser empregada em outras pesquisas semelhantes, para identificar a relação entre a percepção de indivíduos e as características viárias e de tráfego, além da relação entre a percepção e as características pessoais e socioeconômicas. Adicionalmente, a pesquisa de campo forneceu as bases para o desenvolvimento do modelo de nível de serviço para bicicletas. Desta maneira, o modelo proposto pode ser considerado uma medida baseada na visão dos usuários e usuários em potencial do transporte cicloviário.

### 7.3 Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas

Utilizando-se a variável FLUXO, o Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas foi desenvolvido através de um modelo Logit Ordenado. Os modelos do tipo Logit são utilizados para prever a probabilidade de ocorrência de um evento ajustando os dados a uma função logística. No caso do modelo Logit Ordenado, ao invés de considerar a probabilidade de um evento individual, considera-se a probabilidade de um evento e de todos os eventos que estão ordenados antes dele, sendo úteis, assim, para aplicações em dados contendo respostas de categorias múltiplas ordenadas. No caso desta pesquisa, o modelo Logit Ordenado foi utilizado para determinar a probabilidade de um dado valor de FLUXO resultar em percepções de nível de serviço para bicicletas variando de A a F.

Como a validação do modelo foi feita através do método da validação cruzada, 75% dos casos foram escolhidos aleatoriamente para serem usados para a calibração do modelo. Desta forma, o modelo foi desenvolvido com base em uma amostra de 313 questionários.

Seguindo o procedimento necessário para a calibração do modelo Logit Ordenado, foram obtidos os pontos de corte correspondentes a cada medida de nível de serviço, além do coeficiente de regressão linear relacionado à variável FLUXO. Estes dados foram utilizados para a geração de um gráfico que indica a probabilidade de nível de serviço (em porcentagem) por medidas de Fluxo que variam entre 5 e 60 UPC/15min/m. Este gráfico (Figura 6.3) pode ser utilizado para determinar qual é a probabilidade da percepção dos indivíduos indicar cada medida de nível de serviço (A a F) para um trecho de via, conhecendo o valor do seu Fluxo. Cabe lembrar que este gráfico está calibrado para os resultados obtidos nesta pesquisa.

O ajuste do modelo foi considerado adequado através das seguintes medidas de avaliação: significância ( $p$ ) e  $\rho^2$ . O modelo também foi validado através da comparação dos erros médios da amostra de calibração (75%) e da amostra de validação (25%), que tiveram resultados bastante próximos.

Acredita-se que o Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas pode ser utilizado em outras cidades brasileiras de porte médio, com características viárias e de tráfego similares à cidade de Rio Claro, SP, utilizada para a filmagem dos trechos. No entanto, destaca-se que pode ser necessária a realização de calibração específica.

Desta forma, foi comprovada a hipótese de pesquisa de que a percepção de indivíduos sobre a segurança e o conforto das vias pode ser incluída em uma medida de nível de serviço para bicicletas que possa ser utilizada em cidades brasileiras de porte médio.

Além disso, foram respondidas as perguntas de pesquisa relacionadas com a estrutura do modelo, a inclusão da percepção dos ciclistas no modelo e a influência de cada variável no modelo. O modelo proposto foi estruturado através de um modelo Logit Ordenado, fornecendo assim resultados interessantes para a discussão do tema do nível de serviço para bicicletas, a partir do momento que não fornece *outputs* exatos, mas sim relacionados com a probabilidade da percepção de compatibilidade das vias com o ciclismo. Desta forma, a percepção dos indivíduos foi incluída de maneira determinante no Modelo de Nível de Serviço para Bicicletas. Por sua vez, como somente uma variável foi incluída no modelo, a questão sobre a participação de cada variável no modelo passa a não ser mais considerada.

#### **7.4 Recomendações para trabalhos futuros**

As recomendações para trabalhos futuros se concentram no aprimoramento do modelo com base nos seguintes parâmetros: aumento da abrangência da amostragem (em termos de perfil e locais de aplicação), reformulação da metodologia de filmagem para interseções, inclusão de outras variáveis no modelo e validação através de aplicação em situação real.

O modelo foi desenvolvido com base nas opiniões do grupo que constituiu a amostra da pesquisa. Por isso, sugere-se aumentar a amostragem, incluindo mais participantes de diferentes perfis, para obter dados que refletem com mais precisão a população das cidades médias brasileiras. Inclusive, seria interessante que fossem realizados estudos de caso em diversas regiões do país, para adquirir uma amostra mais abrangente.

Outra recomendação acerca do perfil dos participantes está relacionada com sua renda familiar. Esta característica não foi considerada na pesquisa, devido às dificuldades de identificar a renda familiar dos indivíduos. Experiências anteriores mostraram que os indivíduos tem dificuldades em fornecer esse parâmetro corretamente, por motivos que variam desde a falta de conhecimento dos dados (no caso dos mais jovens, principalmente) até o desconforto de revelar tal informação em uma pesquisa. No entanto, recomenda-se que sejam estudadas formas de avaliar a renda familiar dos participantes a



partir de questões referentes a características do seu domicílio (número de banheiros, número de aparelhos de televisão, entre outros).

A filmagem realizada não conseguiu captar as variáveis necessárias para refletir a percepção dos entrevistados quanto às interseções. Sugere-se, portanto, que seja estudada uma nova metodologia para captação de imagens nas interseções, incluindo talvez uma câmera fixada ao capacete do motorista, para que a filmagem reflita a mudança de direção do olhar do ciclista ao se preparar para cruzar uma via.

A partir do aumento da abrangência da amostra e da reformulação da metodologia para filmagem em interseções, acredita-se que outras variáveis se tornem também significativas estatisticamente. Assim, recomenda-se que estudos futuros incluam outras variáveis, buscando fornecer mais precisão ao modelo de nível de serviço para bicicletas.

Outra recomendação está relacionada com a validação do modelo. Apesar da metodologia de validação cruzada ser apropriada para validar o modelo, sugere-se que seja realizada uma nova coleta de dados para obter subsídios para uma validação com base em situações reais. Este procedimento também poderia ser utilizado como forma de confirmar a metodologia proposta e sua aplicabilidade.

Adicionalmente, como recomendação para novos trabalhos, destacam-se as possibilidades de aplicação do modelo, que podem ocorrer nas seguintes atividades:

- Priorização de trechos viários que necessitam de melhoramentos, ao identificar locais com medidas mais baixas de nível de serviço para bicicletas;
- Definição de rotas cicláveis, através da identificação de trechos viários com medidas mais altas de nível de serviço para bicicletas, podendo gerar também mapas de rotas para ciclistas;
- Estabelecimento de uma medida mínima de nível de serviço para bicicletas, para garantir um padrão de qualidade de infraestrutura viária a ser oferecida, com menor ou maior flexibilidade;
- Utilização do nível de serviço para bicicletas como um indicador para justificar investimentos e convencer atores envolvidos nas atividades de planejamento urbano e de transportes;
- Comparação da situação atual da infraestrutura entre vias, cidades e regiões através de uma medida padrão de compatibilidade de vias com o transporte de bicicletas;

- Desenvolvimento de um inventário de nível de serviço para bicicletas, que, se atualizado periodicamente, pode oferecer um panorama do progresso local relacionado à melhoria do transporte de bicicletas.

De forma geral, este trabalho buscou contribuir com o campo da Engenharia Urbana, especificamente na área de pesquisa acadêmica sobre o transporte de bicicletas no Brasil. Além disso, espera-se ter colaborado fornecendo subsídios para o planejamento urbano e de transportes, a partir do estudo da avaliação do nível de serviço para bicicletas em cidades médias brasileiras.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, N.S.; BADINI, C.; GOUVEA, F. (Coords). **Mobilidade e cidadania**. São Paulo: ANTP, 2003. 256 p.

ALLEN-MUNLEY, C.; DANIEL, J.; DHAR, J. Logistic model for rating urban bicycle route safety. **Transportation Research Record**, 1878, p. 107-115, 2004.

ALLEN, J. S. **The "Bicycle Compatibility Index"**: critique of implementation manual and workbook, 2003. Disponível em: <<http://www.bikexpert.com/research/bci/bcirvw.htm>>, Acesso em: 21/09/09.

AULTMAN-HALL, L. et al. Analysis of Bicycle Commuter Routes Using Geographic Information Systems - Implications for Bicycle Planning, **Transportation Research Record** 1578, p. 102-110, 1998.

ARMSTRONG, D.; JACKSON, M. **Intermediate social statistics classes**: week 5, ordered logit and probit, 2010. Disponível em: <[www.quantoid.net/ISS\\_week5\\_09.pdf](http://www.quantoid.net/ISS_week5_09.pdf)>, Acesso em: 17/11/10.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed 70, 1995. 225 p.

BORGMAN, F. The Cycle Balance: benchmarking local cycling conditions. In: TOLLEY, R. (Ed.). **Sustainable transport: planning for walking and cycling in urban environments**. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2003.

BRANDENBURG, C.; MATZARAKIS, A.; ARNBERGER, A. Weather and cycling - a first approach to the effects of weather conditions on cycling. **Meteorological Applications**. vol.14. p. 61-67, 2007.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 setembro 1997. p. 21201.

CARTER, D. L. et al. Bicyclist Intersection Safety Index. **Transportation Research Record**, 2031, p. 18-24, 2007.

DILL, J.; VOROS, K. Factors affecting bicycling demand: initial survey findings from the Portland Oregon Region. **Transportation Research Record**, 2031, p. 9-17, 2007.

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.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de estudos de tráfego**. 2006, 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: 14/08/09.

EMERY, J.; CRUMP, C.; BORS, P. Reliability and validity of two instruments designed to assess the walking and bicycling suitability of sidewalks and roads. **American Journal of Health Promotion**, 18, p. 38-46, 2003.

EPPERSON, B. Evaluating suitability of roadways for bicycle use: toward a cycling level of service standard. **Transportation Research Record**, 1438, p. 09-16, 1994.

FHWA. **Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes**. National Bicycling and Walking Study - Case Study nº 1. McLean, VA: FHWA, US Department of Transportation, 1992.

GEIPOT. **Planejamento cicloviário: diagnóstico nacional**. Brasília: Geipot – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministério dos Transportes, 2001.

GOLLEDGE, R. G. Cognition of physical and built environment. In: Garling, T.; Evans G. W. (Eds.) **Environment cognition and action: an integrated approach**. New York: Oxford University Press Inc., 1991.

HARKEY, D. L.; STEWART, J. R. Evaluation of shared-use facilities for bicycles and motor vehicles. **Transportation Research Record**, 1578, p. 111-118, 1997.

HARKEY, D. L.; REINFURT, D. W.; KNUIMAN, M. Development of the bicycle compatibility index. **Transportation Research Record**, 1636, p. 13-20, 1998.

HUMMER, J. E. et al. User perceptions of the quality of service on shared paths. **Transportation Research Record**, 1939, p. 28-36, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em: 10/04/2011.

JENSEN, S. U. Pedestrian and bicyclist level of service on roadway segments. **Transportation Research Record**, 2031, p. 43-51, 2007.

JONES, E. G.; CARLSON, T. D. Development of a bicycle compatibility index for rural roads in Nebraska. **Transportation Research Record**, 1828, p. 124-132, 2003.

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

KNEZ, I.; THORSSON, S. Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: cross-cultural and environmental attitude comparisons. **Building and Environment**, no. 43, p. 1483-1490, 2008.

LANDIS, B. W. Bicycle Interaction Hazard Score: a theoretical model. **Transportation Research Record**, 1438, p. 03-08, 1994.

\_\_\_\_\_. Bicycle system performance measures. **ITE Journal**, V. 66, N. 2, p. 18-26, 1996.

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

\_\_\_\_\_. **The roadway facility bicycle LOS: linking the segment and intersection models**, Tallahassee, Florida, USA: Florida Department of Transportation, BD545-23, 2006.

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

LONDON CYCLE CAMPAIGN. <http://www.lcc.org.uk/index.asp?PageID=37>, Acesso em: 15/09/2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ministério das Cidades vai investir R\$ 62 milhões no Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta - Bicicleta Brasil**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 10/12/05.

NOEL, N.; LECLERC, C.; LEE-GOSSELIN, M. CRC INDEX: Compatibility of roads for cyclists in rural and urban fringe areas. In: TRB Annual Meeting, 82, 2003, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington D.C.: TRB, 2003. CD-ROM.

NORUŠIS, M. J. **SPSS 13.0 Advanced statistical procedures companion**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2004. Disponível em: <[www.norusis.com/pdf/ASPC\\_v13.pdf](http://www.norusis.com/pdf/ASPC_v13.pdf)>, Acesso em: 17/11/10.

OPPENHEIM, A. N. **Questionnaire design, interviewing and attitude measurement**. London: Pinter, 1999.

ORTÚZAR, J. de D. e WILLUMSEM, L. G. **Modelling Transport**. 2. ed. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 1994.

PEIN, W. **Critique of the Bicycle Compatibility Index**, 2003. Disponível em: <[http://humantransport.org/bicycledriving/library/critique\\_BCI.pdf](http://humantransport.org/bicycledriving/library/critique_BCI.pdf)>, Acesso em: 21/09/09.

PEZZUTO, C. C. **Fatores que influenciam o uso da bicicleta**. 2002. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PIRES, A. B.; VASCONCELOS, E. A.; SILVA, A. C (Coords). **Transporte humano: cidades com qualidade de vida**. São Paulo: ANTP, 1997. 312 p.

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. Roadway and traffic characteristics for bicycling. In: 12th WCTR World Conference on Transport Research, 2010, Lisboa, Portugal, **Proceedings...** Lisboa: WCTR, 2010.

RICHARDSON, A. J.; AMPT, E. S.; MEYBURG, A. H. **Survey methods for transport**. Melbourne, Australia: Planning Eucalyptus Press, 1995.

RIETVELD, P.; DANIEL, V. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, vol. 38, no. 7, p. 531-550, 2004.

SCHNEIDER, R. J.; PATTON, R. S.; TOOLE, J. L.; RABORN, C. **Pedestrian and bicycle data collection in United States communities: Quantifying Use, Surveying Users, and Documenting Facility Extent**. Washington D.C.: Federal Highway Administration, 2005.

SENER, I. N., ELURU, N., BHAT, C. R. Analysis of bicyclists and bicycling characteristics: who, why, and how much are they bicycling? In: TRB Annual Meeting, 88, 2009, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington D.C.: TRB, 2009. CD-ROM.

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.

STATSOFT. **Electronic statistics textbook**. Disponível em: <<http://statsoft.com>>, Acesso em: 15/01/02.

TAYLOR, D.; DAVIS, W. J. Review of basic research in bicycle traffic science, traffic operations, and facility design, **Transportation Research Record**, 1674, p. 102-110, 1999.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway capacity manual**. Washington, D.C.: National Research Council, 2000.

UNICAMP. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_549.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_549.html)>. Acesso em: 21/09/09.

VAN DER WAERDEN, P.; BORGERS, A.; TIMMERMANS, H. Cyclists' perception and evaluation of street characteristics. In: TRB Annual Meeting, 83., 2004, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington D.C.: TRB, 2004. CD-ROM.

ZOLNIK, E. J.; CROMLEY, E. K. Poisson multilevel methodology of bicycle levels of service for road networks, **Transportation Research Record**, 2031, p. 1-8, 2007.

## **APÊNDICE A – ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS**

O Quadro A.1, apresentado a seguir, contém a análise comparativa entre alguns modelos de nível de serviço para bicicletas disponíveis na literatura. O quadro é adaptado de Kirner (2006).

**Quadro A.1:** Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas

Modelo	Descrição	Local de aplicação	Dados de entrada	Dados de saída	Ferramentas	Vantagens	Dificuldades
Nível de Estresse para Bicicletas (SORTON e WALSH, 1994)	A premissa do modelo de Nível de Estresse para Bicicletas é que, minimizando, ao mesmo tempo, o esforço físico e o estresse mental do ciclista, uma via seria mais compatível para o uso da bicicleta.	Madison, Winsconsin, EUA	Variáveis primárias: - Volume de tráfego da faixa externa; - Largura da faixa externa; - Velocidade dos veículos motorizados. Variáveis secundárias: - Números de entradas de garagem comerciais por milha; - Rotatividade de estacionamento; - Porcentagem de veículos pesados.	Medida de Nível de Estresse para Bicicletas de 1 a 5, para cada segmento viário.	- Aplicação de questionários (por telefone); - Filmagem de segmentos viários; - Métodos estatísticos.	- Dados de entrada simples; - Determina a compatibilidade das vias com diferentes grupos de ciclistas.	- Deixa de fora atributos importantes (condição do pavimento, presença de facilidades para bicicletas, volume de tráfego nas interseções); - A amostragem para cada grupo de ciclista e o número de segmentos viários analisados foram muito baixos para validar o modelo estatisticamente.
Índice de Segurança para Bicicletas de Davis (1987) (EPPERSON, 1994)	Modelo matemático para relacionar a segurança da bicicletas com as características físicas das vias e outros fatores relacionados. O modelo é subdividido em Índice de Segmento de Via e Índice de Avaliação de Interseções.	Chattanooga Florida, EUA	- Volume diário médio; - Largura da faixa; - Limite de velocidade; - Fator de pavimento; - Fator de localização; - Fator geométrico; - Fator de sinalização (para interseções).	Medida de nível de serviço em quatro categorias. Combina segmentos e interseções em uma avaliação global.	- Aplicação de questionários; - Métodos estatísticos.	- Identifica, pela primeira vez, os três fatores críticos que afetam a percepção de conforto, conveniência e segurança dos ciclistas: volume de tráfego, velocidade dos veículos motorizados e largura da faixa.	- Não considera a frequência das interseções semaforizadas; - Os fatores de pavimento e de localização podem dominar a avaliação; - Não foi validado com a percepção real dos ciclistas ou com estatísticas reais de acidentes.
Índice de Segurança para Bicicletas de Epperson-Davis (EPPERSON, 1994)	Baseado no Índice de Segurança para Bicicletas de Davis. O novo índice não inclui o Índice de Avaliação de Interseções e avalia cada segmento separadamente.	Hollywood, Florida, EUA	- Volume diário médio; - Largura da faixa; - Limite de velocidade; - Fator de pavimento; - Fator de localização.	Medida de nível de serviço em quatro categorias para cada segmento viário.	- Aplicação de questionários; - Métodos estatísticos.	- Devido às mudanças na sua calibração, o modelo é capaz de capturar os efeitos de pequenas mudanças nas características das vias.	- Não considera os conflitos causados pelas interseções (avalia segmentos isoladamente); - Explica somente 18% da variação em acidentes entre diferentes segmentos viários.



**Quadro A.1 (cont.):** Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas

Modelo	Descrição	Local de aplicação	Dados de entrada	Dados de saída	Ferramentas	Vantagens	Dificuldades
Nível de serviço para bicicletas para o Protótipo do Plano de Mobilidade da cidade de Gainesville (DIXON, 1996)	Método de avaliação do nível de serviço para bicicletas desenvolvido como um sistema de pontuação. É baseado na premissa que um conjunto de variáveis devem estar presentes em um corredor de transportes para atrair viagens não-motorizadas.	Gainesville, Florida, EUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características das facilidades para bicicletas (largura da faixa externa, facilidades segregadas);</li> <li>- Conflitos (número de vias laterais e entradas de garagem, ausência de barreiras, ausência de estacionamento lateral, canteiros centrais, Distância de visibilidade irrestrita, implementações em interseções);</li> <li>- Diferencial de velocidade entre veículos motorizados e bicicletas;</li> <li>- Nível de serviço de veículos motorizados;</li> <li>- Problemas de manutenção;</li> <li>- Gerenciamento da demanda de tráfego (TDM) e suporte multimodal.</li> </ul>	Medida de nível de serviço de A a F, de acordo com a segurança e conforto de ciclistas de vários níveis de experiência.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisas de opinião com profissionais;</li> <li>- Métodos estatísticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicidade de uso e de coleta de dados;</li> <li>- Determina a compatibilidade das vias com diferentes grupos de ciclistas;</li> <li>- Considera a qualidade das interseções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não houve tentativa de relacionar as medidas de nível de serviço do modelo com a percepção real dos ciclistas.</li> </ul>
Índice de Compatibilidade para Bicicletas - BCI (Harkey et al., 1998)	Procedimento para avaliar a compatibilidade das vias para o tráfego de bicicletas em vias de tráfego compartilhado, financiado pelo órgão americano FHWA (Federal Highway Administration).	Dez cidades americanas nos estados de Oregon, California, Florida, Wisconsin e Carolina do Norte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de faixas e direções de tráfego;</li> <li>- Larguras dos componentes da via de tráfego compartilhado;</li> <li>- Volume de tráfego;</li> <li>- Velocidade dos veículos;</li> <li>- Entradas de garagem;</li> <li>- Calçadas e canteiros centrais;</li> <li>- Uso do solo do entorno.</li> </ul>	Medida de nível de serviço de A a F, para ciclistas adultos típicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filmagem de segmentos viários;</li> <li>- Aplicação de questionários;</li> <li>- Métodos estatísticos (regressão).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclui uma grande variedade de variáveis;</li> <li>- O modelo pode ser utilizado para avaliação operacional, desenho de vias e planejamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conforto real de ciclistas reais não foi avaliado e não está relacionado ao modelo.</li> </ul>

**Quadro A.1 (cont.):** Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas

Modelo	Descrição	Local de aplicação	Dados de entrada	Dados de saída	Ferramentas	Vantagens	Dificuldades
Medida de Risco da Interação para Bicicletas (LANDIS, 1994 e 1996)	Utiliza dados e variáveis relacionados ao tráfego e às vias para estimar a percepção do risco da interação entre bicicletas e veículos motorizados, considerando as interações longitudinais e transversais.	Birmingham Alabama; Charlotte-Mecklenburg, North Carolina; Philadelphia, Pennsylvania; Tampa, Florida, EUA	Interações longitudinais: - Volume e velocidade do tráfego motorizado; - Características do tráfego; - Proximidade do ciclista ao tráfego motorizado; - Condições do pavimento. Interações transversais: - Movimento veicular não-controlado (acesso lateral às atividades de uso do solo e estacionamento lateral).	Pontuação final que pode ser convertida em valores de nível de serviço, de A a F.	- Métodos estatísticos (regressão).	- Dados de entrada podem ser coletados facilmente; - Considera as interações longitudinais e transversais que ocorrem na via.	- Não considera os conflitos causados pelas interseções. - Modelo não foi validado estatisticamente.
Nível de Serviço para Bicicletas - BLOS (LANDIS et al., 1997)	A validação da Medida de Risco da Interação levou ao desenvolvimento do modelo do Nível de Serviço para Bicicletas, que também tinha como objetivo quantificar o nível de conforto ou segurança nas vias.	Tampa, Florida, EUA	- Volume do tráfego motorizado por faixa; - Velocidade do tráfego motorizado; - Composição do tráfego; - Geração de tráfego transversal potencial; - Condição da superfície do pavimento; - Largura da via disponível para andar de bicicleta.	Pontuação final que pode ser convertida em valores de nível de serviço, de A a F.	- Aplicação de questionários; - Evento de campo em tempo-real; - Métodos estatísticos (regressão).	- O modelo é baseado estritamente em respostas humanas a estímulos mensuráveis de vias e tráfego, contrapondo-se assim a estimativas e aproximações utilizadas por outros modelos disponíveis.	- O objetivo do modelo é avaliar a qualidade das vias e não das interseções, desconsiderando-se, assim, os pontos finais dos segmentos.

**Quadro A.1 (cont.):** Análise comparativa dos modelos de nível de serviço para bicicletas

Modelo	Descrição	Local de aplicação	Dados de entrada	Dados de saída	Ferramentas	Vantagens	Dificuldades
Nível de Serviço das Interseções para Bicicletas em Movimento (LANDIS et al., 2003)	Modelo desenvolvido para funcionar como um complemento para o Nível de Serviço para Bicicletas (Landis, 1997), avaliando somente as interseções semaforizadas.	Orlando, Florida, EUA	- Largura da faixa; - Distância para atravessar (largura da via lateral); - Volume de tráfego; - Número total de faixas junto à interseção.	Pontuação final que pode ser convertida em valores de nível de serviço, de A a F.	- Aplicação de questionários; - Evento de campo em tempo-real; - Métodos estatísticos (regressão).	- O modelo é baseado estritamente em respostas humanas a estímulos mensuráveis de vias e tráfego, contrapondo-se assim a estimativas e aproximações utilizadas por outros modelos disponíveis.	- Avalia somente as interseções, devendo ser utilizado em conjunto com outro modelo de avaliação de NS para segmentos.
Metodologia do <i>Highway Capacity Manual</i> (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000)	Analisa a capacidade e o nível de serviço de facilidades para bicicletas através da investigação dos efeitos dos pedestres, da sinalização de trânsito e da interação entre ciclistas. O nível de serviço do HCM é medido em termos de eventos ocorridos (encontro e ultrapassagem). Para ciclofaixas em vias urbanas, os critérios para nível de serviço para bicicletas são baseados na velocidade média da bicicleta, que está relacionada com atrasos em interseções.	Áreas urbanas do mundo todo.	Ciclofaixas em vias urbanas (impacto de fluxos contínuos e interrompidos): - Velocidade de viagem para bicicletas; - Extensão total de vias urbanas analisadas; - Comprimento do segmento; - Velocidade da bicicleta no segmento (24km/h); - Atraso da bicicleta na interseção.	Medida de nível de serviço de A a F.	- Métodos estatísticos.	- Método considera abordagens diferentes para cada tipo de facilidade diferente; - Considera a presença e o tipo das interseções.	- Não considera fatores como: tráfego de veículos motorizados adjacentes, atividade no estacionamento lateral, entradas de garagem, obstruções laterais e declividades significativas.

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NA PESQUISA**

Os questionários completos utilizados na pesquisa de campo são apresentados a seguir.



## PESQUISA "BICICLETAS"

## QUESTIONÁRIO A

Assista o vídeo e circule uma nota de 0 a 10 (sendo 0 a menor nota possível e 10 a maior nota possível) para cada trecho, considerando como seria andar de bicicleta no local.

Exemplo:

Trecho	Nota										
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Preencher:

Trecho	Nota										
Teste 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teste 2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

\* Responda as questões a seguir:

Você reconheceu algum dos trechos que aparecem no vídeo?

Sim

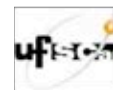
Não

Você já andou de bicicleta em algum dos trechos que aparecem no vídeo?

Sim

Não

\* Questões utilizadas somente nos questionários aplicados em Rio Claro, SP



PESQUISA "BICICLETAS"

## QUESTIONÁRIO B

Responda as perguntas abaixo. Suas respostas serão estritamente confidenciais.	
<b>Sexo</b>	
<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
<b>Idade</b>	
<input type="checkbox"/> de 13 a 17 anos	<input type="checkbox"/> de 30 a 39 anos
<input type="checkbox"/> de 18 a 24 anos	<input type="checkbox"/> de 40 a 49 anos
<input type="checkbox"/> de 25 a 29 anos	<input type="checkbox"/> 50 anos ou mais
<b>Escolaridade</b>	
<input type="checkbox"/> Ensino fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> Curso superior incompleto
<input type="checkbox"/> Ensino fundamental completo (até 8ª série)	<input type="checkbox"/> Curso superior completo
<input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto	<input type="checkbox"/> Pós-Graduação
<input type="checkbox"/> Ensino médio completo (até 3º colegial)	
<b>Sabe andar de bicicleta?</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Possui bicicleta na residência?</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Que tipo de ciclista você é?</b>	
<input type="checkbox"/> Pouco experiente	<input type="checkbox"/> Não sou ciclista
<input type="checkbox"/> Muito experiente	
<b>Por quais motivos você mais utiliza a bicicleta? (Pode assinalar mais de uma alternativa, se necessário)</b>	
<input type="checkbox"/> Trabalho	<input type="checkbox"/> Todos os anteriores
<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Outro - Qual? _____
<input type="checkbox"/> Lazer	<input type="checkbox"/> Não utilizo
<input type="checkbox"/> Exercício	
<b>Quais os locais que você mais utiliza para andar de bicicleta? (Pode assinalar mais de uma alternativa, se necessário)</b>	
<input type="checkbox"/> Ruas pouco movimentadas	<input type="checkbox"/> Vias específicas para bicicletas (ciclovias ou ciclofaixas)
<input type="checkbox"/> Ruas principais e mais movimentadas	<input type="checkbox"/> Trilhas ( <i>off-road</i> )
<input type="checkbox"/> Calçadas	<input type="checkbox"/> Não utilizo
<b>Durante uma semana típica (de segunda-feira a domingo), quantos dias você utiliza a bicicleta?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 dia	<input type="checkbox"/> Todos os dias
<input type="checkbox"/> 2 a 4 dias	<input type="checkbox"/> Utilizo só de vez em quando
<input type="checkbox"/> 5 a 6 dias	<input type="checkbox"/> Não utilizo



## PESQUISA "BICICLETAS"

## QUESTIONÁRIO C

	Concordo totalmente	Concordo em parte	Sem opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
1. Os ciclistas andam tranquilamente nas ruas com grande movimento de veículos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Quando os veículos andam muito rápido, os ciclistas correm risco de acidentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. É melhor para um ciclista atravessar em ruas com semáforo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Caminhões e ônibus incomodam quem anda de bicicleta nas ruas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Cruzamentos são perigosos para ciclistas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. É mais fácil andar de bicicleta em ruas de mão única do que em ruas de mão dupla.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Falta de visibilidade nos cruzamentos atrapalha o ciclista.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. A pavimentação da rua não influencia no conforto do ciclista.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. É melhor andar de bicicleta em ruas mais largas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Quem anda de bicicleta tem medo que os motoristas abram de repente a porta do carro estacionado na rua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Os ciclistas se sentem seguros quando andam em rotatórias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. As pessoas evitam andar de bicicleta quando têm que passar por ruas com muita subida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. É melhor andar de bicicleta quando existem árvores (sombra) nas ruas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Quem anda de bicicleta corre risco de ser assaltado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Andar de bicicleta é muito cansativo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. A maioria das pessoas que eu conheço aprovam (ou aprovariam) que eu use a bicicleta para trabalhar ou ir à escola.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. O sol e o calor são motivos para não se usar a bicicleta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Se houvesse uma faixa reservada para ciclistas nas ruas eu andaria (ou andaria mais) de bicicleta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Andar de bicicleta é mais barato do que andar de carro, ônibus ou moto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Não uso a bicicleta porque os lugares que frequento ficam muito longe da minha casa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Prefiro andar de carro/ônibus/moto porque é mais confortável do que a bicicleta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Se as ruas fossem mais seguras para os ciclistas, eu andaria (ou andaria mais) de bicicleta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. A bicicleta é um transporte muito lento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Andar de bicicleta faz bem para a saúde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Não ando de bicicleta porque não gosto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Eu usaria (ou usaria mais) a bicicleta se existissem estacionamentos seguros no meu trabalho/escola.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **APÊNDICE C – DVD: VÍDEO PRODUZIDO PARA A PESQUISA DE CAMPO**

Em anexo, encontra-se o DVD com o vídeo produzido para a pesquisa de campo.



## **APÊNDICE D – INVENTÁRIO: CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS**

A seguir, cada trecho é apresentado com suas respectivas informações coletadas durante a filmagem.

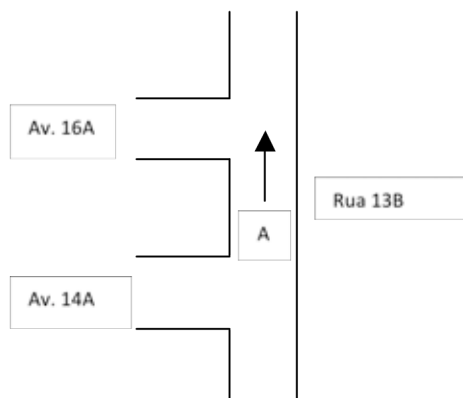
**TRECHO: 1**

**LOCALIZAÇÃO:** Rua 13B

**DATA:** 18/11/08

**HORÁRIO:** Início: 14:35; Final: 14:50

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	16	1	4	9

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 35Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	1
<b>Número de entradas de garagem</b>	5
<b>Largura (m)</b>	8,90
<b>Uso do solo</b>	Residencial + comunitário
<b>Estacionamento lateral</b>	Sim (2 lados)
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Não
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Sim
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

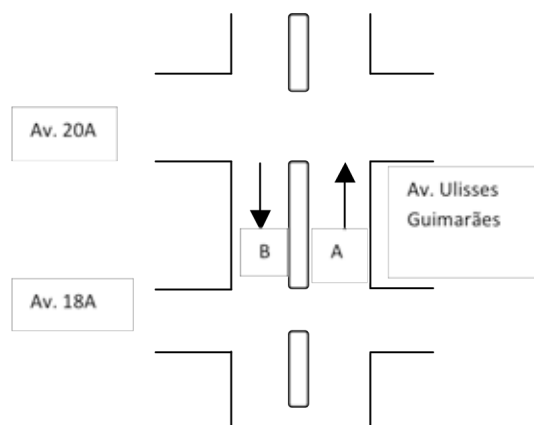
**TRECHO: 2**

**LOCALIZAÇÃO:** Av. Ulisses Guimarães

**DATA:** 18/11/08

**HORÁRIO:**Início: 15:15; Final: 15:30

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	41	3	18	4
B	49	5	9	1
Total	90	8	27	5

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 50Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	2
<b>Número de entradas de garagem</b>	8
<b>Largura (m)</b>	8,30
<b>Uso do solo</b>	Residencial + comércio + serviços
<b>Estacionamento lateral</b>	Sim (1 lado)
<b>Mão de direção</b>	Dupla
<b>Canteiro central</b>	Sim
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Sim
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

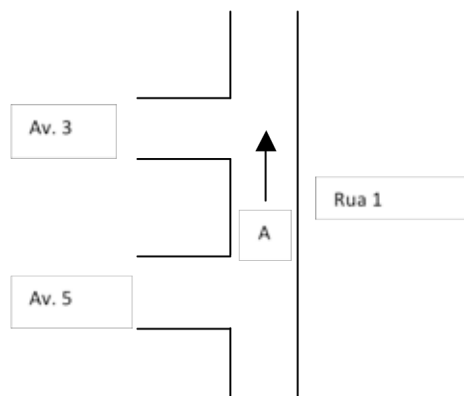
**TRECHO: 3**

**LOCALIZAÇÃO:** Rua 1

**DATA:** 18/11/08

**HORÁRIO:**Início: 15:50; Final: 16:05

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	168	15	60	38

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 22Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	2
<b>Número de entradas de garagem</b>	2
<b>Largura (m)</b>	7,70
<b>Uso do solo</b>	Comercial + comunitário
<b>Estacionamento lateral</b>	Não
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Não
<b>Condição do pavimento</b>	Ruim
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

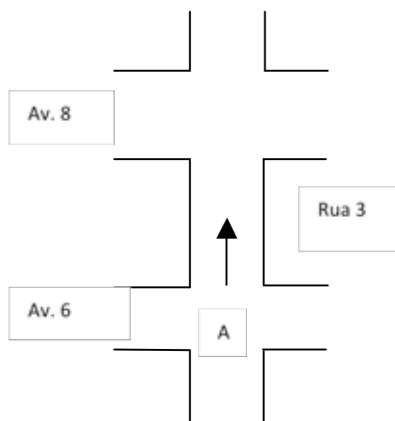
**TRECHO:** 4

**LOCALIZAÇÃO:** Rua 3

**DATA:** 18/11/08

**HORÁRIO:**Início: 16:20; Final: 16:35

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	81	1	31	28

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 10Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	1
<b>Número de entradas de garagem</b>	0
<b>Largura (m)</b>	6,90
<b>Uso do solo</b>	Comercial + serviços
<b>Estacionamento lateral</b>	Sim (2 lados)
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Não
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

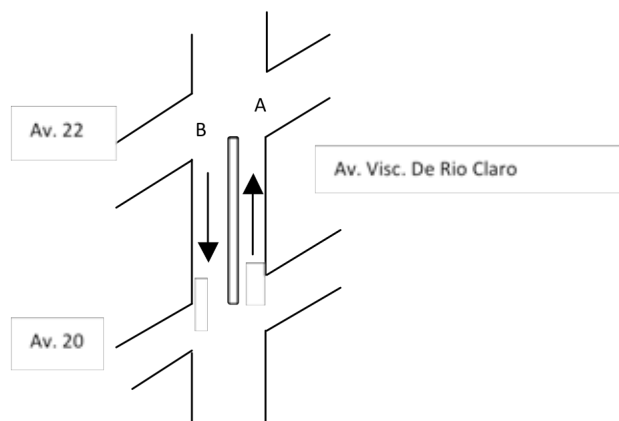
**TRECHO: 5**

**LOCALIZAÇÃO:** Av. Visconde de Rio Claro

**DATA:**

**HORÁRIO:**Início: 16:55; Final: 17:10

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	163	6	78	15
B	195	3	71	23
Total	358	9	149	38

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 46Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	2
<b>Número de entradas de garagem</b>	5
<b>Largura (m)</b>	7,85
<b>Uso do solo</b>	Comercial
<b>Estacionamento lateral</b>	Não
<b>Mão de direção</b>	Dupla
<b>Canteiro central</b>	Sim
<b>Condição do pavimento</b>	Ruim
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

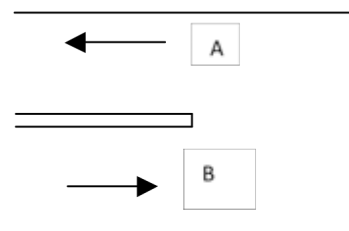
**TRECHO:** 6

**LOCALIZAÇÃO:** Av. Castelo Branco

**DATA:** 18/11/09

**HORÁRIO:**Início: 17:30; Final: 17:45

**SENTIDOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	62	6	16	7
B	62	7	15	6
Total	124	13	31	13

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 47Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	4
<b>Número de entradas de garagem</b>	0
<b>Largura (m)</b>	7,15
<b>Uso do solo</b>	Comercial + industrial
<b>Estacionamento lateral</b>	Não
<b>Mão de direção</b>	Dupla
<b>Canteiro central</b>	Sim
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Sim
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	-
<b>Visibilidade</b>	-

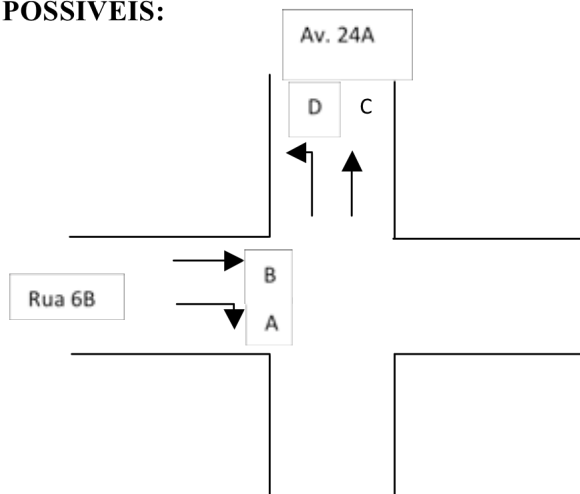
**TRECHO: 7**

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 24A com Rua 6B

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 11:11; Final: 11:26

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	0	0	1	3
B	31	0	9	5
C	32	6	13	5
D	13	2	3	2
Total	76	8	25	15

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 34Km/h

**OUTROS DADOS:**

Número de faixas	1
Número de entradas de garagem	-
Largura (m)	7,00
Uso do solo	Residencial + serviços
Estacionamento lateral	Sim (2 lados)
Mão de direção	Única
Canteiro central	Não
Condição do pavimento	Bom
Arborização	Sim
Declividade	Plano
Sinalização	Pare
Visibilidade	Ruim



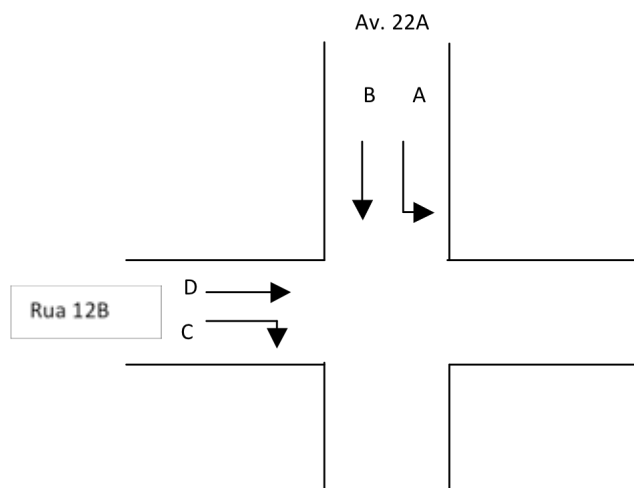
**TRECHO: 8**

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 22A com Rua 12B

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 11:39; Final: 11:54

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	8	1	0	1
B	45	2	5	12
C	6	1	4	2
D	8	0	0	0
Total	67	4	9	15

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 37Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	1
<b>Número de entradas de garagem</b>	-
<b>Largura (m)</b>	8,40
<b>Uso do solo</b>	Residencial
<b>Estacionamento lateral</b>	Sim (2 lados)
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Não
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Plano
<b>Sinalização</b>	Pare
<b>Visibilidade</b>	Boa

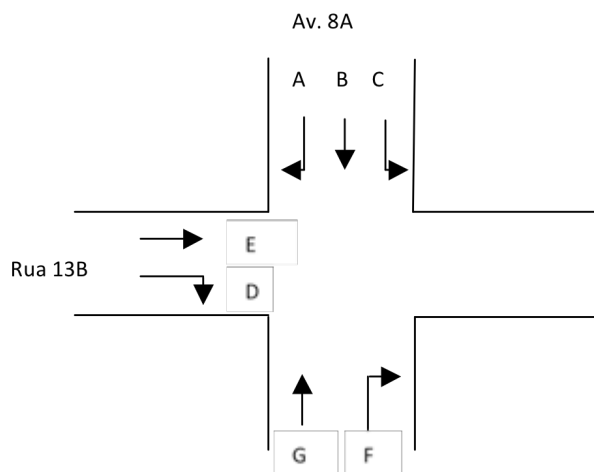
**TRECHO: 9**

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 8A com Rua 13B

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 12:00; Final: 12:15

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Movimento	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	5	0	1	0
B	4	1	5	1
C	6	0	2	0
D	0	0	0	0
E	3	1	2	2
F	0	1	2	3
G	4	0	2	0
Total	22	3	14	6

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 33Km/h

**OUTROS DADOS:**

Número de faixas	1
Número de entradas de garagem	-
Largura (m)	8,70
Uso do solo	Residencial + comunitário
Estacionamento lateral	Sim (2 lados)
Mão de direção	Dupla
Canteiro central	Não
Condição do pavimento	Bom
Arborização	Não
Declividade	Plano
Sinalização	Pare
Visibilidade	Boa

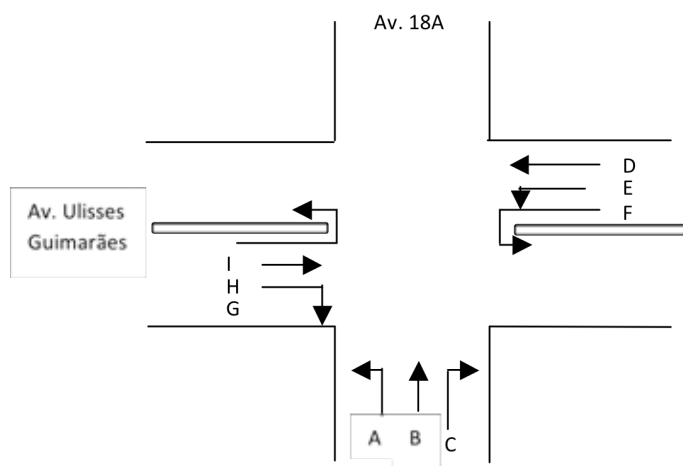
**TRECHO:** 10

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 18A com Avenida Ulisses Guimarães

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 12:26; Final: 12:41

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	4	0	3	0
B	7	0	1	1
C	5	1	2	0
D	59	3	24	0
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0
G	5	0	2	0
H	56	1	14	3
I	2	0	0	0
Total	138	5	46	4

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 44Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	1
<b>Número de entradas de garagem</b>	-
<b>Largura (m)</b>	7,00
<b>Uso do solo</b>	Residencial + comercial + serviços
<b>Estacionamento lateral</b>	Sim (2 lados)
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Não
<b>Condição do pavimento</b>	Bom
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Inclinado
<b>Sinalização</b>	Pare
<b>Visibilidade</b>	Ruim

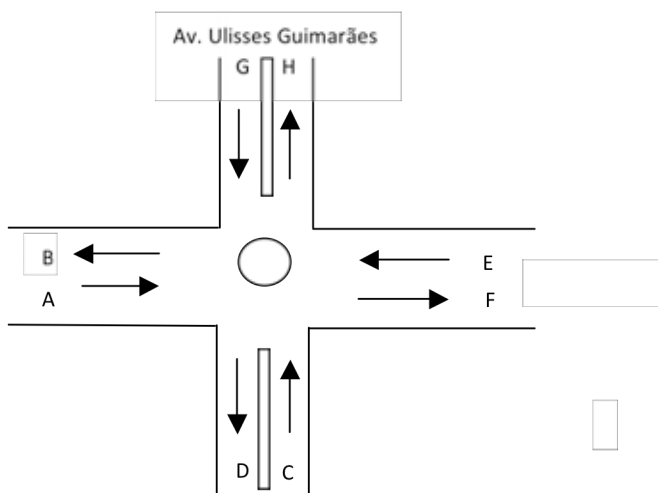
**TRECHO:** 11

**LOCALIZAÇÃO:** Rotatória (Avenida Ulisses Guimarães com Avenida 8A)

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 12:48; Final: 13:03

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	68	1	23	4
B	49	2	14	6
C	32	0	10	1
D	23	0	17	0
E	55	1	28	0
F	60	4	25	0
G	26	2	6	5
H	34	3	8	2
Total	347	13	131	18

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 22Km/h

**OUTROS DADOS:**

<b>Número de faixas</b>	2
<b>Número de entradas de garagem</b>	-
<b>Largura (m)</b>	7,10
<b>Uso do solo</b>	Residencial + comercial + serviços
<b>Estacionamento lateral</b>	Não
<b>Mão de direção</b>	Única
<b>Canteiro central</b>	Sim
<b>Condição do pavimento</b>	Ruim
<b>Arborização</b>	Não
<b>Declividade</b>	Inclinado
<b>Sinalização</b>	Pare
<b>Visibilidade</b>	Boa

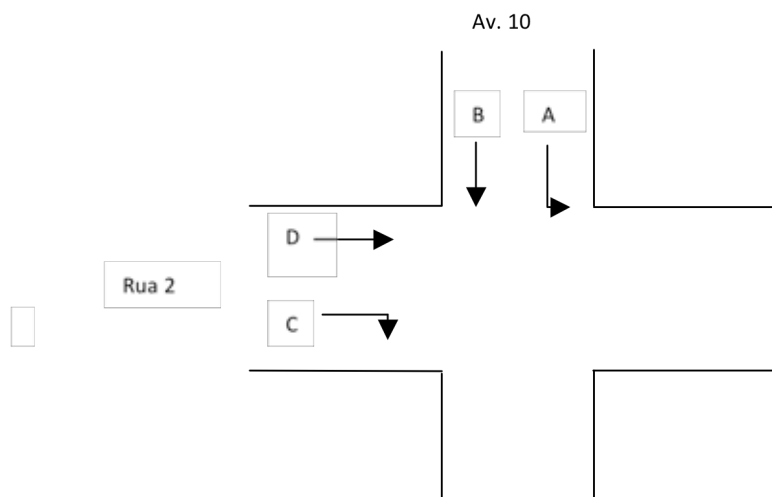
**TRECHO:** 12

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 10 com Rua 2

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 13:17; Final: 13:32

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	33	1	25	17
B	45	4	16	5
C	17	1	8	5
D	103	5	51	32
Total	198	11	100	59

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 11Km/h

**OUTROS DADOS:**

Número de faixas	1
Número de entradas de garagem	9
Largura (m)	7,15
Uso do solo	Residencial + comercial + serviços
Estacionamento lateral	Sim (2 lados)
Mão de direção	Única
Canteiro central	Não
Condição do pavimento	Ruim
Arborização	Não
Declividade	Plano
Sinalização	Semáforo
Visibilidade	Ruim

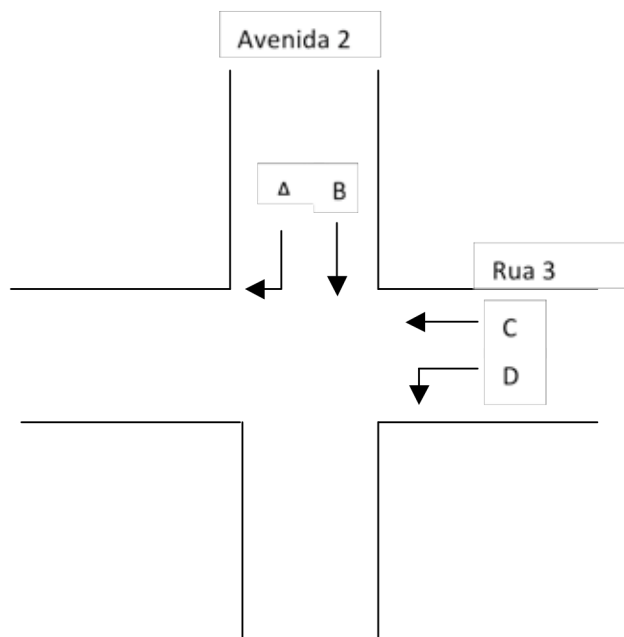
**TRECHO:** 13

**LOCALIZAÇÃO:** Avenida 2 com Rua 3

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:** Início: 16:43; Final: 16:58

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Movimento	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	21	0	5	3
B	52	1	41	24
C	51	0	39	27
D	63	0	32	13
Total	187	1	117	67

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 27Km/h

**OUTROS DADOS:**

Número de faixas	1
Número de entradas de garagem	-
Largura (m)	7,00
Uso do solo	Comercial + serviços + comunitário
Estacionamento lateral	Sim (2 lados)
Mão de direção	Única
Canteiro central	Não
Condição do pavimento	Bom
Arborização	Sim
Declividade	Plano
Sinalização	Semáforo
Visibilidade	Boa

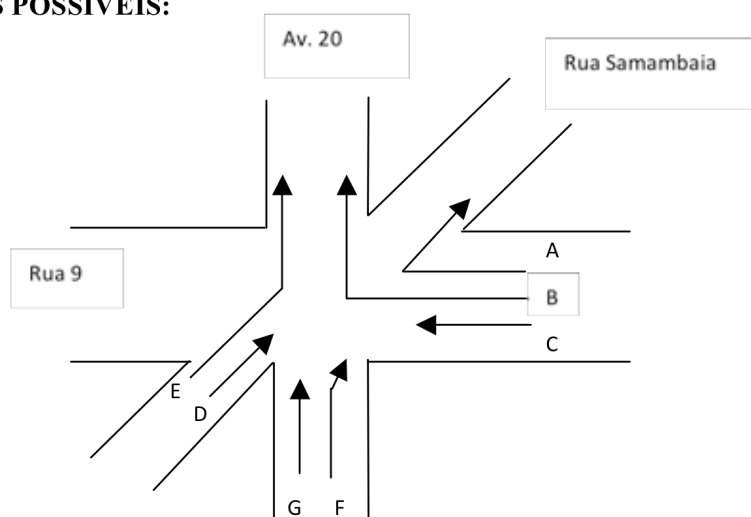
**TRECHO:** 14

**LOCALIZAÇÃO:** Rua Samambaia com Av. 20 e Rua 9

**DATA:** 25/11/2008

**HORÁRIO:**Início: 17:28; Final: 17:43

**MOVIMENTOS POSSÍVEIS:**



**VOLUME DE VEÍCULOS:**

Sentido	Tipo de veículo			
	VP	CO	M	B
A	5	0	1	0
B	11	0	6	0
C	110	2	45	26
D	26	1	13	3
E	2	0	0	0
F	1	0	0	0
G	7	0	3	2
Total	162	3	68	31

VP=Automóveis; CO=Caminhões e ônibus convencionais; M=motos; B=Bicicletas

**VELOCIDADE MÉDIA DOS AUTOMÓVEIS:** 36Km/h

**OUTROS DADOS:**

Número de faixas	1
Número de entradas de garagem	11
Largura (m)	7,70
Uso do solo	Residencial + comercial + serviços
Estacionamento lateral	Sim (2 lados)
Mão de direção	Única
Canteiro central	Não
Condição do pavimento	Ruim
Arborização	Não
Declividade	Plano
Sinalização	Pare
Visibilidade	Boa

## APÊNDICE E – DADOS COMPLETOS SOBRE O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

O perfil dos entrevistados está apresentado na Tabela E.1.

**Tabela E.1:** Perfil dos entrevistados

Questão	Resposta	Número	%
Gênero	masculino	241	53,9
	feminino	203	45,4
	resposta ausente	3	0,7
Idade	13 a 17	252	56,4
	18 a 24	130	29,1
	25 a 29	36	8,1
	30 a 39	12	2,7
	40 a 49	12	2,7
	50 ou mais	5	1,1
Escolaridade	fundamental incompleto	84	18,8
	fundamental completo	58	13,0
	médio incompleto	126	28,2
	médio completo	56	12,5
	superior incompleto	98	21,9
	superior completo	13	2,9
	pós graduação	11	2,5
Sabe andar de bicicleta	resposta ausente	1	0,2
	sim	440	98,4
Possui bicicleta no domicílio	não	7	1,6
	sim	343	76,7
Tipo de ciclista	não	102	22,8
	resposta ausente	2	0,4
	pouco experiente	168	37,6
	muito experiente	198	44,3
	não ciclista	80	17,9
Motivos de viagens de bicicleta*	resposta ausente	1	0,2
	trabalho	23	3,5
	escola	88	13,4
	lazer	288	43,8
	exercício	159	24,2
	todos	19	2,9
	outro	1	0,2
	não utilizo	79	12,0
Infraestrutura utilizada para viagens de bicicleta*	ruas pouco movimentadas	300	40,1
	ruas mais movimentadas	164	21,9
	calçadas	65	8,7
	vias específicas para bicicletas	71	9,5
	trilhas ( <i>off-road</i> )	65	8,7
	não utilizo	83	11,1
Frequência semanal de viagens de bicicleta	1 dia	29	6,5
	2 a 4 dias	78	17,4
	5 a 6 dias	57	12,8
	todos os dias	52	11,6
	de vez em quando	142	31,8
	não utilizo	85	19,0
	resposta ausente	4	0,9

\* A soma do número de respostas é maior do que o número de questionários respondidos (447) pela possibilidade de múltiplas respostas.