

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

**IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM NA
ESCOLHA DA ROTA PELOS CICLISTAS: ESTUDO DE
CASO DA CIDADE DE SÃO CARLOS**

Ana Beatriz Pereira Segadilha

**São Carlos
Abril/2014**

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

**IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM NA
ESCOLHA DA ROTA PELOS CICLISTAS: ESTUDO DE
CASO DA CIDADE DE SÃO CARLOS**

**Ana Beatriz Pereira Segadilha
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suely da Penha Sanches**

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

**São Carlos
Abril/2014**

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

S454if

Segadilha, Ana Beatriz Pereira.

Identificação dos fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas : estudo de caso da cidade de São Carlos / Ana Beatriz Pereira Segadilha. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
79 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Planejamento urbano. 2. Acessibilidade e mobilidade. 3. Bicicleta. 4. Sistemas de informação geográfica. 5. Sistema de posicionamento global. I. Título.

CDD: 711 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA BEATRIZ PEREIRA SEGADILHA

Dissertação defendida e aprovada em 12/05/2014
pela Comissão Julgadora

Prof^a Dr^a Suely da Penha Sanches
Orientadora (PPGEU/UFSCar)

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

Prof^a Dr^a Maria Leonor Alves Maia
(Depto Eng. Civil/UFPE)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Coordenador do CPG-EU

RESUMO

Este trabalho relata as informações obtidas através da análise de rotas reais de bicicleta em viagens urbanas na cidade de São Carlos, utilizando Sistemas de Posicionamento Global (GPSs) para a coleta de dados e um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a análise das informações. As características dos percursos realizados pelos ciclistas foram comparadas com as características dos caminhos mais curtos entre seus pontos de origem e destino. A distância adicional percorrida foi calculada pela diferença de comprimento entre estas duas rotas e uma regressão linear múltipla foi criada pra explicar o motivo deste acréscimo. Verificou-se que 70% das viagens realizadas foram, no máximo, 15% mais longas que o menor caminho, a distância adicional média foi igual a 220 metros e que os fatores que influenciam diretamente no acréscimo da viagem é a hierarquia viária e a qualidade do pavimento.

PALAVRAS-CHAVE: bicicleta, SIG, GPSs, análise de rotas, escolha de rotas

ABSTRACT

This study reports on the information obtained by analyzing actual urban bicycle-commuter routes in São Carlos, using Global Positioning Systems (GPSs) for collecting the data and a Geographic Information System (GIS) for analyzing the data. The characteristics of the routes used by cyclists were compared with the characteristics of the shortest-path routes. The extra distance travelled was computed by the difference between these two lengths, and a multiple linear regression was created for explain the reason for this extra distance. The results showed that 70% of the trips were, at most, 15% longer than the shortest path, the average extra distance was 220 meters and the factors that have an influence was the street hierarchy and pavement quality.

KEYWORDS: bicycle, GIS, GPS, route analyses, route choice.

AGRADECIMENTOS

A FAPESP, pelo financiamento no processo número 2013/00959-6.

Ao apoio, incentivo e paciência da orientadora Prof. Dr. Suely Sanches.

Ao programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, pela estrutura e apoio dado, e aos colegas do PPGEU pela companhia e conhecimento compartilhado em todos os momentos destes anos.

Aos meus pais, que sempre estiveram comigo, minhas irmãs, Daniela Segadilha e Rachel Segadilha, e meu cunhado, Rogério pelo auxílio e paciência. Ao Felipe pelo companheirismo dedicado.

Aos participantes e voluntários da pesquisa, que se disponibilizaram a participar do estudo e contribuir para o desenvolvimento deste tema.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Fatores descritos na literatura como importantes na escolha da rota	23
Tabela 4.1. Fatores que podem influenciar na escolha da rota	44
Tabela 5.1. Características dos ciclistas	49
Tabela 5.2. Importância dos fatores para escolha da rota	50
Tabela 5.3. Características gerais das viagens	52
Tabela 5.4. Porcentagem de percursos em cada tipo de via	55
Tabela 5.5. Porcentagem de percurso em cada qualidade de pavimento	56
Tabela 5.6. Características das rotas percorridas e dos menores caminhos	59
Tabela 5.7. Modelo para estimativa da distância adicional percorrida	60
Tabela 5.8. Distância adicional aceitável para utilizar uma infraestrutura ciclística	61
Tabela A.3.1. Critérios para a classificação de vias urbanas, quanto a hierarquia	75
Tabela A.3.2. Critérios para avaliação da qualidade de pavimento de vias urbanas.	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Aparelhos testados	41
Figura 4.2. Uma viagem sobreposta ao mapa da cidade de São Carlos	47
Figura 5.1. Importância dos fatores na escolha das rotas pelos ciclistas	50
Figura 5.2. Frequência acumulada do comprimento das viagens	52
Figura 5.3. Frequência acumulada da duração das viagens	53
Figura 5.4. Frequência acumulada das velocidades das viagens	53
Figura 5.5. Horário de início das viagens por bicicleta	54
Figura 5.6. Classificação das vias da cidade quando a hierarquia viária	55
Figura 5.7. Classificação das vias da cidade quando a qualidade do pavimento	56
Figura 5.8. Percurso realizado (rota atual) e menor caminho para 2 ciclistas	57
Figura 5.9. Distância adicional percorrida pelos ciclistas	58
Figura 5.10. Distância adicional aceitável para utilizar uma infraestrutura ciclística	60
Figura A.2.1. GPS Laica Zeno 10	72
Figura A.2.2. Ferramenta RubbersheetTransCAD5.0	73
Figura A.4.1. Interface de edição de viagens (www.garminconnect.com)	77
Figura A.4.2. Software MapSource – viagem com informações ponto a ponto	78
Figura A.4.3. Processo de georeferenciamento das viagens no TransCAD 5.0	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Considerações Iniciais	8
1.2. Justificativa	10
1.3. Objetivo e Perguntas de Pesquisa	10
1.4. Estrutura do trabalho	11
2. FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DAS ROTAS	12
2.1 Características da via	12
2.1.1. Largura / Número de faixas de tráfego	12
2.1.2. Tipo e condição do pavimento	13
2.1.3. Gradiente (de declividade) da via	13
2.1.4. Existência de infraestrutura viária contínua para ciclistas	14
2.1.5. Tipo de estacionamento na via (não permitido, em ângulo ou paralelo)	15
2.2. Características do tráfego	16
2.2.1. Classificação funcional da via (local, coletora, arterial)	16
2.2.2. Compartilhamento de vias / Composição do tráfego	16
2.2.3. Velocidade / volume do tráfego motorizado e Segurança viária no trajeto	17
2.2.4. Congestionamentos	18
2.3. Características do ambiente	18
2.3.1. Segurança pessoal (risco de assaltos e agressões) e iluminação	18
2.3.2. Tipo de ocupação lindeira (edifícios, parques)	19
2.4. Características do ciclista	19
2.4.1. Gênero	19
2.4.2. Experiência com o ciclismo	19
2.5 Características da viagem	20
2.5.1. Comprimento da viagem	20
2.5.2. Tempo total de viagem	21
2.6. Características relacionadas à rota como um todo	21
2.6.1. Sinalizações nas interseções (semáforos e sinais de PARE)	22
2.6.2. Número de rotatórias e cruzamentos	22
2.6.3. Número de Conversões/Número de vias transversais movimentadas	23
2.6.4. Necessidade de transpor barreiras físicas	23

2.7 Tabela resumo dos fatores que podem influenciar na escolha das rotas	23
2.8 Conclusões acerca dos fatores que podem influenciar na escolha das rotas	29
3. ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA A ESCOLHA DE ROTA	31
3.1. Método de Preferência Declarada - MPD	31
3.2. Método de Preferência Revelada - MPR	33
3.3. Utilização de GPSs para obtenção dos dados de Preferência Revelada	35
4. METODOLOGIA E ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	40
4.1. Revisão Bibliográfica	40
4.2. Teste dos equipamentos que poderiam ser utilizados	40
4.3 - Realização da pesquisa piloto	42
4.4. Definição do instrumento de pesquisa (questionário)	43
4.5. Preparação da base de dados do sistema viário da cidade	45
4.6. Seleção e treinamento dos participantes	45
4.7. Realização da coleta e processamento dos dados	46
4.8. Análise dos resultados obtidos	47
5. RESULTADOS	49
5.1. Importância dos fatores para a escolha da rota.	49
5.2. Análise das viagens realizadas pelos ciclistas	51
5.3. Diferença entre o percurso realizado e o caminho mais curto	57
5.4. Características das rotas percorridas e dos menores caminhos	58
5.5. Modelo para estimativa da distância adicional percorrida pelos ciclistas	59
6. CONCLUSÕES	62
6.1. Limitações	63
6.2. Sugestões para trabalhos futuros	64
REFERENCIAS	65
APÊNDICE 01	69
APÊNDICE 02	72
APÊNDICE 03	74
APÊNDICE 04	77

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Iniciais

A priorização do uso no automóvel nas cidades tem gerado sérios problemas de transporte e de falta de qualidade de vida, causados principalmente pela deteriorização da mobilidade e acessibilidade urbana. Onde a carência de espaço viário, que já chegou a pontos extremos em muitas capitais, faça com que os automóveis privados e públicos existentes não atendam a demanda, os tornando ineficientes e sujeitos a longos congestionamentos.

O caos no trânsito é tamanho, que muitos autores citam a melhora de suas condições como premissa para uma melhor qualidade de vida. E para que ocorra tal fato, é preciso que haja o enfoque na necessidade de mudança do processo de desenvolvimento urbano, ou seja, a alteração das políticas de transporte e trânsito tradicionais. Havendo, nestas políticas recomendações pela opção por um sistema de transporte mais sustentável, no qual a cultura do automóvel dá lugar a um balanceamento adequado entre os vários modos de transporte (PIRES ET AL. 1997 APUD, KIRNER 2011).

Como opção amigável ao meio ambiente e acessível a população extremamente heterogênia do Brasil, que algumas cidades vem tentando inserir a bicicleta como um meio de transporte alternativo, como chave a caótica situação do transporte urbano. Que de forma equitativa e acessível a muitas cidades, seria uma solução rápida e acessível financeiramente, pois não demanda altos investimentos em infraestrutura. O incentivo a mobilidade por bicicleta, traz benefícios para os usuários do meio de transporte e para o meio ambiente, sendo que para a implantação destes benefícios, é necessário o enfrentamento de dificuldades estruturais e busca por mudança de comportamento da população. Logo, há a necessidade de promoção de mudanças, as quais só ocorrerão se houver vontade política, planejamento e distribuição equitativa dos espaços de circulação e educação no trânsito. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

As modificações necessárias incluem várias esferas de abrangência, das quais se pode citar o âmbito educacional e as de infraestrutura física. As primeiras são as que fornecem a população um real entendimento do tipo de transporte que está sendo ofertado e as formas corretas de agir durante sua utilização e perante seu próximo. As outras são aquelas ligadas a infraestrutura viária, que suportam e adequam fisicamente as vias aos mais diversos modos de transporte, no caso em questão as infraestruturas para ciclistas, locais onde a bicicleta possa circular de forma segura sem oferecer problemas aos demais usuários.

Tais mudanças físicas já vêm ocorrendo em muitas cidades brasileiras, auxiliadas e incentivadas para a criação de projetos cicloviários, principalmente, após as facilidades ofertadas pelo programa *Bicicleta Brasil* (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007). Este disponibilizou documentos que incluem definições de como uma cidade deve se adaptar para acolher a bicicleta como meio de transporte e as informações fundamentais para a definição de uma rede cicloviária.

No entanto, muitas das cidades brasileiras seguem apenas algumas das diretrizes apresentadas no programa, se limitando a criar ciclovias nas principais avenidas das cidades, em parques e em praças, criando “redes cicloviárias” desconexas que atendem, preferencialmente, a pessoas que usam a bicicleta para lazer ou esporte. Deixando de lado e de desencorajando, muitas vezes, o uso da bicicleta como meio de transporte no deslocamento casa-trabalho. Vale ressaltar que além de desconexas as “redes cicloviárias” existentes, na grande maioria das cidades, não são coerentes, deixando de atender a importantes pontos de geração/desejo de viagens, fazendo com que os ciclistas circulem por vias que não lhe proporcionem segurança ou lugares inapropriados, demonstrando a falta de compromisso dos governantes para com os usuários de bicicleta.

Como uma forma de sanar essa problemática e auxiliar no desenvolvimento e qualidade no crescimento urbano das cidades, que foi inserido este trabalho, pois teve como objetivo entender os pontos e características levados em consideração pelos ciclistas quando escolhem seus trajetos, a fim de permitir a projetos ciclísticos que futuramente sejam elaborados, possam se basear e respeitar as necessidades e interesses dos usuários de bicicleta.

Dessa forma podemos conhecer as principais características e atributos levados em consideração pelos ciclistas no momento da escolha de rota, na cidade de São Carlos-SP. Além de perceber quanto alguns destes fatores são responsáveis pelo aumento nos percursos viajados.

1.2. Justificativa

“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 meios de transporte.” (KIRNER, 2006).

Como solução para esta situação crítica das cidades, começam a surgir diversas instituições que propõem o uso da bicicleta como meio de melhorar a trafegabilidade nas cidades e por consequência a qualidade de vida da população urbana. Porém não é de comum entendimento das pessoas, que este meio de transporte atue de forma a colaborar como solução aos problemas de trânsito, havendo ainda muito desrespeito, por parte dos usuários do transporte privado/público e do governo para com os ciclistas.

Verifica-se que ocorre um grande número de acidentes envolvendo usuários de bicicleta. Na grande maioria das vezes, os ciclistas são vítimas da falta de estrutura para a utilização deste modo de transporte, acrescido da falta de educação dos motoristas, que por pensarem possuir a exclusividade do uso das vias, acabam por desrespeita-los. Parte das cidades brasileiras não possui vias de uso (compartido ou exclusivo) para as bicicletas, fazendo com que os ciclistas procurem caminhos alternativos, muitas vezes inadequados para se locomoverem em bicicleta.

Pensando numa possibilidade de melhoria destas rotas de tráfego das bicicletas, objetivou-se através desta pesquisa, compreender os motivos das escolhas das rotas utilizadas pelos ciclistas, suas características e influências da cidade, visando subsidiar futuras obras, que proponham melhorias na infraestrutura cicloviária, para que possam incorporar as características consideradas pelos usuários como importantes fatores projetuais.

1.3. Objetivo e Perguntas de Pesquisa

O objetivo desta pesquisa é identificar os atributos e as principais características da cidade que afetam na escolha da rota pelos ciclistas e avaliar a importância relativa destes atributos na definição das rotas em transporte cicloviário.

As seguintes perguntas deverão ser respondidas pela pesquisa:

- Quais fatores influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas? Quais características do sistema de circulação são importantes?
- Como os atributos pessoais (idade, gênero, experiência) influenciam nesta decisão?
- De que forma a percepção dos indivíduos se relaciona com as características das vias, do tráfego e da viagem?
- As rotas utilizadas pelos ciclistas são diferentes das rotas de caminho mínimo?
- Qual a distância adicional que um ciclista está disposto a percorrer para ter um melhor nível de serviço?

1.4. Estrutura do trabalho

O documento está estruturado em seis capítulos, incluso este com informações introdutórias. O segundo capítulo faz uma breve revisão bibliográfica acerca dos fatores que interferem na escolha das rotas pelos ciclistas, estando subdivididos em seis categorias e havendo no capítulo a descrição de cada uma delas.

O capítulo três faz referência as estratégias metodológicas para o estudo da escolha de rotas, relatando sobre o Método de Preferência Declarada e sobre o Método de Preferência Revelada. Inclui também um tópico sobre a utilização de GPS's para obtenção dos dados de Preferência Revelada, e possíveis problemas na obtenção destes dados.

No quarto capítulo é descrita a metodologia desta pesquisa, a forma com que foi aplicada na cidade de São Carlos. O quinto capítulo trata das informações obtidas no estudo, de que forma os dados foram analisadas e tratados, e quais os resultados provenientes desta pesquisa.

Finalmente o sexto capítulo faz algumas discussões relevantes ao estudo, comparando os resultados obtidos e ressaltando as informações mais relevantes da pesquisa.

2. FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DAS ROTAS

A literatura identifica um grande conjunto de atributos que são relevantes para a escolha das rotas pelos ciclistas.

Segundo Winters et al (2010) a origem e o destino da viagem não são os únicos fatores determinantes dos caminhos a serem seguidos pelos ciclistas. Muitos outros atributos são considerados quando se escolhe uma rota ligando a origem ao destino da viagem.

Os atributos que influenciam os ciclistas na escolha de suas rotas podem ser classificados em seis categorias: (1) características da via, (2) características do tráfego, (3) características do ambiente, (4) características dos ciclistas, (5) características da viagem e (6) características da rota como um todo. Estas categorias e seus respectivos atributos são descritos a seguir.

2.1 Características da via

A revisão bibliográfica permitiu identificar as seguintes características das vias como relevantes na definição de caminhos pelos ciclistas:

2.1.1. Largura / Número de faixas de tráfego

Um dos fatores observados como de grande importância para a escolha de rotas em bicicleta é a largura da via e o número de faixas de rodagem. Petritsch et al. (2006) e Shankwiler (2006) citaram que a grande maioria dos ciclistas tem preferência por andar em ruas com duas faixas à vias mais largas (com mais de 4 faixas de rodagem), pois segundo os autores, em vias largas o motorista do automóvel tende a prestar mais atenção em outros veículos do que nos ciclistas, deixando-os mais expostos a acidentes.

Ao contrário do citado por Hyodo et al (2000), que constataram em seus estudos que normalmente os ciclistas planejem suas viagens direcionando-as por vias

principais e com várias faixas de rolagem. Este fato é justificado pelo autor da seguinte forma: vias mais largas são mais conhecidas pelos usuários, o que facilita o planejamento de suas viagens.

2.1.2. Tipo e condição do pavimento

O tipo de pavimento e condição do pavimento da via, também foi considerado como um fator que influencia diretamente na escolha de caminhos por parte do ciclista. Segundo Landis et al (1997) esta condição de conservação, é capaz de afetar muito na avaliação da qualidade da via pelos ciclistas, principalmente se a superfície utilizada estiver em condições precárias. Para este autor, o bom estado de conservação do pavimento não interfere tanto na escolha da rota quanto as más condições do mesmo, deixando clara a maior valoração ao aspecto negativo.

Segundo Noland e Kunreuther (1995) a ausência de pavimento em uma via pode ser um grande impeditivo para que o ciclista circule por esta rua, pois a falta de uma superfície adequada ao ciclismo diminui a sensação de segurança do usuário, fazendo-o optar por outras rotas, tornando assim alguns caminhos inutilizados pela bicicleta.

O estudo de Stinson e Bath (2004) relatou que existe certa preferência por parte dos ciclistas, pela utilização de superfícies pavimentadas e lisas, à vias com areia e pedras. Esta pesquisa relatou ainda que o tipo e as condições do pavimento possuem maior influência em pessoas com experiência no ciclismo, pois estes usuários, segundo os autores, são capazes de distinguir mais facilmente a qualidade do pavimento.

2.1.3. Gradiente (de declividade) da via

Outra característica da via, vista como impeditiva para a escolha de caminhos é a declividade. Alguns autores citam que vias com grande inclinação, são frequentemente evitadas por ciclistas (MENGHINI et al 2010, RONDINELA et al 2012).

A tolerância a trechos com declividade no trajeto está diretamente relacionada ao tipo de ciclista (STINSON e BATH, 2005). Estes pesquisadores verificaram que a preferência por vias planas é maior entre os ciclistas não experientes. Ao tempo que, os resultados obtidos mostraram que ciclistas mais experientes preferem trafegar em vias com declividade acentuada, porque estas permitem um maior nível de exercício físico. Ressalta-se que o texto não deixa claro qual declividade é considerada acentuada.

No estudo realizado por Broach et al (2012) em Portland – Oregon, um dos atributos considerados mais importantes para a escolha das rotas foi a declividade. Os pesquisadores verificaram que alguns ciclistas estavam dispostos a percorrer distâncias 37% maiores em uma rota plana, para desviar de declividades superiores a 2%.

Winters et al (2010) afirmam que não existe consenso sobre o limite de declividade a partir do qual a via é considerada inadequada para o ciclismo. Porém em seu estudo, este limite foi considerado como sendo 10%.

2.1.4. Existência de infraestrutura viária contínua para ciclistas

Um dos atributos mais mencionados nos trabalhos estudados e considerado como de maior importância na escolha dos caminhos usados por ciclistas é a existência de infraestrutura cicloviária (ciclovias, ciclofaixas ou rotas cicláveis). Esta infraestrutura urbana é considerada pelos usuários de bicicleta como uma contribuição para sua segurança e trafegabilidade. A quantidade e a qualidade da infraestrutura dedicada aos ciclistas, apresenta correlação positiva com os níveis globais de ciclismo, ou seja, cidades com maior número de infraestruturas apresentam maiores índices de utilização de bicicleta (STINSON e BHAT, 2005; HUNT e ABRAHAM, 2007; HARVEY et al., 2008; MENGhini et al., 2010; WINTERS et al 2010; HEINEN et al 2011).

O trabalho de Menghini et al (2010) sobre escolha de rota, mostrou que os ciclistas, em geral, escolhiam caminhos que apresentassem alguma infraestrutura especial como ciclovias/ciclofaixas ou vias de tráfego compartilhado com automóveis, sendo estas vias sempre muito bem sinalizadas e adequadas para o uso da bicicleta.

Quanto à preferência pelo tipo infraestrutura existente na rua, os ciclistas disseram optar sempre por ciclovias (vias totalmente segregadas do tráfego de veículos), principalmente os ciclistas que estão começando a pedalar em áreas urbanas (HOOD et al., 2011; LARSEN e EL-GENEIDY, 2011).

Alguns pesquisadores definiram uma ordem de preferência dos ciclistas pelos diversos tipos de infraestrutura: (1) ciclovias, (2) ciclofaixas e (3) ciclo rotas com sinalização de alerta para a presença de ciclistas como: moderação do tráfego, sinalização vertical e horizontal (LARSEN e EL-GENEIDY 2010; WINTERS et al 2010; BROACH et. al 2012).

Além das estruturas descritas acima, os ciclistas na pesquisa de Winters et al (2010), afirmaram fazer desvios para trafegar em locais apropriados para a bicicleta

(independente de sua classificação) e possuidores de cobertura verde, ou seja, estes ciclistas preferem utilizar locais onde possam se sentir bem, seguros e confortáveis para circular.

O estudo comparativo de Pucher (2010) mostrou que países com infraestrutura para ciclistas apresentam baixos níveis de acidentes com bicicletas, provando que a utilização de ciclovias e ciclofaixas permitem ao usuário de bicicleta uma maior segurança contra acidentes de trânsito.

Rondinella et al (2012) concluíram que a ausência de infraestrutura para bicicletas nas vias, leva muitos ciclistas a deixarem de considerar aquela rua como parte de sua rota e fazendo com que aquele caminho não seja utilizado por usuários de bicicleta.

A continuidade da infraestrutura cicloviária é outro fator muito importante para a escolha das rotas. Stinson e Bath (2005) relataram que vias com infraestruturas contínuas, são bem mais atrativas que os caminhos com trechos de ciclofaixas/ciclovias. A continuidade da infraestrutura é tão importante que a ausência dela em ciclovias ou ciclofaixas, faz com que estas estruturas deixem de ser utilizadas pela grande maioria dos ciclistas na cidade.

Por outro lado, alguns trabalhos encontrados na literatura concluíram que a maior parte dos usuários de bicicleta tende a não trafegar por uma infraestrutura cicloviária (mesmo que ela seja muito boa), caso este percurso implique em um desvio muito grande em relação ao caminho mais curto entre seus pontos de origem e destino (SYKES e DRISCOLL, 1996; AULTMAN-HALL et al 1997; KRIZEK et al 2007; DILL, 2009).

Além desses autores, Larsen e El-Geneidy (2010) enfatizaram que ciclistas usuais (aqueles que costumam usar a bicicleta para qualquer tipo de viagem) são 69% menos propensos a utilizar as ciclovias em suas viagens.

2.1.5. Tipo de estacionamento na via (não permitido, em ângulo ou paralelo)

A influência do tipo de estacionamento na escolha das rotas pelos ciclistas foi citada apenas pelos trabalhos de Stinson e Bath (2004) e Sener et al (2008). Para os primeiros autores os ciclistas receiam percorrer vias com estacionamento em paralelo, pois em geral, temem a possibilidade da abertura das portas dos carros e também a saída dos veículos das vagas sem a visualização das bicicletas. Já Sener et al (2008) não concluíram em seu trabalho se a presença de estacionamentos pode influenciar positivamente ou negativamente na escolha de um trajeto. Apenas citam o estacionamento como um item de interferência direta na escolha de rota pelos ciclistas.

Outras características também foram apontadas como itens de importância referentes às características da via, alguns relacionados a infraestrutura viária como o bom desenho/entendimento das vias (MENGHINI et al 2010), outros ao nível de conforto da via (EL GENEDY et al 2007).

2.2. Características do tráfego

Com relação ao tráfego, as seguintes características são mencionadas na literatura:

2.2.1. Classificação funcional da via (local, coletora, arterial)

A classificação funcional da via é considerada em alguns trabalhos como uma variável a ser considerada quanto à escolha de rotas. Snizek et al (2013) utilizam o tipo de via (vias arteriais, coletoras ou locais) como uma variável *proxi* (medição indireta da variável que o investigador pretende estudar, muito utilizada quando o objeto de estudo é de difícil observação) para: volume e velocidade do tráfego e percepção de segurança, que influenciam na escolha da rota.

Aultman-Hall et al (1997) cita que os ciclistas preferem utilizar ruas com pouco tráfego de automóveis. Porém diz que o planejamento de instalações para bicicleta, deve ser feito em vias principais, pois a autora justifica que vias expressas e principais, em geral levam os usuários de bicicleta a áreas com maior número de polos de atração na cidade. Os ciclistas entrevistados nesta pesquisa mostraram ter a mesma opinião dos ciclistas entrevistados por Winters et al (2010). Esta segunda pesquisadora concluiu que usuários de bicicleta têm preferência pela utilização de vias com menor tráfego, pois 68% das viagens coletadas em sua pesquisa mostravam usuários trafegando em vias coletoras (21%), vias locais (33%) ou mesmo fora das vias (14%).

2.2.2. Compartilhamento de vias / Composição do tráfego

Quanto à composição do tráfego, nos trabalhos analisados não se observou uma concordância dentre os diversos autores.

Algumas pesquisas mostraram que os ciclistas não fazem restrição quanto ao compartilhamento das vias com automóveis (SENER et al 2009, TAYLOR e MAHMASSANI, 1996 apud BROACH, 2012). Broach et al (2012) em um estudo realizado

em Portland - Oregon, compararam a preferência dos ciclistas por ciclovias ou ruas com pouco tráfego, concluindo que ambas são igualmente atraentes para os usuário de bicicleta

Ao contrário do descrito nestes trabalhos, Menghini et al (2010) inferiram que existe uma grande aversão pelo compartilhamento de vias entre ciclistas e veículos motorizados, fazendo com que alguns ciclistas cheguem a aumentar seu percurso em até quatro vezes para não trafegar em ruas com tráfego de automóveis. Assim como a pesquisa realizada por Winters et al (2010) que concluiu que os ciclistas optavam por percursos mais longos para evitar a circulação em vias com grande volume de automóveis.

Quanto ao tipo de veículo na via, apenas o trabalho de Aultman-Hall (1997) considera a presença de veículos de grande porte no fluxo da via. Esta autora concluiu que ciclistas tendem a utilizar vias com menor tráfego de veículos, principalmente se estas não possuírem tráfego de ônibus e caminhões.

2.2.3. Velocidade /volume do tráfego motorizado e Segurança viária no trajeto

Segundo os trabalhos analisados, o aumento no fluxo de veículos influencia de forma negativa na escolha de vias para tráfego de bicicleta, sendo o volume de veículos considerado como fator fundamental na escolha de uma rota (EL GENEDY et al, 2007, SENER et al, 2008,). Aultman-Hall et al (1997) mostrou que os ciclistas costumam evitar locais com fluxo de veículos muito intenso, principalmente quando este fluxo é de grande velocidade.

Porém, há que se observar que este incômodo gerado pelo fluxo de veículos é inversamente proporcional à experiência do ciclista, pois usuários de bicicleta com experiência tendem a não se incomodar com a velocidade dos automóveis circulando próximos a eles (HUNT e ABRANHAM, 2007).

Com relação à velocidade do tráfego motorizado, alguns ciclistas não o consideram como de grande importância, porque entendem que o comportamento dos motoristas no trânsito influencia muito mais na escolha de certos caminhos, que o fluxo de veículos. (CASELLO et al. 2011).

Diversos trabalhos consultados ressaltam o relacionamento entre a velocidade, o volume do tráfego de veículos motorizados e a percepção de risco de acidentes.

Winters et al (2010), Heinen et al (2011), Casello et al. (2011) e Rondinela et al (2012) relataram que a segurança viária foi considerada importantíssima na hora escolher

os percursos de bicicleta. Harvey et al (2008) citaram que é comum que ciclistas se disponham a percorrer trechos mais longos, desde que estes sejam mais seguros. Broach et al (2012) concluíram que mesmo os ciclistas experientes, preferem rotas que reduzem a exposição ao tráfego de veículos.

É necessário ressaltar que a avaliação feita pelo ciclista sobre a segurança de uma via não deriva apenas do número de acidentes ocorridos nela. Esta avaliação se deve, basicamente, à percepção que o usuário possui sobre a rua, se ele se sente seguro e confortável neste ambiente. Segundo Larsen e El-Geneidy (2010), é comum que a percepção da segurança por parte do ciclista, seja responsável por desvios de rotas em busca de vias consideradas mais seguras.

2.2.4. Congestionamentos

Este fator foi citado apenas no trabalho de Papinski et al (2009) que se referia a escolha de rota em automóveis, porém pensa-se que esta variável, pode influenciar diretamente na escolha de caminhos por ciclistas

Estes pesquisadores concluíram que este atributo é importante na escolha das rotas. Por este motivo as vias escolhidas, em geral, não possuem congestionamentos e caso não seja possível, os usuários tentam ao menos minimizar a utilização de ruas com engarrafamento. Nesta pesquisa em um ranking de notas (entre 0 e 10) dos diversos fatores que influenciam na escolha de rotas, o congestionamento recebeu nota 6 da maioria dos entrevistados.

2.3. Características do ambiente

Estas características são aquelas diretamente relacionadas ao entorno das vias trafegadas, mais precisamente onde os ciclistas iniciarão e terminarão seu trajeto, assim como ao entorno de todo percurso utilizado.

2.3.1. Segurança pessoal (risco de assaltos e agressões) e iluminação

Este tópico não foi citado por muitos autores como uma característica importante para a escolha de rotas. Um dos poucos trabalhos que citou uma possível preocupação com risco de assaltos e agressões físicas foi realizado por Sener et al (2008). Nesta pesquisa, dos ciclistas entrevistados, apenas 20% se declararam receosos por sua

segurança pessoal enquanto trafegam em bicicleta, enquanto 78% afirmaram ter receio de acidentes no trânsito.

Outro fator considerado como influenciador direto da sensação de segurança pessoal dos usuários de bicicleta, é a iluminação das vias. Esta é caracterizada em alguns trabalhos como essencial para a melhoria da trafegabilidade de bicicletas, além de permitir o aumento da sensação de segurança para ciclistas que pedalam à noite (MENGHINI et al, 2010).

2.3.2. Tipo de ocupação lindeira (edifícios, parques)

Os tipos de construções existentes ao longo das vias foram citados apenas em um trabalho, como um fator que interfere na escolha das rotas pelos ciclistas. Winters et al (2010) em uma pesquisa realizada na cidade de Vancouver, Canadá, concluíram que os ciclistas têm preferência por utilizar caminhos em zonas predominantemente residenciais, sem muitos edifícios altos nas proximidades, por se sentirem mais confortáveis.

2.4. Características do ciclista

As características pessoais dos ciclistas influenciam diretamente na escolha das rotas conforme descrito a seguir.

2.4.1. Gênero

Com relação à influência do gênero na escolha das rotas, Harvey et al (2008) constataram que as viagens feitas por homens são significativamente mais longas e mais velozes que as viagens feitas pelas mulheres. Além disso, no trabalho de Garrard et al (2008) foi constatado que as mulheres têm maior preferência pela utilização de infraestrutura cicloviária que os homens (50,7% e 41,7%, respectivamente).

Por outro lado, Larsen e El-Geneidy (2010) em pesquisa realizada em Montreal no Canadá, concluíram não haver diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres com relação à preferência pelo uso de ciclovias e ciclofaixas.

2.4.2. Experiência com o ciclismo

Aparentemente a experiência com o ciclismo é um item de grande importância na escolha de rotas. Muitos dos artigos discutidos nas seções anteriores demonstraram que

usuários que frequentemente utilizam de bicicleta possuem opiniões diferentes daqueles que usam a bicicleta com menor frequência, e não possuem muita experiência.

Nos trabalhos de Stinson e Bath (2005) e de Rondinela et al. (2012) verifica-se que ciclistas mais experientes possuem menos restrições com relação à topografia, às vias de maior fluxo e à segurança quando planejam suas rotas.

Os ciclistas mais experientes também não se mostram muito dependentes da existência de infraestrutura cicloviária, pois conforme concluíram Garrad et al (2008) e Winters et al (2010) são os ciclistas menos experientes que têm preferência por infraestruturas ciclísticas separadas do tráfego de automóveis, com o intuito de evitar o tráfego compartilhado com veículos motorizados.

2.5 Características da viagem

Na literatura pesquisada foram identificadas diversas características das viagens por bicicleta que podem interferir na escolha da rota.

2.5.1. Comprimento da viagem

O comprimento da viagem é um dos atributos mais citados na literatura como determinante para a escolha da rota pelo ciclista (MENGHINI et al 2010, HEINEN et al. 2011, RONDINELA et al. 2012, BROACH et. al 2012).

Muitos trabalhos comparam os caminhos feitos pelos ciclistas com os caminhos mínimos entre a origem e o destino das viagens. Aultman-Hall (1997) verificou que 50% dos percursos dos ciclistas eram feitos pelo caminho mínimo. Já Menghini et al (2010) e Winters et al (2010) encontraram porcentagens diferentes para as viagens realizadas pelo caminho mínimo: 35% e 75% respectivamente.

O estudo realizado por Winters et al (2010) constatou que as viagens realizadas em bicicleta eram cerca 10% mais longas que os caminhos mínimos possíveis. Segundo Broach et. al (2012) o aumento de 1% na distância do percurso, reduz a probabilidade de escolha dessa rota entre 5 e 9% (dependendo de outros atributos da mesma).

Heinen et al (2011) demonstraram em seu estudo que para viagens de até 15 km, a percepção da distância é o fator que mais influencia na escolha das rotas. Já segundo Shafizadeh e Neimeier (1997) a percepção da distância está muito associada à qualidade do

meio onde os ciclistas trafegam sendo que os ciclistas tendem a fazer viagens mais longas em locais de boa trafegabilidade, como por exemplo, as ciclovias.

Tilahun et al (2007) e Hunt e Abraham (2007) também comprovaram que os ciclistas aceitam percorrer rotas mais longas, conseqüentemente aumentando o tempo de viagem, para circular por melhores caminhos. Estes pesquisadores verificaram, também, que a sensibilidade à distância adicional varia conforme a experiência (ciclistas mais experientes têm menor disposição para sacrificar seu tempo a fim de usar rotas mais confortáveis) e conforme o gênero (mulheres têm maior sensibilidade a viagens mais longas que homens).

2.5.2. Tempo total de viagem

Outro item citado como fator influenciador na escolha das rotas é o tempo total da viagem. Com relação a este atributo, os resultados das pesquisas são contraditórios.

Casello et al. (2011) concluíram que, ao contrário do que se imagina, a grande maioria dos ciclistas não atribui grande importância à questão do tempo utilizado na viagem. Porém é comum que os ciclistas mais experientes tenham uma preocupação em diminuir o tempo percorrido.

Por outro lado, na pesquisa realizada por Papinski et al (2009) mais da metade das pessoas entrevistadas afirmaram que a minimização do tempo de percurso é o fator mais importante na escolha suas rotas. Além disso, 20% do total das viagens registradas nessa pesquisa tiveram algum tipo de desvio do trajeto inicialmente planejado, com o intuito de diminuir o tempo da viagem ou por conta de alguma necessidade de mudança de percurso.

A questão do tempo e do atraso das viagens foi tratada na pesquisa de Stinson e Bath (2005) onde as demoras (os tempos adicionais) das viagens foram valoradas negativamente, principalmente por ciclistas mais experientes

Quanto à percepção do tempo nos trajetos realizados, Heinen et al (2011) citou que a consciência sobre o tempo percorrido é comprometida por viagens muito longas, pois com o aumento dos trajetos, menos se perceberá o tempo gasto neles.

2.6. Características relacionadas à rota como um todo

Com relação às características da rota como um todo, os seguintes atributos descritos a seguir são citados como importantes na escolha da rota

2.6.1. Sinalizações nas interseções (semáforos e sinais de PARE)

As pesquisas que trataram da influência dos semáforos na escolha das rotas chegaram a resultados contraditórios.

Alguns pesquisadores concluíram que estes dispositivos geram atrasos nas interseções e podem ser considerados como obstáculos, principalmente para aqueles ciclistas mais experientes (STINSON e BATH, 2003; MENGHINI et al, 2010; FAJANS e CURRY, 2001; BROACH et al, 2012). Por outro lado, Broach et al (2012) verificaram que, em geral, a existência de semáforos reduz a atratividade de uma rota. No entanto, se o volume de tráfego na via transversal for grande, os semáforos podem ser uma característica atrativa para os ciclistas.

Quanto aos sinais de PARE, o artigo publicado por Fajans e Curry (2001) descreveu a dificuldade dos ciclistas em utilizar vias com grande número de sinais de PARE. Este tipo de sinalização obriga o ciclista a fazer uma parada em sua viagem e retomá-la logo em seguida, gerando um esforço físico adicional, principalmente em ruas em aclive. A questão do esforço físico exigido pelas paradas nos sinais de PARE é abordada da mesma forma por Stinson e Bath (2004).

Em geral, as características das interseções podem ser tão importantes quanto a existência de infraestrutura específica para bicicletas. Os ciclistas em geral evitam sinais de PARE e semáforos, exceto quando têm que cruzar vias com grande volume de tráfego. Neste caso, a sinalização é considerada atraente (SENER et al, 2009; BROACH et al, 2012; WINTERS et al, 2010).

2.6.2. Número de rotatórias e cruzamentos

As rotatórias, sempre foram consideradas pelos ciclistas como áreas perigosas (MENGHINI ET AL, 2010) por dificultarem a circulação e exigirem a disputa de espaço com os demais veículos.

Com relação ao número de cruzamentos Sener et al (2008) concluíram que para muitos ciclistas (principalmente os do sexo masculino e com experiência) um grande número de cruzamentos tem influência negativa na opção de utilizar aquele caminho. Note-se que os autores não mencionam o que consideram ser um grande número de cruzamentos.

2.6.3. Número de Conversões/Número de vias transversais movimentadas

Apenas o trabalho de Broach et al (2012) cita a influência das conversões a esquerda na opção pela rota. A necessidade de conversões frequentes é um fator negativo na escolha de uma determinada rota. O modelo calibrado por estes pesquisadores previu que uma conversão adicional por milha (0,6 conversões por km) é equivalente a 7,4% de acréscimo na distância de viagem.

2.6.4. Necessidade de transpor barreiras físicas

Um dos trabalhos revistos nesta pesquisa descreve alguns mobiliários urbanos que podem influenciar (positivamente ou negativamente) na escolha das rotas pelos ciclistas.

Emond e Handy (2011) concluíram que a existência alguns tipos de barreiras como pontes, linhas férreas e rodovias influenciam diretamente no planejamento de trajetos de ciclistas, devido à dificuldade de transposição. Estes elementos tendem a gerar um grande desconforto no momento da transposição. No entanto os autores não quantificam este nível de desconforto e quanto isto influencia na escolha da rota.

Por outro lado, as pontes (de pedestres ou veículos) podem ser atraentes para viagens em bicicleta, pois em geral facilitam e diminuem os trajetos (AULTMAN-HALL 1997).

Stinson e Bath (2005) afirmam que se estes elementos possuírem infraestrutura para uso de ciclistas irá atrair muitos usuários de bicicleta.

2.7 Tabela resumo dos fatores que podem influenciar na escolha das rotas

A tabela abaixo, mostra resumidamente os dados citados nos tópicos 2.1 a 2.6. Dessa forma visamos facilitar o entendimento a vasta revisão bibliográfica citada até aqui.

Tabela 2.1 -Fatores descritos na literatura como importantes na escolha da rota

Característica	Autor	Onde foi realizado	O que diz:
Características da via			
Largura/ número de faixas de tráfego	Petritsch et al. (2006)	Florida – US	Preferencia por ruas com 2 faixas de rolagem.
	Shankwiler (2006)	Atlanta, GA - US	
	Hyodo et al (2000)	Kurume - JP	Preferência por vias com várias faixas de rolagem.

Tipo e condição do pavimento	Landis et al (1997)	Tampa, FL – US	A condição do pavimento afeta na avaliação da qualidade da via, principalmente se o pavimento estiver em condições precárias.
	Noland e Kunreuther (1995)	Filadélfia, PA - US	Ausência de pavimento é impeditivo para a escolha de uma via, pois aumenta a sensação de insegurança.
	Stinson e Bath (2004)	Texas - US	Preferencia por superfícies pavimentadas e lisas. A condição do pavimento é de maior importância, as pessoas mais experientes no ciclismo.
Declividade da via	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	Vias com grandes inclinações são evitadas pelos ciclistas.
	Rondinela et al (2012)	Madri - ES	
	Stinson e Bath (2005)	Texas - US	A preferência por vias planas é maior para os ciclistas não experientes. Os ciclistas mais experientes trafegam por vias com declive, pois se exercitaram mais.
	Broach et al (2012)	Portland, OR - US	Considerarão a declividade como um atributo de maior importância na escolha da rota.
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	Considerarão o limite de 10% como aceitável para a circulação em bicicleta.
Infraestrutura viária contínua para ciclistas	Stinson e Bath(2005)	Texas - US	Cidades com maior número de infraestrutura cicloviárias, apresentam mais pessoas andando de bicicleta.
	Hunt e Abraham (2007)	Edmonton - CA	
	Harvey et al (2008)	Minneapolis, MN - US	
	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	
	Heinen et al (2011)		
	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	Ciclistas escolhem vias com alguma infraestrutura para bicicletas, ainda mais se forem bem sinalizadas e adequadas ao uso.
Hood et al. (2011)	São Francisco, CA - US	Preferência pelo uso de ciclovias, principalmente	

	Larsen e El-Geneidy (2011)	Montreal, QC - CA	pelos ciclistas iniciantes.
	Larsen e El-Geneidy(2010)	Montreal, QC - CA	Existência de uma hierarquia na preferência dos ciclistas pelas infraestruturas cicloviárias (1-cicloviias; 2-ciclofaixas, 3-ciclorotas).
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	
	Broach et al (2012)	Portland, OR- US	
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	Ciclistas aceitam crescer distancias em sua viagem para trafegar em um local mais seguro e confortável.
	Pucher (2010)	-	Infraestruturas ciclísticas diminuem os níveis de acidentes com bicicleta.
	Rondinella et al (2012)	Madri - ES	Vias sem infraestrutura para ciclistas, deixam de ser usadas por ciclistas.
	Stinson e Bath (2005)	Texas - US	Ressalta a preferência por infraestruturas contínuas.
	Sykes e Driscoll (1996)	Minnesota - US	Ciclistas não fazem desvios muito grandes para andar em infraestrutura cicloviária.
	Aultman-Hall et al (1997)	Guelp - CA	
	Krizek et al (2007)	Minneapolis, MN - US	
	Dill (2009)	Portland, OR - US	
	Larsen e El-Geneidy (2010)	Montreal, QC - CA	
Tipo de estacionamento na via	Stinson e Bath (2004)	Texas - US	Estacionamento em paralelo deixam os ciclistas mais vulneráveis a acidentes pela abertura de portas e saída dos veículos das vagas.
	Sener et al (2008).	Texas - US	Estacionamentos interferem na escolha de rota.
Características do tráfego			
Classificação funcional da via	Snizek et al (2013)	Copenhagen - DK	O tipo de via é uma variável <i>proxi</i> para volume, velocidade e percepção de segurança.
	Aultman-Hall et al (1997)	Guelp - CA	Preferencia pelo uso de vias com pouco tráfego de automóveis. Porém as vias principais, devem ser utilizadas na elaboração de redes cicloviárias.

Composição do tráfego	Sener et al (2009)	Texas - US	Ciclistas não fazem restrição de compartilhamento de vias com outros automóveis.	
	Taylor e Mahmassani (1996) apud Broach (2012)	US		
	Broach et al (2012)	Portland, OR - US	Ciclovias e vias com pouco tráfego de veículos motorizados são igualmente atrativas aos usuários de bicicleta.	
	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	Ciclistas tendem a aumentar seus percursos, para não dividirem as vias com veículos.	
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA		
	Aultman-Hall (1997)	Guelph - CA	Ciclistas tendem a utilizar vias com baixo tráfego de veículos, principalmente se não possuírem ônibus e caminhões.	
	Velocidade /volume do tráfego motorizado e a segurança viária	El Genedy et al (2007)	Minneapolis, MN - US	Fator fundamental na escolha de uma rota.
		Sener et al (2008)	Texas - US	
Aultman-Hall et al (1997)		Guelph - CA	Ciclistas evitam vias com fluxo muito intenso, principalmente se a velocidade for alta.	
Hunt e Abraham (2007)		Edmonton - CA	O incomodo gerado pela fluxo de veículos é inversamente proporcional a experiência do ciclista.	
Casello et al (2011)		Waterloo, ON - CA	A velocidade dos veículos não é mais importante que a educação e o comportamento dos motoristas no trânsito.	
Winters et al (2010),		Vancouver - CA	A segurança viária é importantíssima no momento da escolha da rota pelos ciclistas.	
Heinen et al (2011)		Delft e Zwolle - NL		
Casello et al. (2011)		Waterloo, ON - CA		
Rondinela et al (2012)		Madri - ES		
Broach et al (2012)		Portland, OR - US	Ciclistas experientes preferem rotas com menos exposição ao tráfego de veículos.	
Larsen e El-Geneidy (2010)		Montreal, QC - CA	Ciclistas preferem percorrer caminhos mais longos, se os considerarem mais seguros.	
Harvey et al (2008)		Minneapolis, MN - US		

Congestionamentos	Papinski et al (2009)	Ontário - CA	Os ciclistas tentam minimizar o uso de vias que possuem congestionamentos frequentes.
Características do ambiente			
Segurança pessoal e iluminação	Sener et al (2008).	Texas - US	A preocupação com assaltos é menor do que com acidentes de trânsito.
	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	A segurança é essencial para a melhoria da trafegabilidade em bicicleta.
Tipo de ocupação lideira	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	Ciclistas preferem trafegar em zonas predominantemente residenciais, sem edifícios altos.
Características do ciclista			
Gênero	Harvey et al (2008)	Minneapolis, MN - US	Viagens feitas pelos homens são mais longas que as realizadas pelas mulheres.
	Garrard et al (2008)	Melbourne - AU	Mulheres preferem locais com infraestrutura cicloviária.
	Larsen e El-Geneidy (2010)	Montreal, QC - CA	Homens e mulheres tem as mesmas preferencias por infraestruturas cicloviárias.
Experiência com o ciclismo	Stinson e Bath (2005)	Texas - US	Ciclistas mais experientes possuem menos restrições com relação à topografia, às vias de maior fluxo e à seguridade
	Rondinela et al (2012)	Madri - ES	
	Garrad et al (2008)	Melbourne - AU	Ciclistas experientes são menos dependentes de infraestruturas cicloviárias
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	
Características da viagem			
Comprimento da viagem	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	Fator fundamental na escolha de uma rota (mais citado).
	Heinen et al (2011)	Delft e Zwolle - NL	
	Rondinela et al (2012)	Madri - ES	
	Broach et al (2012)	Portland, OR - US	
	Aultman-Hall (1997)	Guelp - CA	50% das viagens realizadas por ciclistas são iguais ao caminho mínimo entre sua origem e destino.

	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	35% das viagens realizadas por ciclistas são iguais ao caminho mínimo entre sua origem e destino.
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	75% das viagens realizadas por ciclistas são iguais ao caminho mínimo entre sua origem e destino.
	Broach et. al (2012)	Portland, OR- US	o aumento de 1% na distancia do percurso, reduz a probabilidade de escolha dessa rota entre 5 e 9%
	Heinen et al (2011)	Delft e Zwolle - NL	Em viagens de até 15km a percepção de distância é o fator que mais influencia na escolha do caminho
	Shafizadeh e Neimeier (1997)	Seattle, WA - US	A percepção da distância está diretamente relacionada a qualidade do percurso trafegado.
	Tilahun et al (2007)	Minneapolis, MN- US	Ciclistas tendem a percorrer distâncias mais longas desde que estejam, em lugares de maior qualidade. O que varia em função do gênero e da experiência.
	Hunt e Abraham (2007)	Edmonton - CA	
Tempo total de viagem	Casello et al. (2011)	Waterloo, ON - CA	A grande maioria dos ciclistas não se importa com a duração da viagem
	Papinski et al (2009)	Ontário - CA	A diminuição do tempo de viagem é importantíssimo no momento da escolha de uma rota.
	Stinson e Bath (2005)	Texas - US	Atrasos nas viagens decorrente da mudança de rota são valorados negativamente.
	Heinen et al (2011)	Delft e Zwolle - NL	Em trajetos muito longos, a percepção sobre o tempo decorrido da viagem fica comprometida
Características relacionadas à rota como um todo			
Sinalizações nas interseções	Stinson e Bath (2003)	Texas - US	Dispositivos de interseções geram atrasos, sendo considerados como obstáculos. Principalmente aos ciclistas mais experientes.
	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	
	Fajans e Curry (2001)	Sacramento, CA - US	
	Broach et. al (2012)	Portland, OR - US	

	Broach et. al (2012)	Portland, OR - US	Sinalizações passam a ser atrativos, quando o fluxo de veículos nas vias transversais são intensos.
	Sener et al (2009)	Texas - US	
	Winters et al (2010)	Vancouver - CA	
	Fajans e Curry (2001)	Sacramento, CA - US	Sinalizações de PARE, demandam grandes esforços por parte dos ciclistas para dar continuidade as viagens.
Número de rotatórias e cruzamentos	Menghini et al (2010)	Zurique - CH	São áreas perigosas a circulação de bicicletas.
	Sener et al (2008)	Texas - US	Muitos cruzamentos interferem de forma negativa na escolha da rota.
Número de Conversões/Número de vias transversais movimentadas	Broach et al (2012)	Portland, OR - US	Muitas conversões a esquerda (de automóveis) influenciam negativamente na escolha da rota
Necessidade de transpor barreiras físicas	Emond e Handy (2011)	Davis, CA - US	Pontes, linhas férreas e rodovias geram desconforto no momento de sua transposição em bicicleta.
	Aultman-Hall (1997)	Guelph - CA	Pontes de veículos ou de pedestres, são atraentes ao uso em bicicleta se apresentarem infraestrutura adequada e facilitarem/ diminuïrem os trajetos.
	Stinson e Bath (2005)	Texas - US	Se pontes e passarelas possuïrem infraestrutura de bicicleta, eles se tornam atrativos aos ciclistas.

Fonte: autor

2.8 Conclusões acerca dos fatores que podem influenciar na escolha das rotas

Como descrito nos itens anteriores, a literatura identifica um grande conjunto de fatores que podem ser relevantes para a escolha das rotas pelos ciclistas. Alguns destes fatores são relacionados ao próprio ciclista (gênero e experiência com o ciclismo). Outros estão relacionados com o ambiente por onde o ciclista pedala (as vias).

Nesta pesquisa, as características dos ciclistas serão utilizadas para estratificar a amostra obtida e verificar a importância relativa do gênero e da experiência com o ciclismo, na escolha das rotas.

Quanto às características físicas e funcionais das vias, uma análise dos fatores destacados na literatura (considerando as características típicas de uma cidade brasileira) permitiu identificar um conjunto de fatores importantes, que devem ser incluídos nesta pesquisa:

FATORES RELACIONADOS AOS TRECHOS DE VIAS

- Classe da via (local, coletora, arterial) –*proxi* para volume, velocidade do tráfego, número de veículos pesados e percepção de segurança
- Número de mãos de direção da via
- Permissão de estacionamento ao longo do trecho (sim / não)
- Existência de infraestrutura para ciclistas (ciclovias, ciclofaixa, ciclo rota)
- Declividade (plano, declividade moderada, declividade acentuada)
- Superfície e tipo do pavimento (ótimo, bom, ruim, péssimo)

FATORES RELACIONADOS À VIAGEM

- Tempo de viagem (minutos)
- Comprimento da viagem (quilômetro)

FATORES RELACIONADOS À ROTA COMO UM TODO

- Número de sinais de PARE por quilômetro
- Número de semáforos por quilômetro
- Número de cruzamentos por quilômetro
- Número de rotatórias

FATORES RELACIONADOS AO AMBIENTE

- Segurança pessoal (qualidade da iluminação, quando a viagem é realizada à noite)
- Arborização

3. ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA A ESCOLHA DE ROTAS

Duas estratégias principais têm sido utilizadas nos estudos relacionados às rotas percorridas pelos ciclistas: o Método de Preferência Revelada e o Método de Preferência Declarada. As principais características, vantagens e desvantagens de ambos os métodos estão descritas a seguir.

3.1. Método de Preferência Declarada - MPD

É o método de coleta de dados onde uma série de situações (rotas) hipotéticas, cada uma com um conjunto pré-definido de atributos, é apresentada ao entrevistado para que ele escolha sua rota preferida. Os atributos que caracterizam cada alternativa podem ser controlados e gerar um desenho de experimento eficiente, de modo que seja possível avaliar a importância relativa dos diversos atributos com base nas escolhas dos entrevistados (STINSON e BHAT, 2003; EMOND e HANDY, 2011; BROACH et al., 2011).

As desvantagens deste método de coleta de dado são: (1) os entrevistados podem não responder às alternativas hipotéticas do mesmo modo que responderiam em uma situação real e (2) a capacidade de compreensão dos respondentes pode limitar o número de variáveis a serem usadas para caracterizar as rotas, dificuldade esta que pode ser contornada usando-se vários instrumentos de pesquisa diferentes, cada um com conjunto de atributos diferentes.

As vantagens de utilizar dados de preferência declarada são: (1) a possibilidade de obter uma amostra grande devido ao baixo custo da coleta dos dados e (2) a pré-especificação do conjunto de escolha e (3) a possibilidade de incluir entre as opções, alternativas ainda não existentes (STINSON e BHAT, 2003, 2005).

Nos trabalhos descritos a seguir, o Método de Preferência Declarada foi utilizado para estudar rotas percorridas por ciclistas.

Stinson e Bhat (2005) optaram pela realização de Pesquisa de Preferência Declarada através da Internet, no Texas, para avaliar a importância dos fatores que afetam a escolha de rotas pelos ciclistas em viagens utilitárias. A pesquisa incluía 3 grupos de classificação para os ciclistas (segundo seu grau de experiência), e nove “instrumentos de pesquisa” (viagens modelo) com 3 ou 4 atributos específicos, cada uma. Os atributos estavam divididos em duas classes: aqueles referentes ao trecho da viagem (classe da via, estacionamento, existência de facilidade de bicicleta, topografia e tipo de pavimento) e aqueles referentes à rota como um todo (duração, continuidade, atrasos e número de cruzamentos). Os instrumentos eram apresentados aos participantes da pesquisa, de forma que escolhessem apenas um.

O intuito dessa pesquisa era fazer com que os respondentes fossem capazes de compreender e avaliar os cenários apresentados a eles de acordo com a existência ou ausência de alguns fatores. Os resultados mostraram que foi dada grande importância a existência de infraestrutura, tempo da viagem e tipo de pavimentação. Os ciclistas experientes não se mostraram muito preocupados com a topografia, enquanto que os mais inexperientes deram grande importância à questão de segurança.

O estudo de Tilahun et al (2007), feito com os funcionários da Universidade de Minnesota, avaliou as preferências pessoais a respeito de cinco diferentes ambientes: (1) ciclovia segregada, (2) ciclofaixa em vias sem estacionamento, (3) ciclofaixas com estacionamento para automóveis, (4) vias sem facilidades para bicicleta e sem estacionamento e (5) vias sem infraestrutura para bicicleta e com estacionamento. Para a coleta de dados foi realizada uma pesquisa de preferência declarada adaptada para a Internet. O procedimento incluiu também um algoritmo utilizado para aumentar ou diminuir o tempo de viagem nas alternativas, de modo que após algumas iterações era possível se saber qual a máxima diferença do tempo que o entrevistado aceitaria para percorrer a alternativa de melhor qualidade.

A pesquisa de Emond e Handy (2011) foi a que ocorreu de forma mais sucinta e através de um questionário impresso, que entrevistou alunos de uma escola secundária em Davis-CA, a fim de saber quais os fatores que influenciavam na escolha da bicicleta como seu modo de transporte, para ir ao colégio. Foram considerados na pesquisa fatores do envolvimento social (influência de parentes e amigos), individuais (desde gênero/idade até a necessidade de transporte de materiais escolares), e questões referentes ao ambiente físico (distância de viagem e necessidade de transpor grandes barreiras físicas). Como resultado os

pesquisadores encontraram que a percepção da distância casa-escola pode influenciar diretamente na escolha pela bicicleta, assim como a necessidade de transposição de barreiras (rodovias e ferrovias). Sobre a influência da sociedade, o estudo mostrou que a família tem um valor muito maior sobre a escolha do modo de transporte que os colegas de escola. Já quanto às questões pessoais, a necessidade de transportar materiais escolares e de almoçar fora da área da universidade influenciaram negativamente na escolha da bicicleta como meio de locomoção.

3.2. Método de Preferência Revelada - MPR

Os estudos de Preferência Revelada coletam informações sobre escolhas reais feitas pelos indivíduos. Estes estudos, em geral comparam a rota escolhida pelo ciclista com o caminho mais curto e tentam identificar as razões que levaram o ciclista a escolher uma rota mais longa (STOPHER et al, 2008, HARVEY et al, 2008, DILL 2009, HOOD et al, 2011).

Um dos primeiros trabalhos que utilizaram o Método de Preferência Revelada foi realizado por Aultman-Hall (1997), na cidade de Guelph, Canadá. Esta cidade tem clima frio e o maior polo de atração de viagens por bicicleta, na época, era a universidade. Foi distribuído um mapa com a representação da área central da cidade, onde os entrevistados deveriam traçar suas rotas usuais em bicicleta nos trajetos casa/trabalho. As 388 respostas obtidas foram transferidas para o SIG Arcinfo. Verificou-se que a maior parte das pessoas consegue fornecer apenas dados imprecisos sobre sua movimentação, seus caminhos percorridos e duração de suas viagens.

Como resultados tiveram que as distâncias percorridas pelos entrevistados variam muito de acordo com a morfologia da área urbana e das redes de ciclismo dispostas na cidade. Encontraram também que a grande maioria destas viagens ocorrem em vias arteriais e locais, devido o número reduzido de veículos, havendo também um grande número de viagens em locais em que não existem vias, mostrando que o ciclista busca caminhos mais agradáveis e menos conturbados para sua viagem.

Quando foram comparados os caminhos escolhidos pelos ciclistas e os possíveis menores caminhos, constatou-se que 55% dos percursos coincidiam com a menor rota possível.

Alguns anos depois, Winters et al. (2010) desenvolveram uma pesquisa que visava saber quais os fatores que comumente podem interferir na escolha da rota feita pelos usuários de bicicleta, principalmente quando comparada com uma viagem de carro. A pesquisa foi desenvolvida em Vancouver Canadá, no período de duas semanas, obtendo-se 4000 registros de viagens, com 74 participantes. A estes, era solicitado que relatassem dados de origem, destino, modal utilizado (carro, bicicleta ou a pé) e finalidade da sua viagem, que posteriormente foram digitalizadas em um SIG (ArcGIS 9.2) para análise.

Foram analisados dados referentes ao: modo de transporte utilizado, motivo da viagem, distância da viagem (75% de todas as viagens eram 10 % maiores que as menores rotas possíveis), adequações do sistema viário (vias com moderadores de tráfego, painéis de piso, decalques – *stencils*– e sinalização, foram as preferidas pelos ciclistas). Os ciclistas circularam menos por vias arteriais e mais por vias locais, mostrando que existiu uma preferência por ruas com menor tráfego de veículos motorizados. Como conclusões os pesquisadores verificaram que aspectos específicos do ambiente construído, como ciclovias, painéis de piso para bicicleta e moderadores de tráfego podem afetar diretamente na escolha das rotas.

O estudo de Larsen e El-Geneidy (2011) coletou as rotas percorridas pelos ciclistas através de entrevistas via internet com 2917 participantes. Foram obtidas informações relativas a: local de moradia, ciclovias utilizadas, tempo de utilização da bicicleta e motivos da viagem. Posteriormente os dados referentes à moradia e principais destinos dos entrevistados foram georeferenciados em um SIG, e calculados os menores caminhos entre os principais destinos e as residências dos entrevistados. Para entender melhor os fatores que influenciam na opção dos ciclistas pelo uso de uma infraestrutura cicloviária, mesmo que isto implique em um aumento da distância percorrida, foram calibrados diversos modelos. Os pesquisadores verificaram que os ciclistas que optaram pela infraestrutura acrescentaram, em média, 34% no comprimento de suas viagens.

A vantagem de usar os Métodos de Preferência Revelada para examinar as rotas dos ciclistas é que os dados representam as escolhas feitas em um ambiente real e são muito fáceis de coletar se forem utilizados GPS ou alguma outra tecnologia de obtenção automática de dados. A dificuldade dessa abordagem é que o pesquisador necessita construir todas as rotas alternativas (combinações de segmentos) entre a origem e o destino para cada viagem de bicicleta e determinar se o respondente considerou as rotas alternativas, caso elas

não tenham sido previamente determinadas pelo estudo (STINSON e BHAT, 2005; PAPINSKI et al, 2009; MENGHINI, et al, 2010).

3.3. Utilização de GPSs para obtenção dos dados de Preferência Revelada

O GPS (Global Positioning Systems) é um aparelho receptor que capta sinais emitidos por diversos satélites, permitindo determinar as coordenadas do terreno. Através de cálculos de triangulação e com margens de erro muito pequenas, o receptor é capaz de registrar a posição onde está localizado, sem maiores problemas, mesmo que a captação ocorra em movimento (RODRIGUES, 2001).

Estes aparelhos permitem o registro das rotas escolhidas pelos ciclistas, de acordo com os dados fornecidos pelos aparelhos, como altitude, latitude, longitude e distância das viagens (HARVEY et al., 2008), facilitando a coleta de dados para pesquisas.

A maior disponibilidade de aparelhos de GPS permite atualmente rastrear e gravar as rotas escolhidas pelos viajantes em grandes percursos e por muito tempo com aparelhos leves e discretos (STOPHER, 2008). Com a diminuição de seu tamanho os GPSs se tornaram muito úteis para pesquisas na área de transporte, principalmente as que envolvem o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Estas duas ferramentas (GPS e SIG) trabalham de forma complementar, pois o SIG fornece uma base para a leitura dos dados captados com o GPS, facilitando o entendimento dos planejadores para a criação e avaliação de rotas cicláveis, além de permitirem a avaliação do tempo médio e das condições das viagens (AULTMAN-HALL, 1997).

A grande maioria dos estudos realizados com o objetivo de obter informações sobre as viagens utiliza o GPS para a coleta de dados. Stopher et al (2008) argumentam que as Pesquisas de Preferência Revelada se tornaram mais fáceis e precisas em virtude da disponibilidade de equipamentos automáticos e de pequeno porte, para registro dos caminhos percorridos, os GPSs.

Antes que os GPS estivessem disponíveis a obtenção desse tipo de dado era muito difícil, se não impossível. Com a facilidade de aquisição desses aparelhos, que nos últimos anos se tornaram muito mais baratos e acessíveis, é possível, atualmente, que as viagens sejam monitoradas por GPS e possam ser analisadas de maneira muito precisa com dados sobre a rota percorrida e a velocidade de percurso (HARVEY et al, 2008).

São descritos a seguir os trabalhos encontrados na literatura que utilizaram essa forma de coleta de dados para o estudo de rotas de ciclistas.

A pesquisa relatada em Harvey et al (2008) teve como objetivo conhecer as rotas percorridas por ciclistas para, posteriormente compará-las com os caminhos mínimos entre a origem e o destino dos ciclistas. Os autores instalaram GPS nas bicicletas de 49 usuários, para registro das informações sobre as viagens realizadas no percurso casa/trabalho pelo período de 20 dias, entre abril e maio de 2006. Além da coleta de dados através do GPS, foram feitas entrevistas com os participantes e reuniões semanais que permitiam sanar algumas dúvidas e possíveis problemas com aparelho. A conclusão do trabalho mostrou que os ciclistas optavam por caminhos mais longos que possuísem um melhor nível de serviço/infraestrutura para bicicleta (média de 1,3 km adicionais). Verificou-se também que muitos ciclistas não tem real conhecimento sobre a distância que percorrem em suas viagens, pois os dados coletados com GPS e os obtidos nas entrevistas, são significativamente discrepantes. Além disso, ficou claro nesse trabalho que o GPS é um instrumento muito útil para a coleta de dados sobre as viagens em bicicleta, pois permite o registro em tempo real das rotas percorridas.

Dill e Glieb (2008) e Dill (2009) utilizaram GPS para registrar os percursos realizados por 166 ciclistas, nos meses de março a novembro de 2007 na cidade de Portland. Os participantes foram recrutados de duas formas: através de uma pesquisa aleatória por telefone (apenas 8 pessoas se dispuseram a participar), e através da divulgação em jornais, listas de e-mail e panfletos. Esta segunda opção gerou uma resposta de 400 indivíduos interessados em participar da pesquisa.

A amostra foi escolhida de acordo com o lugar de moradia, sexo e idade dos participantes, que foram convidados em andar de bicicleta por um período de 7 dias com um aparelho de GPS acoplado em sua bicicleta. Após a coleta dos dados, as rotas foram inseridas em uma página na Internet, onde todos os participantes tinham acesso as suas rotas. Para confirmação dos dados eles eram questionados sobre a veracidade e precisão da gravação. Cerca de 60% dos ciclistas entrevistados andaram aproximadamente 150 minutos por semana, em viagens utilitárias. Os resultados permitiram o conhecimento de algumas preferências sobre a escolha de rotas: atribuição de grande importância à minimização das distâncias, preferência por ruas de menor tráfego e preferência por vias com infraestrutura para ciclistas.

Papinski et al. (2009) fizeram em sua pesquisa uma tentativa de entender como os indivíduos escolhem suas rotas no percurso casa-trabalho. Foram estudadas viagens de 31

indivíduos em automóvel, na cidade de Ontário no Canadá, durante o período de 2 meses, através de GPS e de dois questionários (pré e pós gravação das viagens com os GPS).

As informações coletadas, em ambos os métodos estavam relacionadas com a viagem (tempo, distância, número de semáforos, tipo de via, motivo da viagem), com a rota escolhida (conforto, hábito, conhecimento da rota, segurança e motivo da viagem) e as possíveis mudanças de rota (desvios e rotas alternativas). Os pesquisadores verificaram que ao planejar a rota, o motorista define inicialmente as vias principais por onde vai passar, depois escolhe as vias locais ao redor do lugar de moradia ou trabalho. A pesquisa mostrou também, que o planejamento da rota leva em consideração a necessidade de diminuir o tempo e viagem e a minimização de uso de vias com congestionamento. É importante frisar que estes fatores também influenciam no grande número de desvios do caminho planejado. O estudo mostrou que 20% dos participantes costumam fazer algumas alterações de seus caminhos usuais.

Menghini et al. (2010) aproveitaram um registro de rotas (em GPS) já existente em Zurich, que havia sido realizado com o objetivo de avaliar locais para a exposição de outdoors na cidade para obter informações de viagens em bicicleta e suas preferências de rotas. Deste registro foram selecionadas apenas as viagens de ciclistas, que sobrepostas a cinco mapas de base dados da cidade (com explicações detalhadas de ciclovias e respectivas inclinações das vias) forneceram informações reais das viagens realizadas em bicicleta. Estes registros foram comparados com os percursos mínimos entre todos os pontos de origem e destino dos ciclistas. Como resultado, concluíram que os ciclistas optam por caminhos mais curtos, livres de muitas declividades e de muitos sinais de trânsito. Porém, como os dados haviam sido coletados com outro objetivo (no caso, a publicidade), algumas informações importantes não estavam disponíveis como: as características dos fluxos de tráfego, as tipologias dos cruzamentos e as características pessoais dos pesquisados (sexo, idade, profissão, etc).

Ainda no mesmo ano, Hood et al. (2011) coletaram os dados de viagens dos ciclistas através de programas instalados em celulares (com sistemas operacionais Android e iOS), que permitiam a gravação dos dados referentes ao comprimento e velocidade das viagens. Além disso, estes programas deixavam livre o acesso para que os usuários registrassem o motivo da viagem realizada (lazer, trabalho, compras, etc.). Os ciclistas podiam também, antes mesmo de iniciar a viagem, identificar a rota de menor comprimento entre sua origem e destino. Para melhor análise dos dados os pesquisadores classificaram as

viagens de acordo com seus motivos, assim como excluíram alguns trechos que possivelmente foram feitos em outros modos de transporte. Algumas das conclusões do trabalho mostraram que os ciclistas preferem vias com infraestrutura cicloviária (principalmente os que não utilizam a bicicleta com muita frequência) e que ciclistas do sexo feminino optam por caminhos com menor declividade.

Casello et al. (2011) procuraram entender os movimentos dos ciclistas pela cidade de Ontário, Canadá, coletando dados de 100 ciclistas, através de: (1) um questionário com suas opiniões e algumas características pessoais (posse da bicicleta, características de suas rotas comuns, comportamento ciclístico, riscos específicos, economias com o ciclismo, necessidade de infraestrutura ciclística, dentre outros) e (2) as rotas percorridas, registradas com auxílio de GPS. A pesquisa teve como objetivo hierarquizar a importância dos obstáculos e facilitadores para o ciclismo visando melhorar os caminhos que normalmente são utilizados pelos ciclistas. Em uma escala de 0 a 5 (sendo 5, a maior importância), o resultado da pesquisa mostrou que os fatores considerados mais importantes para a escolha de rota foram: sensação de segurança (2,91), minimização do tempo da viagem (2,90), baixo volume de tráfego (2,83) e boas condições da via (2,64).

Além de todas as pesquisas referentes ao uso de GPS para o registro de preferências de rotas por parte dos ciclistas, existem alguns estudos que visam otimizar e facilitar o uso de GPS, que em alguns casos não são acessíveis a todos os pesquisadores. Um trabalho recente encontrado, foi o de Lindsay et al (2013), que estudava a viabilidade de utilização de GPS para fazer o rastreamento de bicicletas, utilizando dois tipos de captação de dados geográficos, um GPS (BT-821 GlobalSat) e um programa de captação de dados através de celulares smartphones (androids e I phones), o *CicleTracks*.

Visando comparar a precisão entre ambas as formas de coletar dados, assim como testar a confiabilidade de cada uma, os pesquisadores solicitaram que 40 ciclistas pedalassem ao longo quatro tipos diferentes de vias: (1) vias sem edificações, (2) vias com edifícios dos mais variados tamanhos, (3) vias com condomínios residenciais e comerciais e (4) vias com edifícios altos, muitas lojas e grande tráfego de veículos. Desse modo, os pesquisadores puderam avaliar o nível de interferência do entorno das vias utilizadas, sobre a captação dos dados em GPS. Os resultados mais relevantes desta pesquisa foram referentes a maior precisão dos dados coletados através do GPS externo, principalmente em vias com poucas zonas de grande adensamento de edifícios. Porém ambos os modelos, não tiveram a

capacidade de saber exatamente se os ciclistas utilizavam ou não as infraestruturas de bicicleta existentes nas vias estudadas.

Todas as pesquisas mostram o GPS como uma ferramenta muito útil e com precisão suficiente para a coleta dos dados sobre viagem em bicicleta. Vale ressaltar, porém, que elas não são as únicas que podem ser consideradas como Método de Preferência Revelada, como visto nos trabalhos citados inicialmente neste capítulo. Existem outros métodos de coleta de dados (com auxílio de entrevistas online ou questionários) que permitem o conhecimento da preferência do entrevistado, sem que este tenha que declarar abertamente. Estas auxiliam o pesquisador deixando-o livre para avaliação e ponderação de preferências e rotas.

3.3.1. Problemas eventuais com a captação de dados através de GPSs

Apesar de toda a facilidade de obtenção de dados e informações com o uso do GPS, em grande parte dos trabalhos encontrados foram relatados problemas com a coleta de informações utilizando esse aparelho, principalmente as Partidas a Frio (Cold Starts) e os Desfiladeiros Urbanos (*Urban Canyons*).

As Partidas a Frio ocorrem no início das viagens quando os equipamentos ainda estão localizando satélites. Isto pode fazer com que o trecho inicial da viagem não seja registrado e, se a viagem for muito curta, o GPS entende que o indivíduo não se deslocou (STOPHER et al, 2008).

Os Desfiladeiros Urbanos são áreas com edifícios muito altos que dificultam a comunicação entre o GPS e os satélites havendo perda do sinal. Este problema também pode ocorrer quando o GPS está sob árvores com copas densas, sob pontes ou atravessando túneis (STOPHER et al, 2008). A falta de registro de dados durante este intervalo pode acarretar erros na interpretação da rota seguida pelo ciclista.

A literatura pesquisada descreve diversos métodos utilizados por pesquisadores para sanar estes problemas, entre eles os procedimentos propostos por Stopher et al (2008) e Papinski et al (2009).

4. METODOLOGIA E ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas as etapas seguintes etapas metodológicas:

1. Revisão Bibliográfica
2. Teste dos equipamentos que poderiam ser utilizados
3. Pesquisa Piloto
4. Definição do instrumento de pesquisa (questionário)
5. Preparação das bases de dados
6. Seleção e treinamento dos participantes
7. Realização da coleta e processamento dos dados
8. Análise dos resultados obtidos

A seguir, cada uma destas etapas está descrita em detalhes.

4.1. Revisão Bibliográfica

Nos capítulos anteriores foram descritos os estudos que auxiliaram na elaboração das etapas desta pesquisa e que contribuíram para a definição da metodologia a ser utilizada.

4.2. Teste dos equipamentos que poderiam ser utilizados

Esta pesquisa ocorreu no município de São Carlos-SP., que apresenta uma população de 236.000 hab., em uma área de 1.137,332 km² com uma densidade populacional de 195,15 hab/km², e altitudes que variam de 800 a 1000m acima do nível do mar (IBGE, 2010). A cidade apresenta importantes instituições educacionais, além de diversos polos industriais e de tecnologia. Apesar das fortes características de desenvolvimento, o município é possuidor de um sistema de transporte público precário e não apresenta rede de

infraestrutura cicloviária, muito menos políticas de incentivo ao uso deste meio de transporte. A malha de ciclovias existente na cidade não ultrapassa os 8km.

Já conhecendo o local onde seria implantado o estudo, a próxima etapa seria conhecer os equipamentos necessários para realização deste, portanto como forma de obter maior conhecimento sobre os aparelhos GPS que poderiam ser utilizados na pesquisa foram realizados testes com quatro tipos distintos de aparelhos, disponíveis no NEMS - Núcleo de Estudos sobre Mobilidade Sustentável. Este teste visou avaliar os tipos de dados coletados e a precisão da localização dos pontos.

Os aparelhos testados foram: GPS III PLUS Garmin, GarminMap 76CSX, GPS e-trex Vista HCxGarmin e Garmin Edge 200 (Figura 4.1). Os três primeiros aparelhos foram excluídos da utilização na pesquisa por possuírem uma precisão reduzida, perderem o sinal da captação dos dados, bem como, apresentarem porte robusto (6.9 x 15.7 x 3.0 cm; 10,7 x 5,6 x 3,04 cm; 5.9 x 12.7 x 4.1 cm respectivamente), serem mais pesados (218 g; 159 g; 255 g) e não possuírem clipe de suporte em bicicleta. O que dificultaria a utilização dos usuários e a viabilidade da pesquisa.

O último modelo (*Garmin Edge 200*) foi escolhido por seu tamanho reduzido (4,8 x 6,9 x 2,1 cm), pequeno peso (58,5 g), funcionamento com bateria recarregável (duração média de 14h, com uso ininterrupto), boa precisão na captação dos dados (em 95% do tempo de coleta sua precisão é inferior a 10 m), além de ser resistente à água e possuir clipe de suporte para bicicleta.

Figura 4.1 - Aparelhos testados



GarminMap
76CSX

GPS e-trex Vista
HCxGarmin

GPS III PLUS *Garmin*

Garmin Edge 200

O aparelho escolhido permitia que fossem gravados dados relativos à: data e hora do início/fim da viagem, duração da viagem, elevação, comprimento, velocidade e posição dos pontos em projeções UTM.

Estes dados registrados no aparelho, eram armazenados em arquivos com extensão .GBD. Dentre os poucos programas que leem este tipo de arquivo, optou-se pela utilização do software MapSource (programa gratuito distribuído pela empresa Garmin, que além de permitir a leitura dos dados, possibilitava algumas alterações e limpezas nas rotas).

Inicialmente a coleta de dados foi realizada apenas com pedestres, que utilizaram o GPS em todos os percursos efetuados durante dias. O objetivo desta coleta de informações era compreender o processo de obtenção dos dados das rotas com os aparelhos de GPS, sem que houvesse perda de algum tipo de informação (velocidade, número de viagens, coordenadas e data/hora da realização do percurso).

Após a utilização do aparelho pelo período de 2 semanas, no mês de janeiro de 2013, com seguidos testes, conseguiu-se obter todos os trajetos percorridos, sem que houvesse nenhuma perda ou junção de trechos. Com o domínio sobre o uso dos aparelhos e a percepção de veracidade nestes dados, passou-se a utilizar os GPS para coletas com usuários de bicicleta.

Cinco ciclistas foram voluntários nesta etapa e a eles foi solicitada a gravação de suas viagens durante o período mínimo de uma semana. Este procedimento permitiu a calibração do aparelho e a análise da importância de cada um dos dados obtidos para a realização da pesquisa real.

4.3 - Realização da pesquisa piloto

A pesquisa piloto foi realizada entre os meses de fevereiro e maio de 2013, na cidade de São Carlos, com 5 voluntários, estudantes das Universidades de São Carlos, homens e que normalmente utilizavam a bicicleta para todas suas viagens, e para todas as finalidades (trabalho, estudo, lazer, compras...). Nesta etapa, a amostra foi escolhida por conveniência entre pessoas conhecidas e que teriam facilidade para utilizar os aparelhos na fase de testes. Não houve preocupação com a possibilidade de viés amostral.

Anteriormente ao início da coleta dos dados, houve uma rápida explicação a cada usuário, de como utilizar os aparelhos, ou seja, como eles deveriam ligar e desligar o receptor de satélites para que apenas os dados em movimento/viagens fossem gravados.

O aparelho foi programado para coletar dados com a maior frequência possível. Para cada ponto foram registradas informações relativas a: longitude, latitude, elevação, velocidade, comprimento, tempo de percurso no trecho, data e hora. Nesta etapa apenas um aparelho de GPS estava disponível para a coleta das informações, por esta razão foi determinado que cada usuário permanecesse com o aparelho por um período variando entre 7 e 22 dias.

Observou-se que nenhum dos usuários de bicicleta realizou viagens em todos os dias em que esteve com o GPS, e na grande maioria dos casos, as viagens se concentravam em dias úteis. Foram poucas as viagens realizadas nos fins de semana.

No fim do período de coleta de dados, o GPS foi devolvido e o ciclista foi questionado sobre algum possível inconveniente na realização da coleta, ou sobre dificuldades com o manuseio do aparelho. Nesse primeiro contato não foram descritos quaisquer problemas relativos à captação de dados.

As informações obtidas foram transferidas para o programa MapSource e, posteriormente, para o programa TransCAD 5.0, para realização das primeiras análises dos dados obtidos.

Ao final da pesquisa piloto, pode-se verificar que o procedimento para coleta dos dados era adequado, viável e confiável, dando-se assim prosseguimento ao estudo.

4.4. Definição do instrumento de pesquisa (questionário)

A pesquisa incluiu também a aplicação de um questionário para auxiliar no entendimento da importância atribuída pelos ciclistas aos fatores relacionados à escolha de suas rotas. O instrumento visava também obter informações sobre as características pessoais dos participantes da pesquisa.

Os participantes foram solicitados a responder uma série de perguntas sobre suas características pessoais, incluindo fatores que consideram mais importantes para a escolha das rotas e sobre a utilização dos GPSs (problemas e dificuldades que tiveram em sua

utilização e qualquer ocorrência ou observação que achassem relevantes para a descrição de suas viagens.).

Na primeira parte do questionário, foram relacionados 18 fatores (selecionados a partir da revisão bibliográfica) que podem influenciar na escolha das rotas (Tabela 4.1). Para cada um deles o entrevistado deveria avaliar a importância em uma escala de 5 pontos variando entre “Muito importante” (codificado como 5) e “Sem importância” (codificado como 1).

A segunda parte do questionário era composta por cinco perguntas de múltipla escolha direcionadas ao perfil do ciclista (idade, gênero, frequência do uso da bicicleta, motivo das viagens por bicicleta e se costuma planejar suas rotas). O instrumento de pesquisa encontra-se na íntegra no Apêndice 1.

Tabela 4.1 -Fatores que podem influenciar na escolha da rota

1. Largura da via
2. Número de mãos de direção da via (mão única ou mão dupla)
3. Tipo de pavimento
4. Estado de conservação do pavimento
5. Declividade da via
6. Permissão de estacionamento ao longo da via
7. Volume de tráfego de veículos
8. Número de caminhões e ônibus
9. Velocidade dos veículos
10. Arborização
11. Segurança pessoal (possibilidade de assaltos, agressões)
12. Número de cruzamentos com parada obrigatória (sinal de PARE)
13. Número de cruzamentos com semáforos
14. Comprimento da viagem
15. Duração da viagem
16. Iluminação da via
17. Número total de cruzamentos
18. Necessidade de passar por rotatórias

Fonte: autor

4.5. Preparação da base de dados do sistema viário da cidade

Para que pudessem ser analisadas, as rotas percorridas pelos ciclistas foram inseridas em um mapa do sistema viário da cidade, utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para este projeto foi usado o programa TransCAD 5.0, disponível no NEMS – Núcleo de Estudos de Mobilidade Urbana, ajustado segundo Apêndice 2.

Antes da inserção das rotas houve necessidade de se atualizar o arquivo do sistema viário da cidade porque esta base de dados estava incompleta e não incluía os loteamentos mais novos.

Além disso, foram agregadas ao arquivo as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, referentes à: hierarquia viária (variável *proxi* para velocidade e volume de veículos), qualidade do pavimento e declividade dos segmentos de via. O procedimento para inserção destas informações e os critérios utilizados estão descritos no Apêndice 3.

4.6. Seleção e treinamento dos participantes

A seleção dos indivíduos que participaram da pesquisa foi a etapa mais difícil para a realização deste estudo. Como citado em Rondinella et al (2010), é importante a escolha de uma amostra heterogênea, pois ela indicará as diferentes necessidades dos ciclistas e suas distintas preferências.

O recrutamento da amostra foi pelo método “Bola de Neve” (foram identificados alguns usuários de bicicleta que possuíam os requisitos para a participação na pesquisa e, a partir deles, foram identificados outros possíveis participantes). Foi utilizado este tipo de recrutamento amostral porque a população de ciclistas em São Carlos pode ser considerada uma população rara. De acordo com uma pesquisa O/D realizada em 2008, apenas 3% das viagens utilitárias são realizadas por bicicleta.

Dessa forma, a amostra inicial foi composta por estudantes universitários, com faixa etária variando entre 24 a 35 anos. Para evitar problemas de viés amostral, começou-se a buscar novos indivíduos, pertencentes a um meio social diferente no inicialmente escolhido. Indústrias e lojas de equipamentos para bicicleta foram procuradas, obtendo-se em algumas delas resposta positiva a divulgação da pesquisa. Houve também, o recrutamento de participantes, por meio de redes sociais e palestras de mobilidade urbana, que resultaram em

contatos de voluntários por e-mail. Porém grande parte da população que se voluntariou a participar do estudo, era composta por estudantes e jovens trabalhadores.

O treinamento do uso do GPS ocorreu no momento de entrega do aparelho para o participante. Neste encontro foi demonstrado o modo de utilizar o aparelho, e quais os passos necessários para gravar corretamente as viagens, para que apenas os dados em movimento fossem registrados.

Vale ressaltar, que foram 3 meses (julho, agosto e setembro de 2013) de contato e conversas com empresas e grupos de ciclistas, para que por fim fosse possível aplicar a pesquisa, com a participação de 44 voluntários.

4.7. Realização da coleta e processamento dos dados

Aos participantes foi solicitado, que a acoplassem o aparelho GPS em suas bicicletas, registrando todos os percursos realizados e tendo o cuidado de desligar o receptor de GPS todas as vezes que fizessem paradas por um longo período de tempo (acima de 5 minutos), o que sinalizaria o fim de uma viagem.

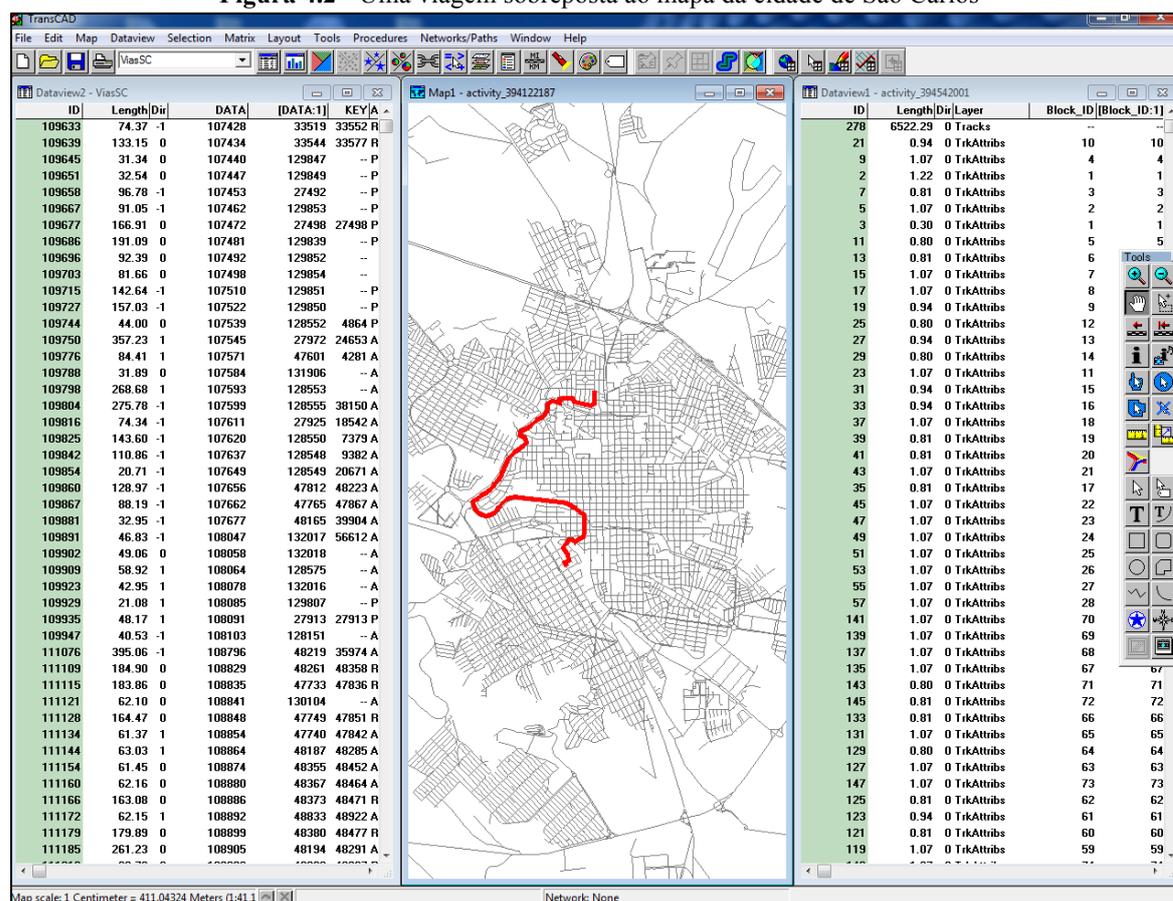
A coleta de dados durou cerca de 90 dias, entre os meses de setembro e dezembro de 2013, contando-se com a participação de 44 voluntários. Em geral os dados foram coletados pelo período de uma semana, porém para alguns ciclistas o tempo de coleta foi maior, chegando a durar 27 dias. Este longo período foi motivado pelos seguidos desencontros entre o pesquisador e o participante.

A média foi de 14,2 viagens realizadas por ciclista, sendo que apenas 8 participantes realizaram mais de 20 viagens e o número máximo de viagens registradas por apenas um participante foi 50. Assim sendo, foram obtidas informações sobre as características dos trajetos, velocidades, comprimentos, duração e declividade das vias.

Após a coleta das informações sobre viagens, os equipamentos foram recolhidos e seus dados transferidos para um computador. Para possibilitar a análise destas informações, foi necessária a conversão dos dados coletados em várias etapas, assim como a transformação deles, em diferentes unidades. Ou seja, as viagens foram analisadas ponto-a-ponto em diferentes programas (Garmin Connct, Mapsource e TransCAD), para que erros de coleta e dificuldades com o uso do GPS fossem detectados e sanados. Todos estes processos estão descritos no Apêndice 4.

Com a correção das viagens, passamos a ter apenas dados que estavam perfeitamente sobrepostos à base de dados do sistema viário da cidade. Desse modo todas as análises posteriores, que necessitavam das informações sobre o sistema viário da cidade puderam ser realizadas. A Figura 4.2 mostra o mapa da cidade (no software TransCAD 5.0) sobre o qual foi colocada uma das viagens realizadas por um ciclista, e duas *datawiews*, uma com as informações referentes às viagens e outra com informações sobre o sistema viário da cidade.

Figura 4.2 - Uma viagem sobreposta ao mapa da cidade de São Carlos



Fonte: autor

4.8. Análise dos resultados obtidos

As análises foram realizadas em três etapas:

1 - As informações obtidas a partir dos questionários foram objeto de análises descritivas para avaliar a importância atribuída pelos ciclistas a cada um dos 18 fatores que pode influenciar na escolha das rotas (mostrados na Tabela 4.1).

2 - Os registros dos percursos realizados pelos ciclistas, obtidos através dos equipamentos GPS foram analisados para serem avaliadas suas características gerais:

comprimento (médio, mínimo e máximo), duração (média, mínima e máxima) e velocidade (média, mínima e máxima) e a distribuição de frequência dos horários de início das viagens. Também foram computadas as porcentagens de percurso realizadas em cada hierarquia viária e em cada nível de qualidade do pavimento.

3 - As características da rota utilizada foram comparadas com as características do caminho mais curto e foi calibrado um modelo de regressão linear múltipla para explicar importância destas diferenças na escolha das rotas pelos ciclistas.

5. RESULTADOS

Este capítulo descreve os resultados obtidos através: da pesquisa realizada com os ciclistas através de um questionário e das informações sobre as viagens realizadas obtidas através dos GPSs.

5.1. Importância dos fatores para a escolha da rota.

O instrumento utilizado na pesquisa com os ciclistas para definir a importância dos fatores na escolha da rota está apresentado na íntegra no Apêndice 01.

A Tabela 5.1 mostra as características gerais dos 44 ciclistas participantes da pesquisa.

Tabela 5.1 -Características dos ciclistas

Gênero	Idade (anos)		Frequência de uso da bicicleta	
Homens: 80%	Menos de 18:	0.0%	Alguns dias por mês:	0.0%
Mulheres: 20%	18 a 24:	23.3%	1 dia por semana:	0.0%
	25 a 34:	43.3%	2 ou 3 dias por semana:	16.7%
	35 a 44:	16.7%	4 ou mais vezes por semana:	83.3%
	45 a 64:	16.7%		
	Mais de 65:	0.0%		

Fonte: autor

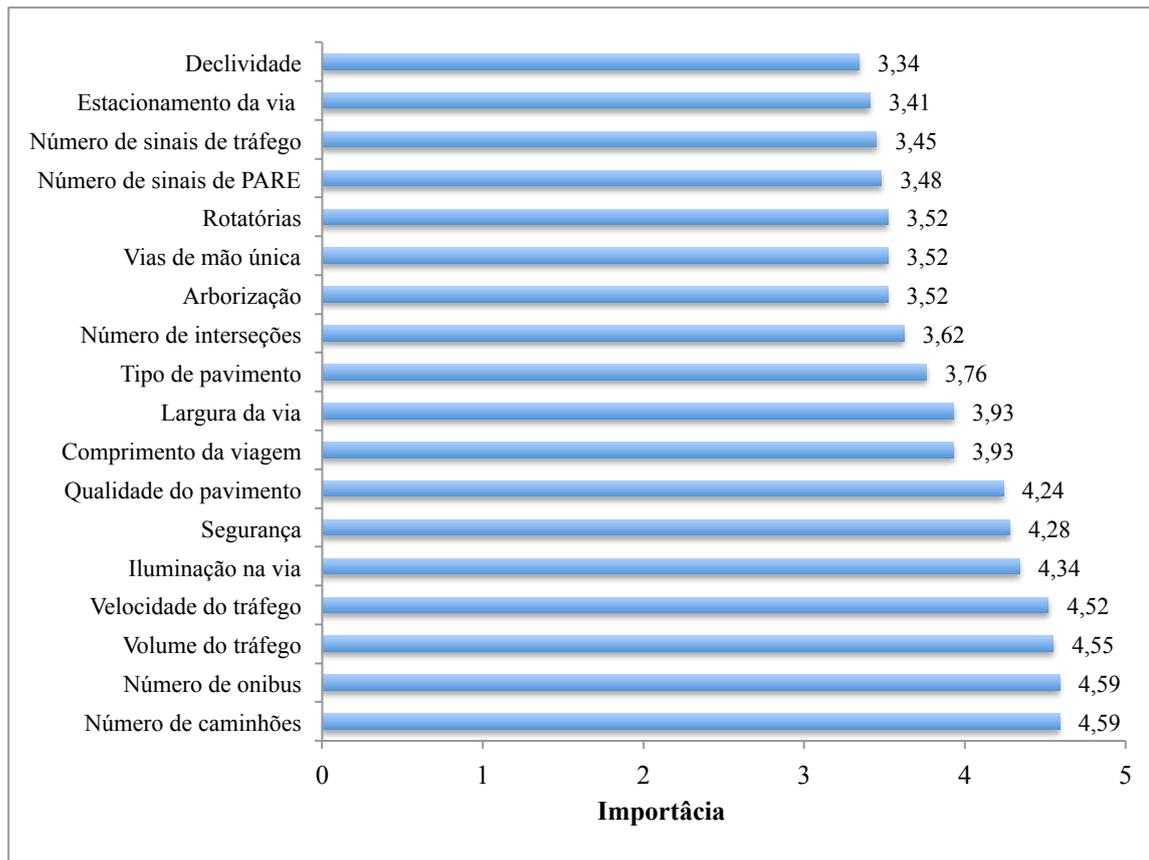
A Tabela 5.2 e a Figura 5.1 mostram a importância relativa de cada um dos 18 fatores (selecionados a partir da revisão bibliográfica) que podem influenciar na escolha das rotas. Conforme definido no Item 5.4 da Metodologia a importância atribuída pelos ciclistas aos fatores pode variar entre: “Muito importante” (codificado como 5) e “Sem importância” (codificado como 1). Assim sendo, os valores mais altos (mais próximos de 5) indicam maior importância do fator.

Tabela 5.2 - Importância dos fatores para escolha da rota

Fator	Média (DP*)	Fator	Média (DP*)
Número de caminhões	4,59 (0,82)	Tipo de pavimento	3,76 (1,09)
Número de ônibus	4,59 (0,73)	Número de interseções	3,62 (1,27)
Volume de tráfego	4,55 (0,91)	Arborização	3,52 (1,09)
Velocidade do tráfego	4,52 (0,83)	Via de mão única	3,52 (1,09)
Iluminação da via	4,34 (0,77)	Rotatórias	3,52 (1,48)
Segurança pessoal	4,28 (1,03)	Número de sinais PARE	3,48 (1,02)
Qualidade do pavimento	4,24 (0,87)	Número de semáforos	3,45 (1,18)
Comprimento da viagem	3,93 (0,96)	Estacionamento na via	3,41 (0,94)
Largura da via	3,93 (1,07)	Declividade	3,34 (1,23)

*: Desvio Padrão

Fonte: autor

Figura 5.1 - Importância dos fatores na escolha das rotas pelos ciclistas

Fonte: autor

Verifica-se que todos os fatores foram considerados com importância acima da média (3,0). No entanto, alguns deles podem ser considerados como os mais importantes.

O número de caminhões, número de ônibus, volume e velocidade do tráfego aparecem como os fatores mais importantes para a escolha da rota (todos com escores acima de 4,0). Estas variáveis estão diretamente relacionadas com a hierarquia viária e evidenciam que os ciclistas procuram evitar vias muito movimentadas. Para esta pesquisa, no entanto, os dados sobre os fluxos de veículos nas vias não estavam disponíveis e não foi possível coletá-los. Assim sendo, adotou-se a hierarquia viária (vias arteriais, coletoras e locais) como *proxy* para estas variáveis, seguindo a metodologia utilizada por Snizek et al (2013).

Dois outros fatores que também obtiveram escores acima de 4,0 foram: iluminação pública e segurança pessoal. São poucas as regiões em São Carlos que possam ser consideradas inseguras para andar de bicicleta, com exceção de algumas áreas na periferia da cidade, onde os participantes desta pesquisa não realizaram seus percursos (fazer o levantamento destas zonas seria inviável, sendo foco de um trabalho futuro a ser realizado). Portanto, este fator foi excluído das análises subsequentes.

O último fator que pode ser considerado importante (com escore acima de 4,0) é a qualidade do pavimento.

O gradiente de declividade da via foi indicado como o fator de menor importância para a escolha da rota (escore igual a 3,34). Embora se esperasse que a declividade fosse um fator importante, este resultado está de acordo com outras pesquisas relatadas na literatura. Menghini et al. (2009), por exemplo, em um estudo realizado em Zurich também verificaram que a declividade não interfere na escolha da rota.

Um teste estatístico t realizado para comparar as opiniões de homens e mulheres verificou que não se pode afirmar que estas opiniões sejam diferentes ($p < 0,05$).

5.2. Análise das viagens realizadas pelos ciclistas

A tabela 5.3 mostra as características gerais das viagens realizadas pelos participantes da pesquisa. Durante o período de coleta dos dados foram registradas 619 viagens e os ciclistas realizaram uma média de 2,5 viagens por dia.

Tabela 5.3 -Características gerais das viagens

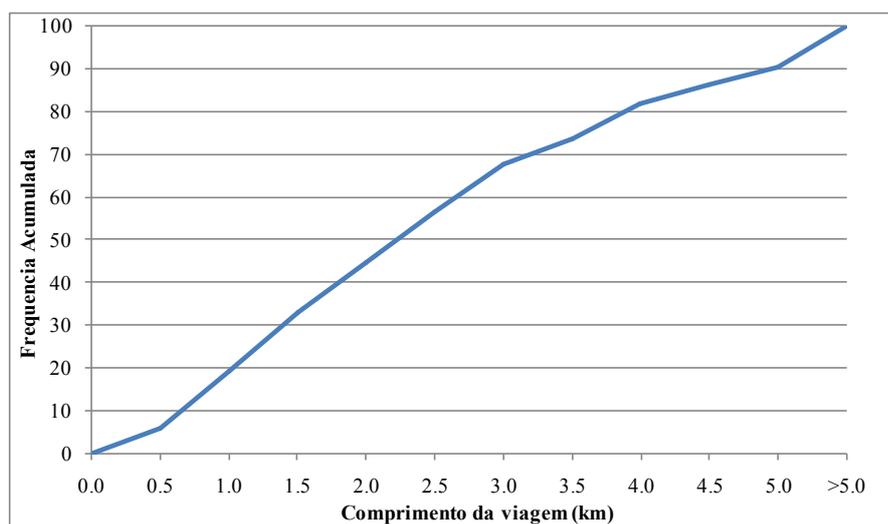
		Média	DesvPad	Mínimo	Máximo	p*
Comprimento da viagem (m)	Todos os ciclistas	2561	1744	94	10036	0.000
	Homens	2812	1800	107	10036	
	Mulheres	1678	1164	94	4709	
Duração da viagem (min)	Todos os ciclistas	11,3	7,1	1,5	56,6	0.000
	Homens	12,1	7,2	1,5	46,3	
	Mulheres	8,4	6,3	1,2	56,6	
Velocidade média (km/h)	Todos os ciclistas	17,6	4,7	3,3	31,7	0.000
	Homens	18,5	4,5	3,3	31,7	
	Mulheres	14,3	4,5	5,5	28,6	

* Nível estatístico de significância de 95%

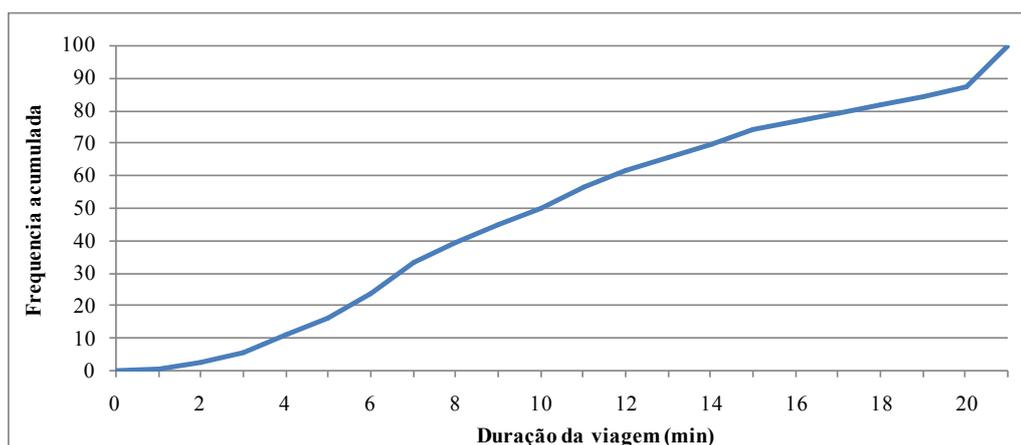
Fonte: autor

Os dados mostraram que os homens realizaram viagens mais longas que as mulheres (com médias de 2,8 km e 1,7 km, respectivamente) e mais demoradas (12,1 minutos e 8,4 minutos, em média). Os homens desenvolvem também maiores velocidades (em média, 18,5 km/h) que as mulheres (em média 14,3 km/h).

Grande parte das viagens realizadas (80,0%) teve comprimento inferior a 4,0 km e 90% foram menores que 5,0 km (Figura 5.2) e a maioria das viagens (87,2%) tiveram duração inferior a 20 minutos (Figura 5.3).

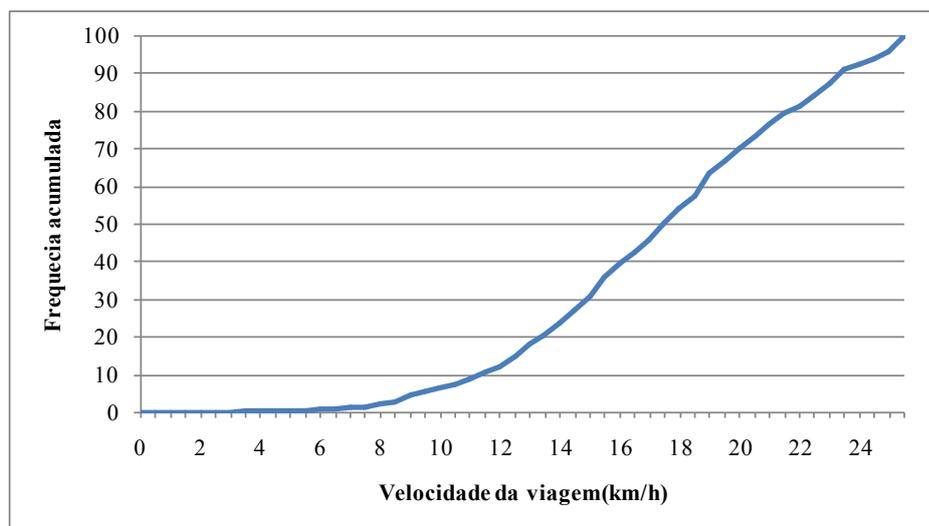
Figura 5.2 -Frequência acumulada do comprimento das viagens

Fonte: autor

Figura 5.3 - Frequência acumulada da duração das viagens

Fonte: autor

As velocidades em 70% das viagens não excederam os 20 km/h. Velocidades superiores a 25 km/h foram observadas em apenas 4,4% das viagens e velocidades inferiores a 8 km/h foram observadas em apenas 7,8% das viagens (Figura 5.4). Estes valores são aceitáveis para viagens para viagens em bicicleta e compatíveis com os valores encontrados na literatura.

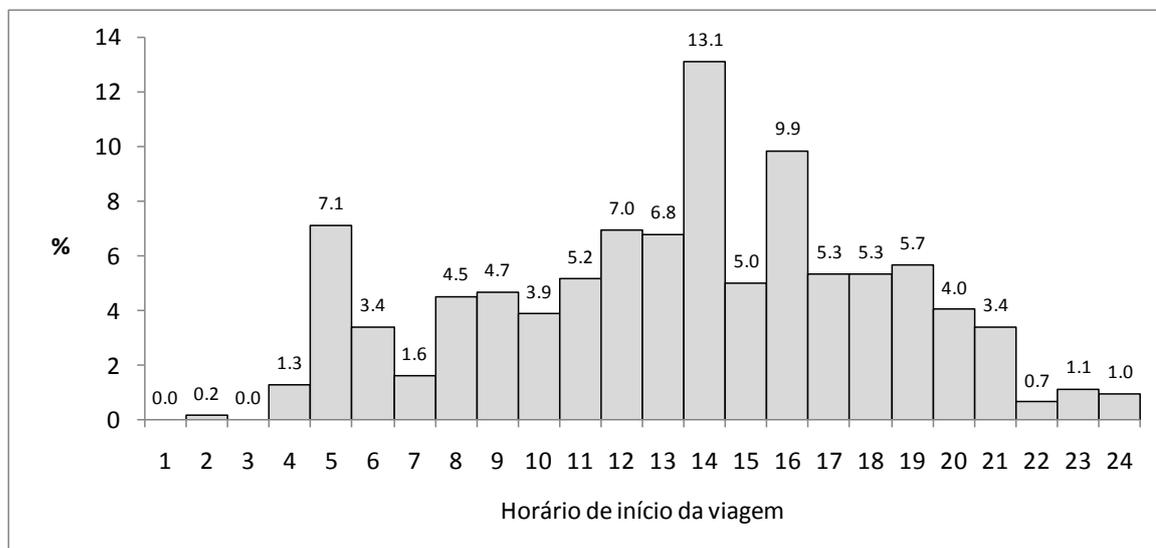
Figura 5.4 -Frequência acumulada das velocidades das viagens

Fonte: autor

A Figura 5.5 mostra a distribuição do horário de início das viagens. Verifica-se que aproximadamente 75% das viagens ocorreram entre 06:00 h e 19:00 h (o que era esperado uma vez que os ciclistas foram orientados a registrar apenas suas viagens para escola

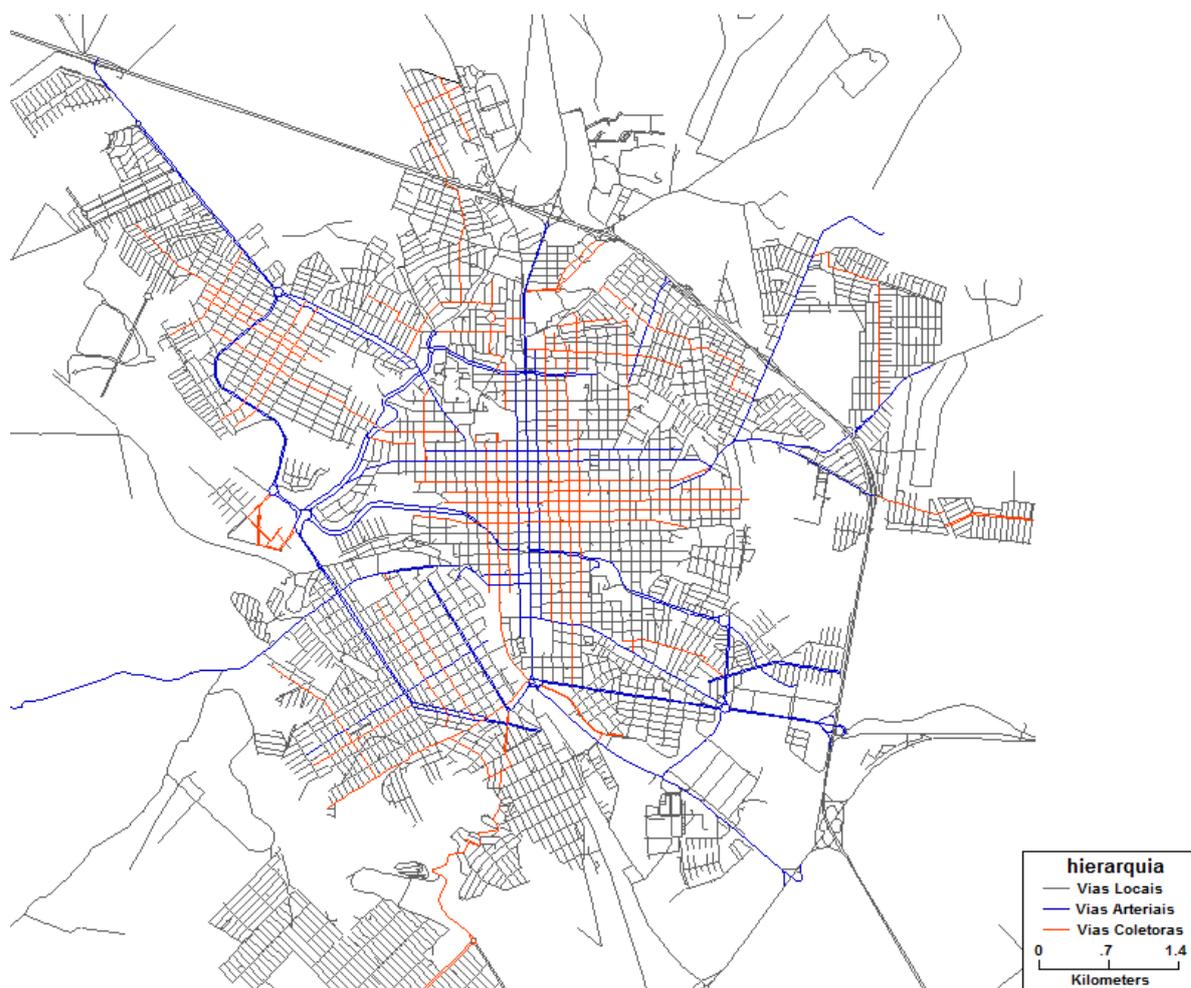
e trabalho). Um número relativamente grande de viagens teve início às 05:00h e foram realizadas por funcionários de uma indústria da cidade com turno de trabalho iniciando às 06:00 horas.

Figura 5.5 -Horário de início das viagens por bicicleta



Fonte: autor

A Figura 5.6 mostra a classificação das vias da cidade quanto a hierarquia viária e a tabela 5.4 apresenta o comprimento de viagem realizado em cada tipo de via. Mais da metade do percurso das viagens (54%) foi realizada em vias locais e cerca de 22% em vias mais movimentadas (arteriais). A grande parcela de viagens por vias locais está relacionada ao fato de que a maior parte das viagens começa ou termina nos bairros onde se localizam as residências dos ciclistas.

Figura 5.6 - Classificação das vias da cidade quando a hierarquia viária**Tabela 5.4** - Porcentagem de percursos em cada tipo de via

Tipo de via	Percurso (m)	%
Local	759.475	54,3
Coletora	330.085	23,6
Arterial	309.104	22,1
Total	1.398.664	100,0

Fonte: autor

A classificação das vias da cidade quanto a qualidade do pavimento e a parcela de percurso realizada em cada tipo de pavimento são mostradas na Figura 5.7 e Tabela 5.5, onde se pode observar uma clara preferência por vias com qualidade de razoável a muito boa. Apenas cerca de 5% das viagens foram realizadas em vias com o pavimento de qualidade 2

(degradado) e não se verificou nenhuma viagem em pavimento de qualidade 1 (muito deteriorado, com trincas e buracos em mais de 75% da superfície).

Figura 5.7 - Classificação das vias da cidade quando a qualidade do pavimento

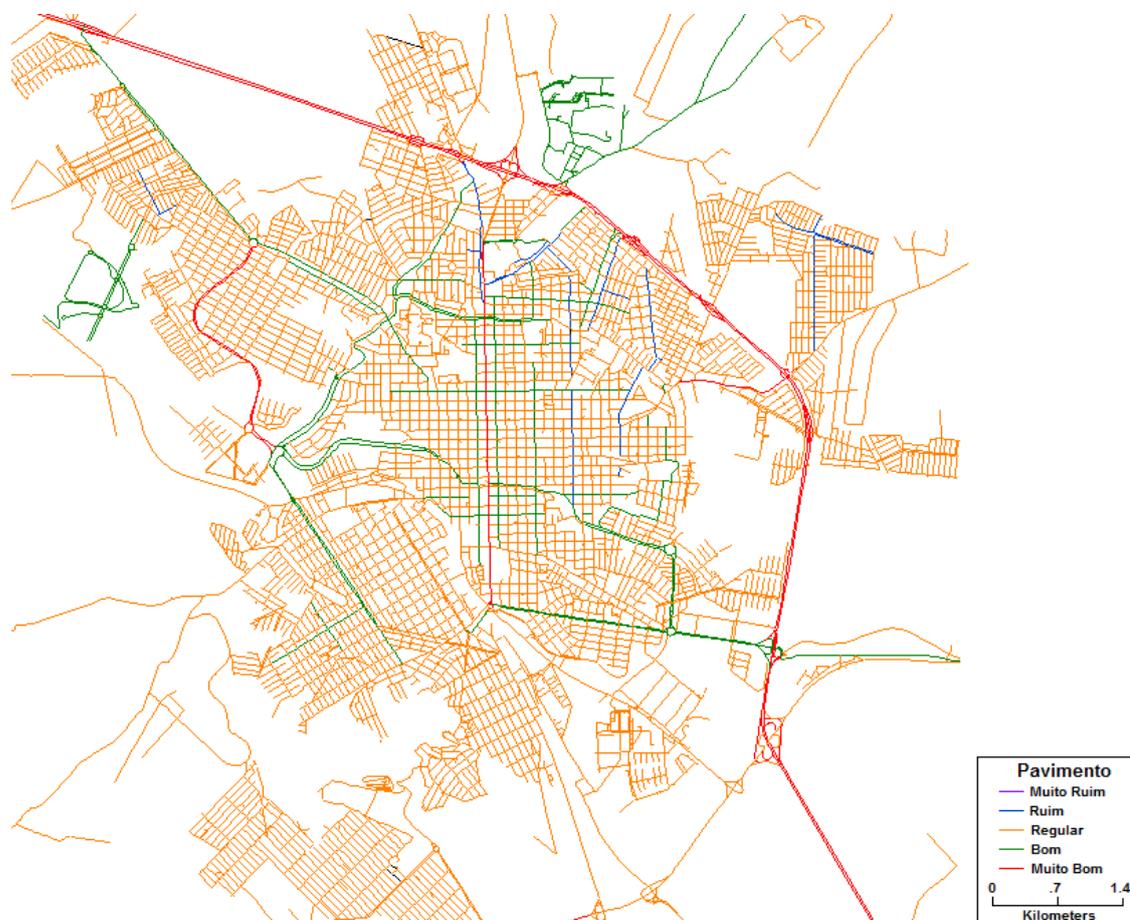


Tabela 5.5 - Porcentagem de percurso em cada qualidade de pavimento

Qualidade do pavimento	Percurso (m)	%
1	0	0,0
2	74.129	5,3
3	945.497	67,6
4	299314	21,4
5	79.724	5,7
Total	1.398.664	100,0

Fonte: autor

5.3. Diferença entre o percurso realizado e o caminho mais curto

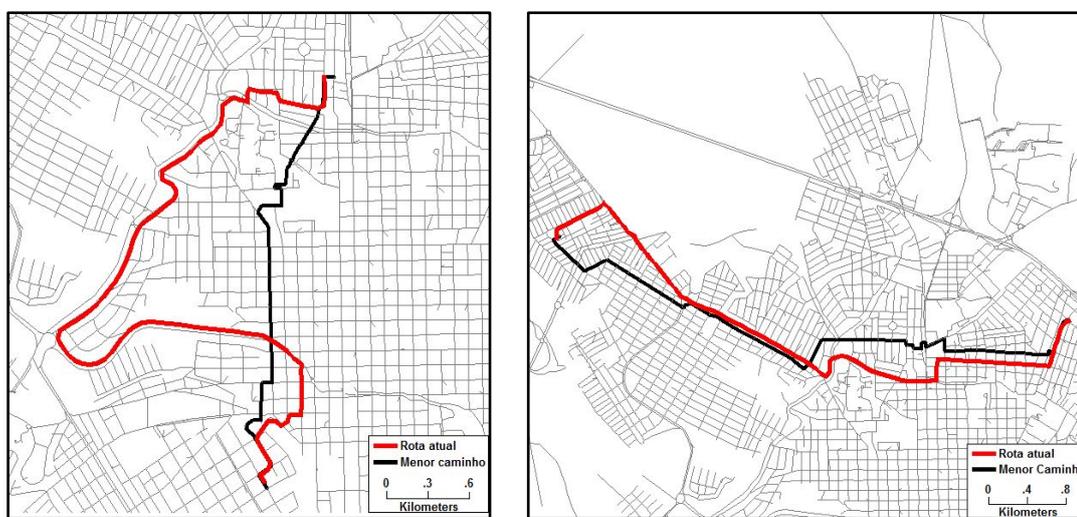
Para cada uma das viagens de bicicleta foi calculada a distância de viagem pelo caminho mais curto entre a origem e o destino e este valor foi comparado com o percurso efetivamente realizado.

Em 118 viagens (18,9%) o percurso realizado foi menor que o caminho mais curto (em média 166 metros). Verificou-se que estas viagens (em parte ou em sua totalidade) foram realizadas na contra mão (não respeitando os sentidos das vias, o que contraria a legislação de trânsito) ou percorreram trechos atravessando terrenos baldios. Estas viagens foram excluídas das análises subsequentes e, portanto, apenas 507 viagens foram consideradas.

Através de um teste-t, verificou-se que a média das distâncias pelos menores caminhos (igual a 2447 metros) é estatisticamente diferente da média das distâncias percorridas pelos ciclistas (2667 metros) com mais de 95% de certeza ($p=0,016$). A distância adicional média foi igual a 220 metros.

A Figura 5.8 mostra, a título de exemplo, o percurso realizado e o menor caminho para dois ciclistas. Em ambos os casos, os ciclistas utilizaram um caminho maior para utilizar sua rota de preferência.

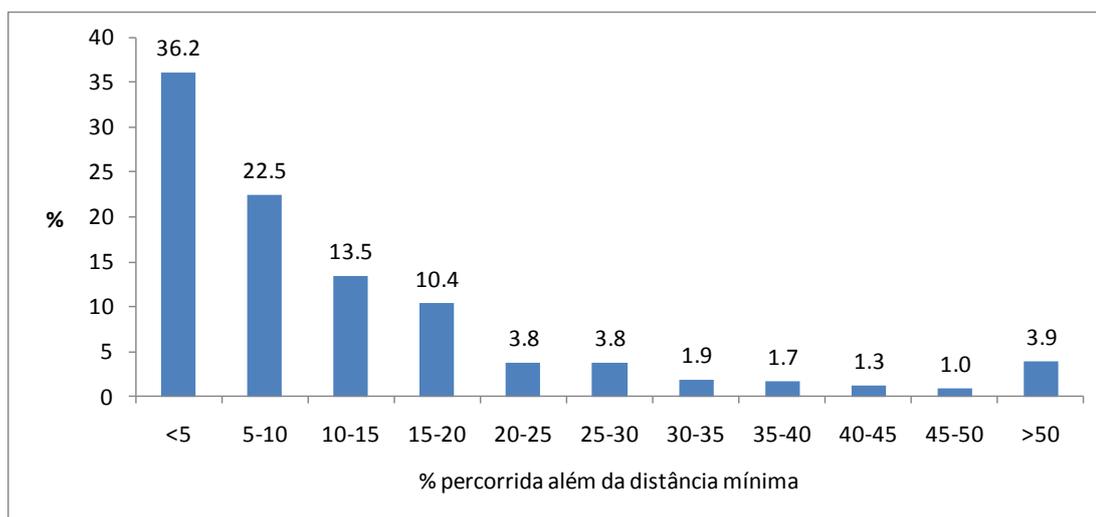
Figura 5.8 -Percurso realizado (rota atual) e menor caminho para 2 ciclistas



Fonte: autor

Em média, o percurso realizado pelos ciclistas foi 13,7% mais longo que o caminho mínimo. A Figura 5.9 mostra a distribuição de frequências das distâncias adicionais percorridas. Cerca de 70% dos ciclistas utilizaram rotas com distância no máximo 15% superiores à distância mínimas entre suas origens e destinos. Apenas 3,9% das viagens tiveram percursos com distância superior a 50% do caminho mínimo.

Figura 5.9 -Distância adicional percorrida pelos ciclistas



Fonte: autor

As mulheres fazem viagens em média 15,9% maiores que o caminho mais curto e os homens percorrem uma distância adicional 13,4% em média maior que a mínima. No entanto esta diferença não é estatisticamente significativa ($t = 1,312$, $p = 0,189$).

5.4. Características das rotas percorridas e dos menores caminhos

As características das rotas percorridas e dos menores caminhos são mostradas na Tabela 5.6. Com relação às 4 primeiras variáveis, verifica-se que não há diferença significativa entre as rotas percorridas e os menores caminhos ($p > 0,05$).

Quanto à qualidade do pavimento, pode-se observar que, nas rotas percorridas é maior a porcentagem dos percursos realizados em pavimento de boa qualidade (4 e 5) e a diferença com relação aos caminhos mais curtos é significativa ($p < 0,05$).

Tabela 5.6 - Características das rotas percorridas e dos menores caminhos

	Rotas percorridas	Menores caminhos	t stat (p)
% em vias locais	54,3%	57,1%	-1,603 (0,109)
% em vias coletoras	23,6%	21,1%	1,522 (0,128)
% em vias arteriais	22,1%	21,8%	0,216 (0,829)
% em pavimento qualidade 2	5,3%	4,4%	1,331 (0,183)
% em pavimento qualidade 3	67,6%	73,7%	-3,844 (0,001)
% em pavimento qualidade 4	21,4%	18,1%	2,427 (0,015)
% em pavimento qualidade 5	5,7%	3,8%	2,686 (0,007)
Declividade média	5,3%	4,3%	5,632 (0,000)
Declividade máxima	10,9%	7,6%	12,345 (0,000)

Fonte: autor

Tanto a declividade média quanto a declividade máxima das rotas percorridas são maiores que as verificadas nos caminhos mais curtos. Este resultado vem confirmar o que já havia sido observado nas entrevistas realizadas com os ciclistas nas quais a declividade aparece como o fator menos importante para a escolha da rota.

5.5. Modelo para estimativa da distância adicional percorrida pelos ciclistas

Várias formulações foram testadas para relacionar a distância adicional percorrida pelo ciclista com as características do menor caminho ligando a origem e o destino de sua viagem, dentre elas algumas tentativas do uso de análise de cluster e regressões lineares múltiplas. A melhor alternativa encontrada foi o modelo mostrado na Equação 5.1 e na Tabela 5.7 (regressão linear múltipla).

$$\text{Delta C} = -1307 + (204,33 \times \ln C) - 0,04 \times H1mc - 0,10 \times P2mc \quad (5.1)$$

Onde:

Delta C: distância adicional percorrida em relação ao caminho mais curto (metros)

C: comprimento da rota percorrida (metros)

H1mc: percurso em via arterial no caminho mínimo (metros)

P2mc: percurso em via de pavimento ruim (qualidade 2) no caminho mínimo (metros)

Tabela 5.7 - Modelo para estimativa da distância adicional percorrida

Variáveis	Coefficiente	p
Constante	-1307,53	0,000
ln C	204,33	0,000
H1mc	-0,04	0,003
P2mc	-0,10	0,050

R²: 0,506
Variável dependente: distância adicional percorrida

Fonte: autor

O logaritmo da distância percorrida mostrou melhor ajuste no modelo que outras formulações da distância. Isto sugere que o importante para o ciclista é a distância adicional relativa e não a absoluta. Ou seja, uma distância fixa como, por exemplo, 1 quilômetro, tem mais impacto em uma viagem curta que em uma viagem longa.

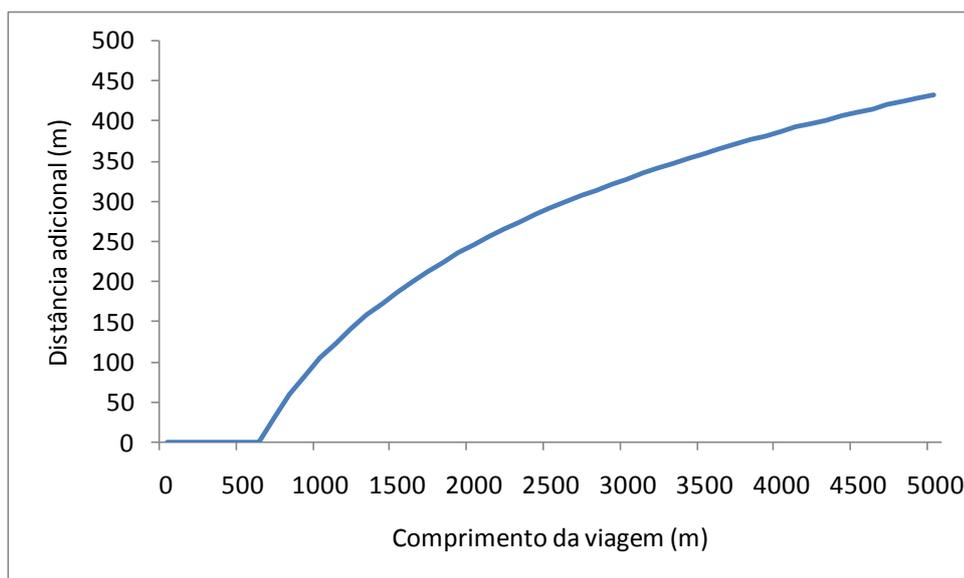
As características pessoais do ciclista (gênero, idade e frequência de uso da bicicleta) não se mostraram significativas para a estimativa da distância adicional percorrida.

Utilizando-se este modelo foi feita uma estimativa da distância adicional que um ciclista estaria disposto a percorrer para utilizar uma infraestrutura cicloviária de boa qualidade (ciclovía, ciclofaixa ou rota ciclável). Com H1mc = 0 (nenhum trecho percorrido em via arterial) e P2mc = 0 (nenhum trecho percorrido em via com pavimento ruim), tem os resultados mostrados na Tabela 5.8 e na Figura 5.10, para diferentes comprimentos de viagem.

Tabela 5.8 - Distância adicional aceitável para utilizar uma infraestrutura ciclística

Comprimento da viagem (m)	Distância adicional aceitável (m)
100	0
500	0
1000	104
1500	187
2000	246
2500	292
3000	329
3500	360
4000	388
4500	412
5000	433

Fonte: autor

Figura 5.10 - Distância adicional aceitável para utilizar uma infraestrutura ciclística

Fonte: autor

Com base nestes resultados é possível inferir a densidade de infraestrutura cicloviária necessária para que uma região possa ser considerada adequada para ciclismo. Por exemplo, cerca de 80% das viagens realizadas pelos ciclistas tiveram comprimento até 4 km (ver Figura 5.2). Para uma viagem de 4 km, a distância adicional aceitável é 388 metros e este valor deve ser considerado como base para a definição de uma rede cicloviária.

6. CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi analisar as diferenças existentes entre o percurso realizado por ciclistas e o menor caminho ligando suas origens e destinos.

Nas entrevistas realizadas através dos questionários os ciclistas mencionaram o volume de caminhões, o volume de ônibus, o volume e a velocidade do tráfego como os fatores mais importantes para a escolha da rota a ser percorrida.

Verificou-se que 70% das viagens realizadas foram, no máximo, 15% mais longas que o menor caminho, e a distância adicional média foi igual a 220 metros.

Foi calibrado um modelo de regressão linear múltipla para relacionar a distância adicional percorrida pelo ciclista com as características do menor caminho ligando a origem e o destino de sua viagem. Várias formulações foram testadas e a melhor alternativa encontrada foi um modelo que tem como variável dependente a distância adicional percorrida em relação ao caminho mais curto e como variáveis independentes (explicativa) o logaritmo da distância percorrida, o percurso em via arterial no caminho mínimo e percurso em via de pavimento ruim (qualidade 2) no caminho mínimo.

O logaritmo da distância percorrida mostrou melhor ajuste no modelo que outras formulações da distância. Isto sugere que o importante para o ciclista é a distância adicional relativa e não a absoluta.

Outras características do sistema viário que poderiam influenciar na escolha da rota como a declividade média e a declividade máxima, não se mostraram significativas no modelo calibrado.

O resultado do modelo indica que os ciclistas desviam do caminho mais curto para percorrer vias com melhor qualidade, principalmente vias onde não existe interação com grande volume de veículos motorizados, mas, a distância adicional que os ciclistas estão dispostos a percorrer é limitada.

Esta limitação de distância tem implicações sobre a densidade de infraestrutura cicloviária necessária para que uma região seja considerada como adequada para viagens por bicicleta. Assim sendo, estes resultados fornecem subsídios para a definição da densidade de infraestrutura cicloviária adequada para que mais pessoas sejam incentivadas a usar a bicicleta em suas viagens utilitárias.

Os resultados obtidos por esta pesquisa, através dos questionários e das viagens efetivamente realizadas pelos ciclistas, reforçam a necessidade de que as cidades invistam na implantação de uma densa rede cicloviária para que os indivíduos sejam motivados a adotar a bicicleta como seu modo de transporte para trabalho e escola.

6.1. Limitações

Embora os resultados desta pesquisa forneçam uma comparação entre as rotas percorridas pelos ciclistas e os caminhos mais curtos, diversas simplificações foram adotadas na metodologia, o que pode limitar a abrangência das conclusões.

Inicialmente, a metodologia adotada considerou que os ciclistas conhecem suficientemente os atributos de cada rota. Na realidade, os ciclistas nem sempre estão cientes do caminho mais curto disponível e, em muitos casos, é difícil determinar a menor distância entre uma origem e um destino. No caso desta pesquisa foi necessária a utilização de um Sistema de Informações Geográficas para determinar o menor caminho, um procedimento não disponível para a maioria dos ciclistas.

Em um sistema viário tradicional (em forma de grelha), existem inúmeros caminhos que têm essencialmente a mesma distância, sendo que cada um deles pode ter diferentes características. É provável que quando um ciclista realiza uma viagem neste sistema viário, ele escolha uma rota com seus atributos preferidos sem acrescentar qualquer distância adicional a seu percurso.

A hierarquia viária foi utilizada como variável *proxi* para o volume, a velocidade e a composição do fluxo de veículos, porque estas variáveis originais não estavam disponíveis. É necessário que, em uma eventual continuação desta pesquisa, seja feito um esforço adicional no sentido de obter dados reais sobre as características dos fluxos de veículos nas vias.

Os resultados obtidos não refletem, necessariamente, o comportamento de todos os ciclistas. A pesquisa foi realizada em uma cidade de porte médio, com uma amostra relativamente pequena de ciclistas voluntários (amostra não aleatória). Diferentes resultados podem ser obtidos com uma amostra maior e, em um contexto diferente.

No entanto, apesar destas limitações, é necessário ressaltar que esta pesquisa é um primeiro esforço no sentido de coletar dados reais sobre o comportamento de ciclistas e evidenciou as dificuldades existentes para este tipo de coleta de dados.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Existem diversas possibilidades para continuação desta pesquisa. Com dados adicionais podem ser incluídas na análise outras variáveis explanatórias como: o volume e a velocidade do tráfego, o número de interseções a serem cruzadas e a largura das vias.

REFERENCIAS

AULTMAN-HALL L., HALL F. L., BAETZ B. B., Analysis of Bicycle Commuter Routes Using Geographic Information Systems: Implications for Bicycle Planning. **Transportation Research Record**, nº 1578, p. 102-110, 1997.

BRASIL, **Caderno Referência para a elaboração: Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Ministério das Cidades, Caderno 01, p. 232, 1ª ed. Brasília, DF. 2007.

BROACH J., DILL J., GLIEBE J., Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. **Transportation Research Part A**, nº46, p. 1730–1740, 2012.

BROACH J., GLIEBE J., DILL J., Bicycle route choice model developed using revealed preference GPS data. **90th Annual Meeting of Transportation Research Board**, 2011.

CASELLO J. M., NOUR A., REWA K. C., HILL J., An analysis of stated preference and gps data for bicycle travel forecasting. **90th Annual Meeting of Transportation Research Board**, 2011.

CLARKE P., AILSHIRE J., MELENDEZ R., BADER M., MORENOFF J., Using Google Earth to Conduct a Neighborhood Audit: Reliability of a Virtual Audit Instrument. **US National Library of Medicine National Institute of Health**, nº16, p. 1224-1229

DILL J., Bicycling for Transportation and Health: The Role of Infrastructure. **Journal of Public Health Policy**, nº 30, p. 95–110, 2009.

DILL J., GLIEBE J., **UNDERSTANDING AND MEASURING BICYCLING BEHAVIOR: A FOCUS ON TRAVEL TIME AND ROUTE CHOICE**. Relatório final da pesquisa para Oregon Transportation Research and Education Consortium (OTREC). 2008.

EL-GENEIDY A., KRIZEK K. J., IACONO M., Predicting bicycle travel speeds along different facilities using GPS data: a proof of concept model. **86th Annual Meeting of Transportation Research Board**, 2007.

EMOND C.R., HANDY S., Factors associated with bicycling to high school: insights from Davis, CA. **Journal of Transport Geography**, nº20, p. 71-79, 2011.

FAJANS, J. CURRY M., Why Bicyclists Hate Stop Signs. **Access**, nº18, p.21-22, 2001.

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

HARVEY F., KRIZEK K.J., COLLINS R., Using GPS Data to Assess Bicycle Commuter Route Choice. **87th Annual Meeting of Transportation Research Board**, 2008.

HEINEN E., MAAT K., WEE B. V., The role of attitudes toward characteristics of bicycle commuting on the choice to cycle to work over various distances. **Transportation Research Part D**, n°16, p. 102–109, 2011.

HOOD J., SALL E., CHARLTON B., **A GPS-based Bicycle Route Choice Model for San Francisco, California**. Pesquisa elaborada para a Planning and Research Grant from the California Department of Transportation, 2011.

HUNT J., ABRAHAM J. E., Influences on bicycle use. **Transportation: Planning, Policy, Research, Practice**, n° 34, p. 453-470, 2007.

HYODO T., SUZUKI N., TAKAHASHI K., Modeling of Bicycle Route and Destination Choice Behavior for Bicycle Road Network Plan. **Transportation Research Record 1735**, n° 1434, p. 70-76, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em: 10/04/2014.

KIRNER, J. P. **Nível de Serviço para Bicicletas: um estudo de caso nas cidades de São Carlos e Rio Claro**. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos. 2011.

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

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

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

LARSEN J., EL-GENEIDY A. A travel behavior analysis of urban cycling facilities in Montréal Canada. **Transportation Research Part D**, n°16, p. 172–177, 2011.

LARSEN J., EL-GENEIDY A. A Travel Behavior Analysis of Urban Cycling Facilities in Montreal Canada. **Transportation Research Part D**, n°10, p.1-6, 2010.

LINDSEY G., HANKEY S., WANG X., CHEN J., **Feasibility of Using GPS to Track Bicycle Lane Positioning**. Relatório final para a University of Minnesota, 2013.

MENGHINI G., CARRASCO N., SCHÜSSLER N., AXHAUSEN K.W., Route choice of cyclists in Zurich. **Transportation Research Part A**, n°44, p. 754-765, 2010.

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

PAPINSKI D., SCOTT D. M., DOHERTY S. T., Exploring the route choice decision-making process: A comparison of planned and observed routes obtained using person-based GPS. **Transportation Research Part F**, n°12, p. 347–358, 2009.

PEREIRA L. P., **ATUALIZAÇÃO DA REDE GPS DE SÃO CARLOS E A AVALIAÇÃO DO MÉTODO “PPP” EM COMPARAÇÃO COM O AJUSTAMENTO DE REDES GEODÉSICAS**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

PETRITSCH T. A., LANDISB. W., HUANG H. F., CHALLA S., Side path Safety Model: Bicycle Sidepath Design Factors Affecting Crash Rates. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n°1982.2006.

PUCHER, J., DILL, J., HANDY, S., Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. **Preventive medicine**, n° 50, p.106–125, 2010.

RIBEIRO, P. J. G., **Estudos de vias urbanas: Processo de Seleção de Indicadores Ambientalmente Sustentáveis de Gestão de Tráfego**. Dissertação de Mestrado ao programa de Vias em Comunicação da Universidade do Porto, p 479, 2005.

RODRIGUES D. S., **Avaliação Multicritério de Acessibilidade em Ambiente SIG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Municipal) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, 2001.

RONDINELLA G., FERNÁNDEZ-HEREDIA A., MONZÓN A., Analysis of perceptions of utilitarian cycling by level of user experience. **91st Annual Meeting of the Transportation Research Board**, 2012.

SENER I. N., ELURU N., BHAT C. R., **An Analysis of Bicycle Route Choice Preferences Using a Web-based Survey to Examine Bicycle Facilities**. Relatório Técnico para o Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, The University of Texas at Austin, 2008.

SENER I. N., ELURU N., BHAT C. R., An Analysis of Bicyclists and Bicycling Characteristics: Who, Why, and How Much are they Bicycling? **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n° 2134, p. 63-72, 2009.

SHAFIZADER, K. e NIEMEIER, D. Bicycle journey to work: travel behavior characteristics and spatial attributes. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** n°1578. 1997.

SHANKWILER, K. D., Developing a framework for behavior assessment of bicycling commuters: a cyclist-centric approach. **School of Industrial Design**, Atlanta: Georgia Institute of Technology. p. 87, 2006.

SNIZEK B., SICK NIELSEN T. A., SKOV-PETERSEN H., Mapping bicyclists experiences in Copenhagen. **Journal of Transport Geography n°30**, p.227-233, 2013.

STINSON M. A., BHAT C. R., A., Comparison of the Route Preferences of Experienced and Inexperienced Bicycle Commuters. **84th Annual Meeting of Transportation Research Board**, Transportation from the Customer's Perspective. 2005.

STINSON M.A., E BHAT C. R., Frequency of Bicycle Commuting: Internet-Based Survey Analysis. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, n°1878**, p.122-130,2004.

STINSON, M. A., BHAT C. R., An Analysis of Commuter Bicyclist Route Choice Using a Stated Preference Survey. **In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, n°182**, p.107-115, 2003.

STOPHER P., FITZGERALD C., ZHANG J., Search for a global positioning system device to measure person travel. **Transportation Research Part C, n°16**, p. 350–369, 2008.

SYKES R., DRISCOLL, T. W. **Creating bicycle transportation networks: A guidebook**, Relatório final para o Minnesota Department of Transportation, p.141, 1996.

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

US DOT, Pavement Design: Principles and Practices (A Training Course, Participant Notebook), p. 844,1987

WINTERS M., TESCHKE K., GRANT M., SETTON E. M., BRAUER M., How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car travel. **89th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, 2010.

APÊNDICE 01

O questionário completo a ser utilizado na pesquisa de campo é apresentado a seguir.

		 Núcleo de Estudos sobre Mobilidade Sustentável
<p>Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, que visa analisar como os ciclistas escolhem suas rotas na cidade de São Carlos. Todas as informações fornecidas serão tratadas de forma totalmente anônima, garantindo a privacidade do participante. Qualquer dúvida sobre este questionário ou sobre a pesquisa favor contatar beatrizsegadilha@hotmail.com</p> <p>Obrigada</p>		

Qual a importância dos fatores seguintes para a escolha das vias onde você vai pedalar?

Fatores	Muito importante	Importante	Indiferente	Pouca importância	Sem importância
Largura da via					
Via de mão única					
Tipo de pavimento					
Estado de conservação do pavimento					
Declividade da via					
Estacionamento permitido no lado direito da via					
Volume de veículos					
Número de caminhões					
Número de ônibus					
Velocidade dos veículos					
Arborização					
Segurança pessoal (possibilidade de assaltos, agressões)					
Número de cruzamentos com parada obrigatória (sinal de PARE)					
Número de cruzamentos com semáforos					
Comprimento da viagem					
Iluminação da via					
Número total de cruzamentos					
Necessidade de passar por rotatórias					

<p>Gênero</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Feminino</p>	<p>Por qual motivo você mais usa a bicicleta?</p> <p><input type="checkbox"/> Trabalho</p> <p><input type="checkbox"/> Estudo</p> <p><input type="checkbox"/> Lazer / Esporte</p> <p><input type="checkbox"/> Outro motivo _____</p>
<p>Com que frequência você usa a bicicleta?</p> <p><input type="checkbox"/> Alguns dias por mês</p> <p><input type="checkbox"/> 1 dia por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 2 a 3 dias por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 4 ou mais dias por semana</p>	<p>Idade</p> <p><input type="checkbox"/> Menos que 18 anos</p> <p><input type="checkbox"/> 18 a 24 anos</p> <p><input type="checkbox"/> 25 a 34 anos</p> <p><input type="checkbox"/> 35 a 44 anos</p> <p><input type="checkbox"/> 45 a 64 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Mais que 65 anos</p>
<p>Você costuma planejar sua rota antes de sair de casa?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim</p> <p><input type="checkbox"/> Não</p>	
<p>Você teve alguma dificuldade em usar o GPS? Se sim, descreva.</p>	

APÊNDICE 02

AJUSTE DA BASE DE DADOS DE SÃO CARLOS

A falta de georeferenciamento da base de dados de São Carlos foi um dos problemas encontrados para a realização deste estudo.

O dados coletados pelo GPS e trex vista HCx, estavam no sistema de coordenadas *Universal Transverse Mercator Coordinate System- UTM 23*, com longitudes 48W a 42W (zona que caracteriza a cidade de São Carlos), e o *datum* utilizado foi o WGS1984.

Porém ao se inserir os dados obtidos com a coleta pelo GPS, no mapa existente da cidade, as rotas não se sobrepuseram ao banco de dados, apesar de possuírem as mesmas *coordenadas, elipsoide e datums*. Dessa forma constatou-se que o banco que dados que se possuía não estava georeferenciado.

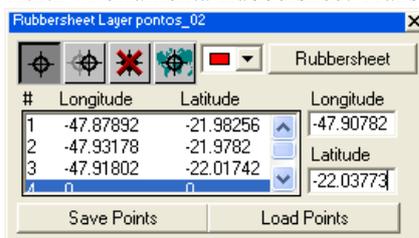
Sendo necessário que se fizesse uma coleta de pontos em loco. Utilizou-se como referencia o trabalho de Pereira (2007), que elaborou uma rede de GPS (com uma malha de 9 pontos) sobre totalidade da extensão da cidade de São Calos. Dessa forma se foi a campo com porte de um GPSs de precisão (LAICA Zeno10), para ajustar o mapa da cidade na latitude e longitude correta, ou seja, georeferencia-lo para uso no programa transCAD.

Figura A.2.1 - GPS Laica Zeno 10



Os dados coletados com o GPS de precisão, foram abertos no programa MapSource e salvos em uma extensão legível pelo TransCAD, onde se pode fazer triangulações através, dos 9 pontos captados. Para tanto, foi utilizada a ferramenta *rubbersheet*, possibilitando que o mapa existente fosse ajustado às coordenadas reais do município.

Figura A.2.2 - Ferramenta Rubbersheet TransCAD5.0



Fonte: autor

Ao se obter a triangulação do mapa sem distorções, teve-se uma base de dados georeferenciada e com as coordenadas corretas em todos os pontos da cidade. Podendo-se assim, dar sequência ao trabalho.

Ao se abrir o mapa da base de dados, juntamente com as rotas coletadas pelos ciclistas, houve a sobreposição perfeita entre ambos os *layers* (mapa e linhas dos trajetos). Fazendo com que as próximas etapa do projeto, realizada com a totalidade da amostra, fosse viável.

APÊNDICE 03

CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DEFINIÇÃO DA HIERARQUIA VIÁRIA E QUALIDADE DO PAVIMENTO

Para a realização do estudo nas viagens coletadas com o GPS, foi necessária a criação de uma base de dados da cidade de São Carlos, com as informações sobre a hierarquia viária (variável *proxi* para volume e velocidade das vias) e sobre a qualidade do pavimento. O processo e os critérios para a criação destas bases de dados, estão descritos a seguir.

Hierarquia Viária

A definição da hierarquia viária foi baseada nos critérios descritos na Tabela A.3.1. Como produto, foi elaborado um mapa, no software TransCAD 5.0, onde cada uma das vias possuía informações quanto à sua hierarquia viária, com vias locais (codificadas com valor 0), coletoras (codificadas com valor 2) e arteriais (codificadas com valor 1).

Tabela A.3.1– Critérios para a classificação de vias urbanas, quanto a hierarquia

Características	Vias arteriais	Vias coletoras principais	Vias coletoras locais	Vias de acesso local
Continuidade da rede	Rede continua	Não é obrigatório forma uma rede continua	Criar um conjunto de redes continuas associadas a cada espaço local	Não devem criar redes continuas
Tipo de ligação	Direta a outras vias estruturantes	Às vias distribuidoras locais, a rede estruturante	Entre si, as distribuidoras principais e de acesso locais	Entre si, as distribuidoras locais
Movimentação do tráfego local	Muito pequeno	Alguns	Atividade predominante	Nenhum (possível a transporte publico)
Atividades dos veículos pesados de mercadorias	Adequado (especialmente a viagens longas)	Mínima		Proibido (exceto a entrega de mercadorias e realização de serviços)
Velocidade recomendada	Superior a 80km/h	Cerca de 50km/h	Inferiores a 30 – 40km/h	Limitadas a 20 – 30 km/h
Estacionamento	Proibido	Autorizado (evitar nas proximidades das interseções)	Autorizado	

Fonte: Autor, adaptado de Ribeiro (2005)

Qualidade do pavimento das vias

A definição da qualidade do pavimento das vias foi realizada seguindo o procedimento descrito no trabalho de CLARKE et al (2010), onde o *Google Streetview* é utilizado para avaliar a qualidade da infraestrutura para pedestres.

A avaliação do pavimento seguiu os critérios descritos em US DOT (1987) mostrados na Tabela A.3.2.

Tabela A.3.2 – Critérios para avaliação da qualidade de pavimento de vias urbanas.

Nível	Qualidade	Descrição
1	Muito ruim	Pavimento muito deteriorado (trincas e buracos em mais de 75% da superfície)
2	Ruim	Pavimento deteriorado (trincas e buracos em mais de 50% da superfície)
3	Regular	Qualidade inferior ao nível 4, apresentando trincas e alguns remendos
4	Bom	Pavimentos lisos e que apresentam poucos sinais de deterioração
5	Muito Bom	Somente pavimentos novos ou quase novos

Fonte: US DOT (1987)

APÊNDICE 04

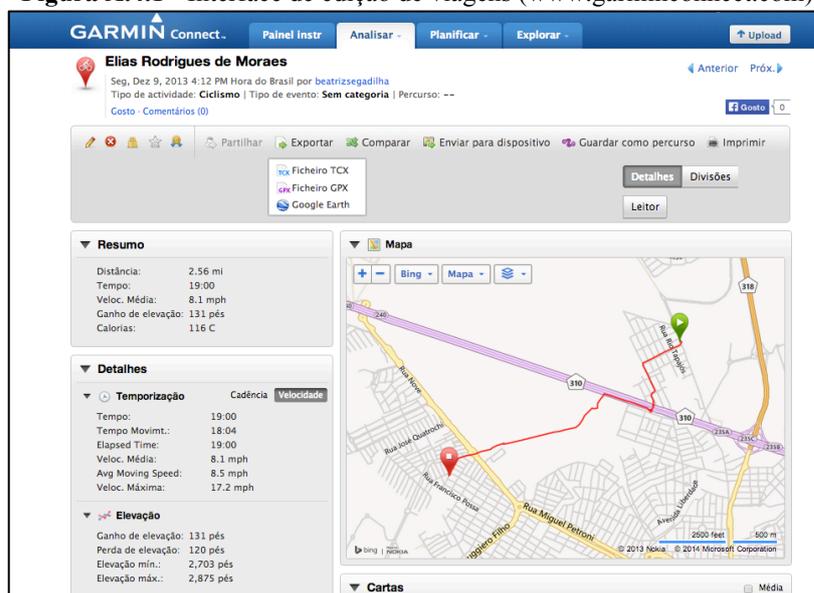
PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DAS VIAGENS REGISTRADAS

Após a coleta dos dados, para possibilitar a análise destas informações, foi necessária a conversão dos dados coletados em várias etapas, assim como a transformação deles, em diferentes unidades.

A primeira etapa foi o *download* das informações coletadas do GPS para um software, no caso para a página oficial da GARMIN (www.connect.garmin.com), que era a única opção permitida pelo aparelho para *download* dos dados. Ali foram dispostas todas as informações coletadas com o Edge 200, durante o período em que os GPS's esteve com cada um dos ciclistas.

Nesta plataforma *online*, era permitida alguma edição inicial aos dados das viagens. Onde estavam disponíveis informações referentes a distancia, tempo, velocidade média, ganho de elevação e calorias gastas pelos ciclistas (Figura A.4.1)

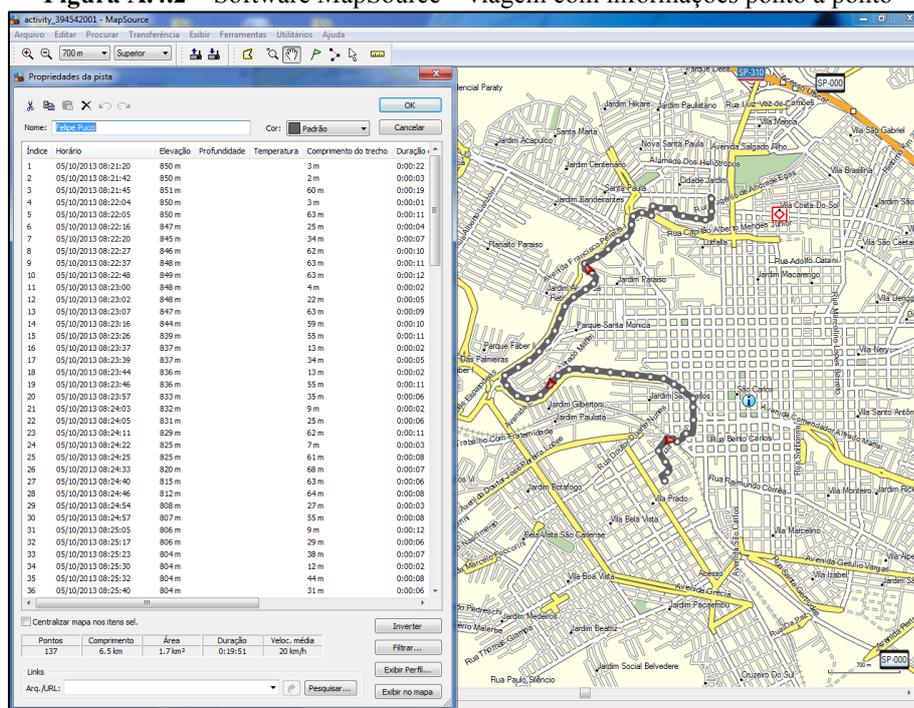
Figura A.4.1 - Interface de edição de viagens (www.garminconnect.com)



Fonte: autor

No entanto, poucas eram as possibilidades de correção e ajustes das viagens permitidas por essa plataforma. Desse modo, os dados foram convertidos para uma extensão legível por pelo programa MapSource (formato .GPX), um software *free* fornecido pela GARMIN, que permite uma maior flexibilidade e um maior número de análises e edições das viagens registradas (Figura A.4.2).

Figura A.4.2 – Software MapSource – viagem com informações ponto a ponto



Fonte: autor

Neste programa era possível verificar simultaneamente os trechos percorridos e as informações referentes a cada ponto coletado com o GPS. Cada linha da tabela mostrada na tela do programa refere-se a um ponto coletado pelo aparelho. As informações coletadas são: horário de registro dos dados, elevação do ponto onde o dado foi coletado, comprimento do trecho percorrido entre este ponto e o seguinte, tempo transcorrido entre o registro do ponto e o registro do ponto seguinte, velocidade de percurso do trecho e o azimute/percurso do trecho (indicando a direção do movimento, em graus com relação ao norte verdadeiro).

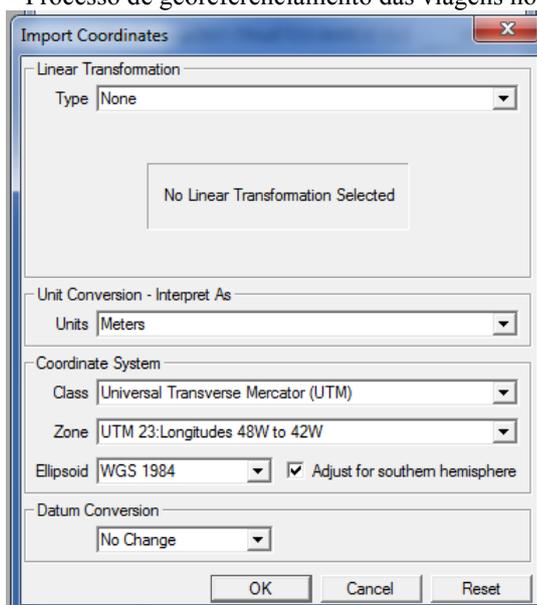
Nesta etapa, todas as viagens foram analisadas ponto-a-ponto, e eventuais problemas que ocorreram com a captação de dados através dos GPSs foram tratados segundo o procedimento utilizado por Stopher et al (2008). Os erros corrigidos foram os seguintes:

1. paradas superiores a 5 min foram divididas e consideradas como duas viagens (Dill, 2009)
2. viagens com mudança de sentido foram divididas caracterizando o início de uma nova viagem,
3. partidas a frio (quando o aparelho demora em começar a registrar os dados) foram reavaliadas
4. pontos coletados quando o ciclista estava parado (por esquecimento em desligar o aparelho) foram excluídos.

Depois destas uniões, divisões e exclusões, foram obtidos dados sobre 619 viagens. Todas elas foram salvas em formato .DXF (extensão comumente aceita por programas de SIG, como o TransCAD, utilizado para a análise dos dados).

Para a inserção das viagens no TransCAD, os arquivos (em formato .DXF) passaram pelo processo de georeferenciamento (Figura A.4.3) de acordo com as informações de localização da cidade de São Carlos (IBGE, 2013).

Figura A.4.3 – Processo de georeferenciamento das viagens no TransCAD 5.0



Fonte: autor