

# **IMPACTOS DA HIERARQUIA VIÁRIA NO NÍVEL DE SERVIÇO DE MODOS NÃO-MOTORIZADOS**

**Vanessa Naomi Yuassa**  
**Fabíola de Oliveira Aguiar**  
**Antônio Nelson Rodrigues da Silva**  
Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

## **RESUMO**

A hipótese inicial levantada neste trabalho é de que o planejamento de transportes vigente, baseado na hierarquia viária direcionada ao automóvel, produz impactos negativos no nível de serviço de outros modos de transporte, sobretudo os não-motorizados. O presente trabalho tem como objetivo verificar essa hipótese através de um estudo de caso realizado em um campus universitário. A avaliação de nível de serviço para os modos a pé, bicicleta e automóvel foi realizada a princípio de forma qualitativa, através de uma análise visual, e posteriormente de forma quantitativa, através do método de correlação dos *rankings* de Kendall. Os resultados encontrados, tanto através de métodos de avaliação qualitativos como quantitativos, demonstram que a correlação entre os níveis de serviço dos modos de transporte analisados e a hierarquia viária foi, de forma geral, pouco significativa. Esses resultados devem ser vistos com cautela, no entanto, dadas as condições particulares do ambiente estudado.

## **ABSTRACT**

The initial hypothesis of this work is that the current transportation planning practice, which is based on a hierarchy of streets directed to the automobile, produces negative impacts on the level of service of other transportation modes, mainly for the non-motorized modes. The objective of the present work is to test this hypothesis through a case study conducted in a university campus. After assessing the level of service of the links in the networks for pedestrians, cyclists and automobiles, they were analyzed through qualitative and quantitative methods. The qualitative analysis was mainly done through visual inspection of the results while the method used for the quantitative analysis was the Kendall's correlation ranking method. The results found in both cases show that the relationships between the levels of service of the different modes and the roads hierarchy were not strong. However, those results must be taken carefully, given the particular conditions of the environment in the case studied.

## **1. INTRODUÇÃO**

Muitos foram os planos urbanísticos após a Segunda Guerra Mundial que apresentavam como característica comum a racionalização das vias e a abertura de grandes artérias, sendo o veículo automotor o principal condicionante da estrutura urbana. Esses planos atendiam principalmente aos anseios de urbanistas utópicos e da camada política dominante, e não às reais necessidades da população. No entanto, isso hoje se reflete em uma queda da mobilidade urbana, tendo por consequência a queda da qualidade de vida, com grandes congestionamentos, altos índices de acidentes e degradação do meio ambiente.

No Brasil existem atualmente algumas iniciativas de planos estratégicos de melhoria da mobilidade urbana, como o que é sugerido no guia para elaboração de Planos Diretores de Transporte e da Mobilidade (Ministério das Cidades, 2006). Este guia apóia projetos de sistemas de circulação não-motorizados, especificamente estimulando o modo a pé através da construção de passeios, com especial atenção para os princípios do desenho universal, e o uso de bicicletas. No entanto, apresenta apenas de forma superficial os modos não-motorizados como condicionantes da estrutura viária urbana, somente através de projetos paliativos ou pontuais de infra-estrutura.

Logo, é de suma importância a busca por ferramentas de planejamento estratégico que possibilitem a caracterização da realidade do meio urbano, para posterior adequação das infraestruturas de transportes a essa realidade. Com essa motivação, o objetivo do presente estudo é verificar a hipótese de que o planejamento direcionado ao modo automóvel leva a uma deterioração do nível de serviço dos modos não-motorizados. Isso será feito através de um estudo de caso, realizado na Área I do Campus USP - São Carlos, cujos detalhes são apresentados no item 4 deste documento. Antes, porém, são discutidos aspectos gerais relativos à avaliação de níveis de serviço em transportes, no item 2, e as metodologias adotadas para esse fim no presente estudo, apresentadas no item 3. As seções finais do documento são destinadas à discussão dos resultados (item 5) e das conclusões (item 6), seguidas pela bibliografia consultada.

## **2. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO: UMA REVISÃO**

Desde a metade do século XX engenheiros de tráfego e planejadores buscam qualificar o nível de serviço dos modos de transporte, sobretudo do modo automóvel. Isso se dá devido às problemáticas, principalmente das grandes cidades, que dizem respeito ao congestionamento e à degradação ambiental. Nos últimos anos, no entanto, o foco está sendo de certa forma redirecionado aos modos de transporte não-motorizados.

Várias são as metodologias de avaliação de nível de serviço dos modos a pé e bicicleta. Essas, no entanto, não apresentam uma padronização, devido à existência de uma gama extensa de variáveis para descrever as características e níveis de qualidade. Entre as metodologias encontradas na literatura para avaliação do nível de serviço do modo a pé estão: Fruin (1971a, 1971b), HCM (1985), Khisty (1995), Sarkar (1995), Dixon (1996) e Ferreira e Sanches (2001). Para o modo bicicleta merecem destaque os trabalhos de Sorton e Walsh (1994), Epperson (1994), Dixon (1996) e Landis *et al.* (1997). Dessas, somente a metodologia de Landis *et al.* (1997) está baseada na percepção dos ciclistas sobre a qualidade das vias.

Em geral, dentre as metodologias que levam em consideração o ponto de vista do usuário, observa-se a dificuldade de obtenção de dados para sua correta caracterização, devido ao alto custo de coleta dos mesmos. Para o modo automóvel, para o qual o *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000) apresenta a metodologia mais usual para a avaliação do nível de serviço, há uma padronização, mas mesmo essa metodologia não considera de forma explícita o ponto de vista do usuário.

## **3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO**

Para a realização do estudo proposto foi necessária uma definição preliminar das metodologias de avaliação de nível de serviço a serem utilizadas nos diferentes modos considerados, como discutido na sequência.

Para o modo pedestre, a metodologia de Ferreira e Sanches (2001) foi adotada devido à facilidade na obtenção dos dados. Além disso, ela leva em consideração o ponto de vista do usuário e é de fácil aplicação e análise. Para os modos bicicleta e automóvel foi necessária a adaptação de uma metodologia existente e o desenvolvimento de uma nova metodologia, respectivamente. Isso foi necessário porque a metodologia de avaliação do HCM (2000) para as vias urbanas consiste basicamente no desempenho operacional de um segmento de rua, no entanto não considera a satisfação do usuário. Outro problema observado é que para a

utilização dessa metodologia é necessária a calibração das equações e procedimentos às circunstâncias locais, acarretando em alto custo para a coleta de dados.

### 3.1. Metodologia de Ferreira e Sanches (2001) para o Modo a Pé

Essa metodologia é baseada em três etapas: a primeira trata de uma avaliação técnica do espaço para pedestre, atribuindo-lhe indicadores de qualidade que refletem cenários, variando do mais agradável (correspondendo a cinco pontos) ao inóspito (correspondendo ao valor zero). Esses cenários são caracterizados conforme os seguintes indicadores de qualidade: segurança, conforto, continuidade, seguridade e atratividade visual. Na segunda etapa é avaliada a percepção das calçadas pelo usuário, possibilitando obter pesos para cada um dos indicadores. Por fim, na terceira etapa, calcula-se o *Índice de Qualidade da Calçada* (IQC) através da Equação (1). O grau de importância (fatores de ponderação) atribuído pelos pedestres aos pesos foi obtido através da realização de 372 entrevistas na cidade de São Carlos, SP.

$$IQC = p_s * S + p_{se} * Se + p_{cf} * Cf + p_{ct} * Ct + p_{av} * Av \quad (1)$$

Onde:

- S: indicador de segurança;
- Se: indicador de seguridade;
- Cf: indicador de conforto;
- Ct: indicador de continuidade;
- Av: indicador de atratividade visual;
- $p_s$ : fator de ponderação do indicador de segurança;
- $p_{se}$ : fator de ponderação do indicador de seguridade;
- $p_{cf}$ : fator de ponderação do indicador de conforto;
- $p_{ct}$ : fator de ponderação do indicador de continuidade;
- $p_{av}$ : fator de ponderação do indicador de atratividade.

Finalmente, a partir do valor obtido pela equação do IQC pode-se classificar o nível de serviço com base nos valores da Tabela 1, apresentando intervalos de pontuações variando do “F” (péssimo) até o “A” (excelente) pela equação do IQC.

**Tabela 1:** Faixas de índice de qualidade e níveis de serviço

Índice de qualidade	Condição	Nível de serviço
5,0	Excelente	A
4,0 a 4,9	Ótimo	B
3,0 a 3,9	Bom	C
2,0 a 2,9	Regular	D
1,0 a 1,9	Ruim	E
0,0 a 0,9	Péssimo	F

### 3.2. Adaptação da Metodologia de Ferreira e Sanches (2001) para o Modo Bicicleta

A estrutura da metodologia de Ferreira e Sanches (2001) para a avaliação do nível de serviço do modo a pé, baseada na formação de cenários, é mantida para a metodologia de avaliação do nível de serviço do modo bicicleta, devido à facilidade de coleta de dados. Entretanto, são necessárias adaptações nos seguintes aspectos: modificação da descrição dos cenários e os critérios avaliados. Por último, a pesquisa de opinião dos usuários de bicicleta não foi realizada, tendo sido adotados pesos equivalentes para os quatro atributos avaliados.

Tal como a metodologia de avaliação do nível de serviço para o modo a pé, esta também consiste em três passos: o primeiro passo consiste na avaliação técnica, onde são atribuídos, para cada indicador de qualidade, cenários que variam desde o mais agradável (cinco pontos) até o inóspito (valor zero), como apresentado no exemplo da Tabela 2 para o aspecto Segurança. O segundo passo é a avaliação da percepção do usuário das vias cicláveis. Como esta etapa não foi realizada, atribuiu-se um peso equivalente para cada um dos indicadores. O terceiro passo é calcular o *Índice de Qualidade das Vias de Bicicleta* (IQVB) através da Equação (2).

$$IQVB = p_s * S + p_{se} * Se + p_{cf} * Cf + p_{ct} * Ct \quad (2)$$

Onde:

- S: indicador de segurança;
- Se: indicador de seguridade;
- Cf: indicador de conforto;
- Ct: indicador de continuidade;
- $p_s$ : fator de ponderação do indicador de segurança;
- $p_{se}$ : fator de ponderação do indicador de seguridade;
- $p_{cf}$ : fator de ponderação do indicador de conforto;
- $p_{ct}$ : fator de ponderação do indicador de continuidade;




Por fim, através do valor obtido pela equação do IQVB pode-se classificar o nível de serviço através de valores de referência como os da Tabela 1, apresentando intervalos de pontuações variando do “F” (péssimo) até o “A” (excelente).

### 3.3. Metodologia para o Modo Automóvel

O conceito base adotado para a avaliação do nível de serviço do modo automóvel consiste nas seguintes etapas:

- Obtenção da lista de parâmetros para avaliação quantitativa do nível de serviço, tal como apresentado na Tabela 3, pontuados com os valores 0,0; 0,5 e 1.
- Soma dos vários critérios de cada trecho, através de valores normalizados (somatória das pontuações para cada trecho dividida pelo número de variáveis), obtendo como resultado máximo valor igual a um.
- Análise qualitativa dos dados de acordo com os seguintes valores dos níveis de serviço: nível E (0,00 a 0,20), nível D (0,21 a 0,40), nível C (0,41 a 0,60), nível B (0,61 a 0,80) e nível A (0,81 a 1,00).

**Tabela 2: Segurança - Relativo ao grau de risco dos ciclistas (espaço disponível/velocidade/fluxo)**

Descrição do cenário	Ilustração	Pontos
<p>Nenhum risco: sem possibilidade de conflito entre bicicletas e outros modos.</p> <p>Área exclusiva para ciclistas (ciclovias - separadas por meio-fio ou canteiro). Fluxo e velocidade de veículos não interferem na segurança. Cruzamentos e curvas sinalizadas e com boa visibilidade.</p>		5
<p>Baixo ou nenhum risco: pouca possibilidade de conflito.</p> <p>Área exclusiva para ciclistas (ciclofaixas – separadas por pintura e/ou blocos). Fluxo e velocidade de veículos quase não interferem na segurança. Pontos de cruzamentos e curvas sinalizados e/ou com visibilidade.</p>		4
<p>Baixo a médio risco: possibilidade de conflito.</p> <p>Bicicletas compartilham espaço com outros modos e estes espaços têm largura suficiente para comportá-las. Fluxo e velocidade são baixos. Cruzamentos e curvas sinalizados e/ou com boa visibilidade. Inexistência de obstáculos (estacionamentos e/ou mobiliário urbano).</p>		3
<p>Médio risco: possibilidade de conflito.</p> <p>Bicicletas compartilham espaço com outros modos e estes espaços têm largura suficiente para comportá-las. Fluxo e/ou velocidade máxima permitida para veículos são baixos. Cruzamentos e curvas sinalizados e/ou com boa visibilidade. Existência de obstáculos (estacionamento e/ou mobiliário urbano).</p>		2
<p>Alto risco: conflito constante.</p> <p>Não existe área reservada para ciclistas. As vias têm largura insuficiente para bicicletas, mesmo que o fluxo e/ou a velocidade dos veículos sejam baixos. Cruzamentos e curvas sem sinalização nem visibilidade. Existência de obstáculos (estacionamentos e/ou mobiliário urbano).</p>		1
<p>Alto risco. Conflito constante.</p> <p>Não existe área para ciclistas. Vias têm largura insuficiente. O fluxo e a velocidade são altos. Cruzamentos e curvas sem sinalização nem visibilidade. Existência de obstáculos (estacionamentos e/ou mobiliário urbano).</p>		0

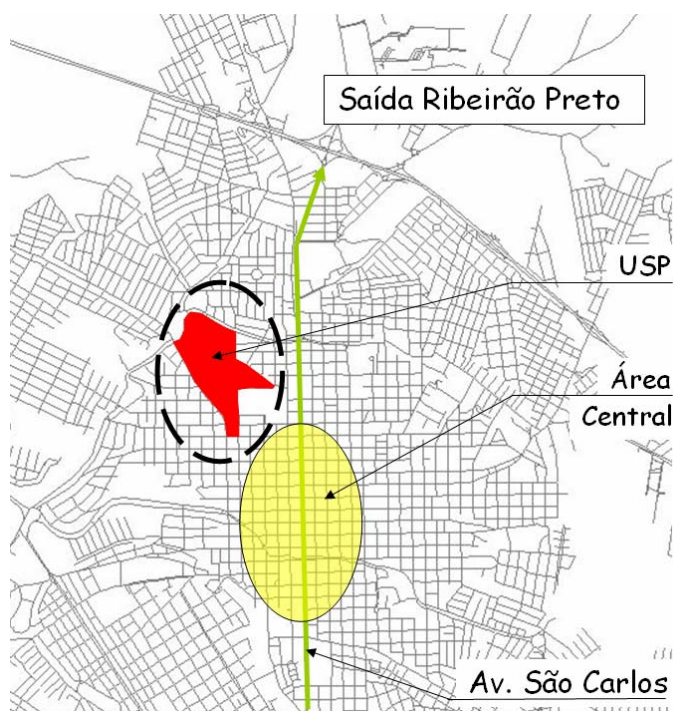
**Tabela 3:** Pontuação do nível de serviço do automóvel

Variáveis	Critérios	Pontos
Velocidade Permitida	Adequada ao tipo da via (geometria)	1,0
	Inadequada ao tipo de via (geometria)	0,0
Moderadores de Velocidade	Inexistência de moderadores de velocidade	1,0
	Existência de moderador de velocidade (padronizado)	0,5
	Existência de moderador de velocidade (fora dos padrões/normas)	0,0
Largura da Via	Adequada e confortável	1,0
	Suficiente para o trânsito, mas sem tanto conforto	0,5
	Inadequada, gerando total desconforto (insegurança por ser estreita)	0,0
Localização dos estacionamentos	Em nenhuma das laterais	1,0
	Em uma das laterais	0,5
	Em ambas as laterais	0,0
Distância entre as áreas de estacionamento e faixa de rolamento da via	Com recuo suficiente para imprimir segurança	1,0
	Sem recuo suficiente	0,0
Localização das calçadas	Em ambas as laterais da via	1,0
	Em uma das laterais da via	0,5
	Em nenhuma das laterais da via	0,0
Tipos de inclinação vertical da via (rampa)	Plana suave	1,0
	Média	0,5
	Grande, gerando desconforto	0,0
Comprimento da rampa (inclinação vertical)	Curta	1,0
	Média	0,5
	Longa	0,0
Sentido da via	Mão única ou mão dupla segregada (demarcada)	1,0
	Mão dupla sem segregação e/ou demarcação	0,0
Tipo de curva horizontal	Sem curva horizontal	1,0
	Com visibilidade	0,5
	Sem visibilidade	0,0
Comprimento do raio da curva horizontal	Traçado retilíneo	1,0
	Grande raio de curvatura	0,5
	Pequeno raio de curvatura	0,0
Largura do trecho em curva horizontal	Presença de sobrelargura adequada	1,0
	Sem sobrelargura	0,0
Sinalização viária	Presença de sinalização vertical e horizontal	1,0
	Presença de sinalização vertical ou horizontal	0,5
	Presença de sinalização inadequada ou inexistência de sinalização	0,0
Superfície da via	Pavimento adequado	1,0
	Pavimento inadequado (material irregular ou rugoso que gera desconforto)	0,5
	Inexistência de pavimento	0,0
Condição da superfície da via	Nenhum defeito (superfície homogênea)	1,0
	Irregularidades suaves (trincas, pequenos buracos e/ou ondulações)	0,5
	Defeitos graves (grandes buracos e/ou ondulações)	0,0
Continuidade da via	Via contínua (sem interrupção)	1,0
	Via sem continuidade, mas com área para manobra ( <i>cul-de-sac</i> )	0,5
	Via sem continuidade e sem área para manobra ( <i>cul-de-sac</i> )	0,0

#### 4. ESTUDO DE CASO

A área de estudo escolhida foi a Área I do Campus da USP – São Carlos (Figura 1), devido aos seguintes fatores: facilidade de obtenção de dados, hierarquia viária bem definida, rede viária interligada com o centro da cidade e controle de acesso de automóveis. A área universitária é composta por uma rede viária que percorre todos os setores pedagógicos (Escola de Engenharia, Institutos de Física, Química, Ciências Matemáticas e de Computação), de serviços, administrativo e recreativo. A hierarquia viária interna do Campus pode ser dividida em três classes, conforme apresentado na Figura 2.

- *Principal*: via com médio fluxo de veículos, interliga vários setores do campus.
- *Secundária*: interliga as vias locais com as principais, contém fluxo baixo de veículos.
- *Local*: vias que dão acesso aos bolsões de estacionamento, com fluxo baixo de veículos.



**Figura 1:** Mapa de localização da Área I do Campus-USP em relação ao centro da cidade de São Carlos

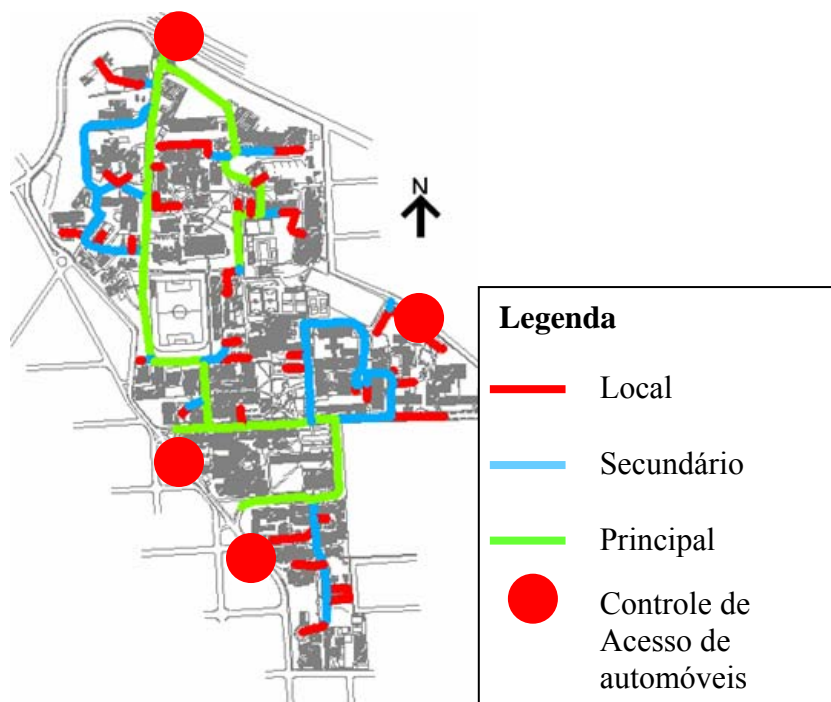
Uma vez obtidos os resultados da avaliação de nível de serviço para os modos a pé, bicicleta e automóvel, estes foram avaliados qualitativamente (análise visual) e posteriormente realizada uma análise quantitativa, através do método de correlação dos *rankings* de Kendall.

##### 4.1. Avaliação Qualitativa

A avaliação qualitativa foi feita através da geração de mapas dos níveis de serviço de cada modo, que conjuntamente com o mapa de hierarquia viária permite observar o comportamento dos níveis de serviço de acordo com o tipo de via.

## 5.2. Avaliação Quantitativa

O tratamento estatístico dos resultados foi feito através de um método não paramétrico, o teste de concordância de postos de *Kendall*. O objetivo da análise era verificar a correlação entre os *rankings* dos segmentos da rede classificados de acordo com o nível de serviço dos modos e a hierarquia viária. Este teste é medido por um coeficiente “ $\tau$ ” (*Tau*) que varia de +1 (as correspondências entre os postos são perfeitas) até -1 (discordância perfeita). No caso da inexistência de correlação, o seu valor é igual a zero.



**Figura 2:** Mapa de Hierarquia Viária e pontos de controle de acesso de automóvel

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este item apresenta a análise dos resultados obtidos no estudo de caso, através de uma avaliação qualitativa, feita por uma análise visual, e outra quantitativa, através do método de correlação dos *rankings* de Kendall.

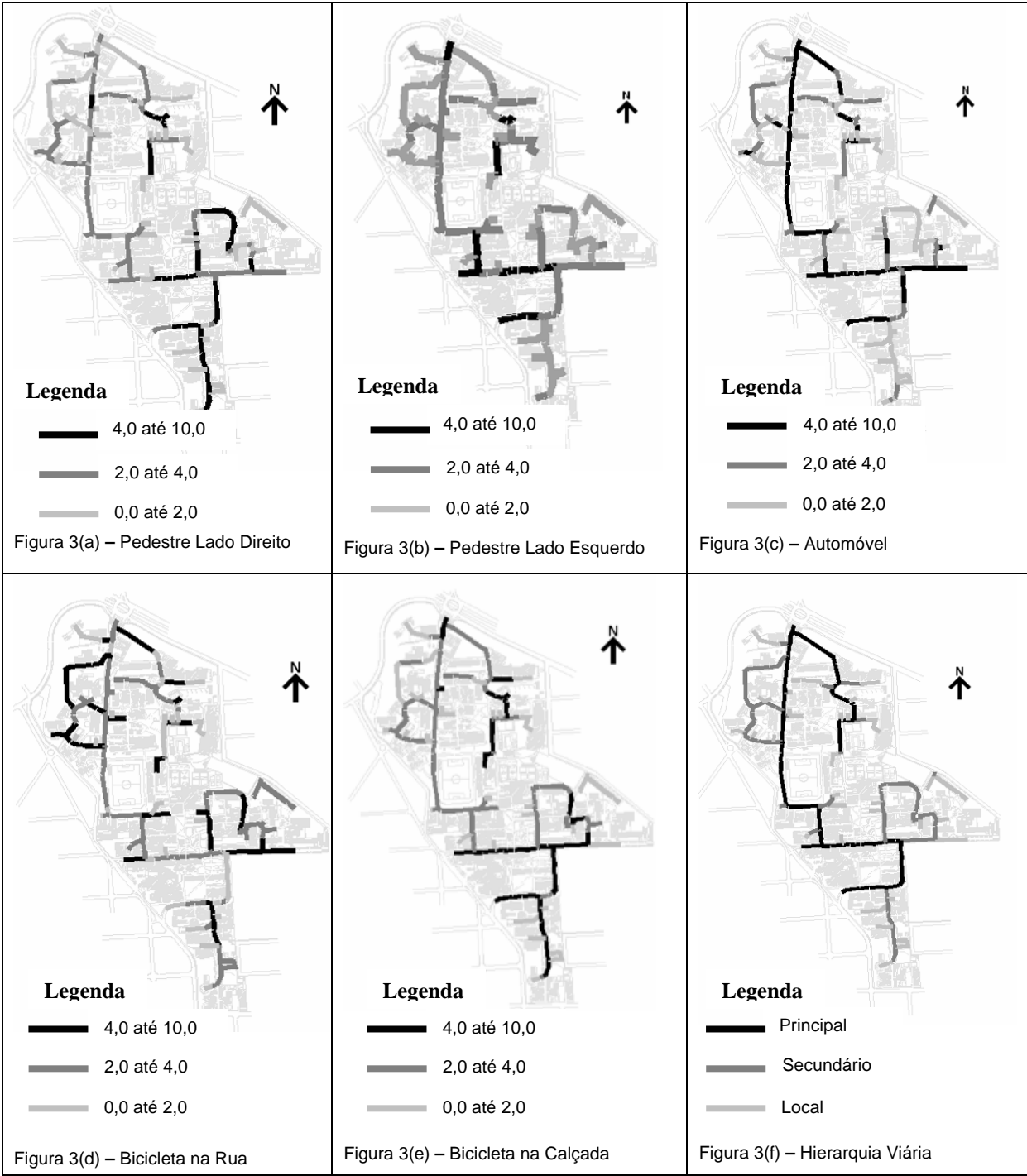
### 5.1. Avaliação Qualitativa

A análise conjunta dos mapas dos níveis de serviço de cada modo (Figura 3, partes de (a) a (e)) e do mapa de hierarquia viária (parte (f) da Figura 3 e também a Figura 2) permite observar o comportamento dos níveis de serviço de acordo com o tipo de via. É importante salientar a subdivisão dos modos a pé (entre calçada do lado direito e esquerdo) e bicicleta (na calçada ou na rua). Essa divisão é necessária devido à falta de padronização das calçadas e à inexistência de infra-estrutura exclusiva para o ciclista, forçando-o muitas vezes a utilizar-se das calçadas, devido à falta de segurança nas vias.

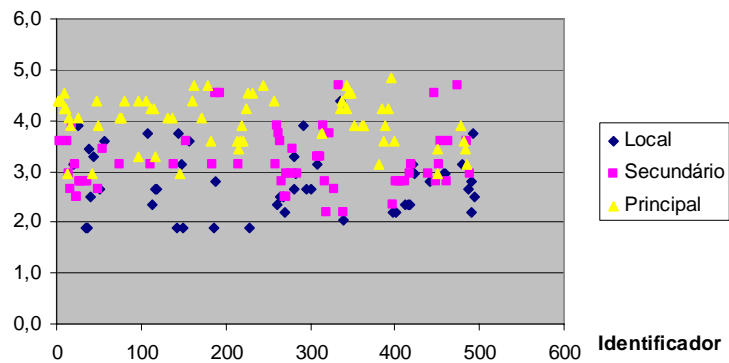
Através da análise da Figura 3(c), em conjunto com a Figura 4, têm-se que as vias principais são predominantemente melhores para o automóvel, uma vez que as vias para este modo são mais largas, segregadas e apresentam melhor sinalização. No que diz respeito à análise das partes (a), (b) e (e) da Figura 3, em conjunto com as Figuras 5 e 6, pode-se observar de forma dispersa os



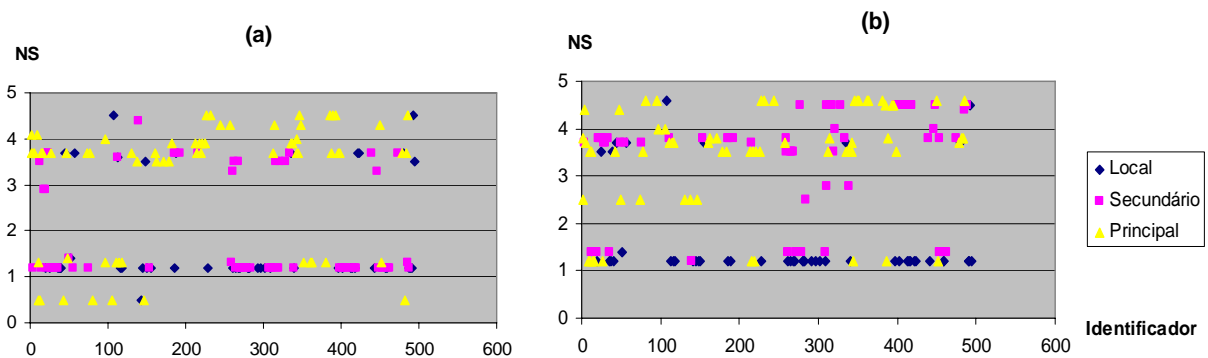
melhores níveis de serviço, tanto nas vias principais e secundárias, como em algumas das locais. Isso se deve à não padronização das calçadas, principalmente com relação aos seguintes aspectos: localização de mobiliário urbano, largura e continuidade. Por último, a análise das Figuras 3(d) e 6 permite observar uma concentração dos melhores níveis de serviço nas vias secundárias, pois em muitas destas vias não há a presença de estacionamento, o que diminui o fluxo de automóveis e melhora a questão de segurança dos ciclistas.



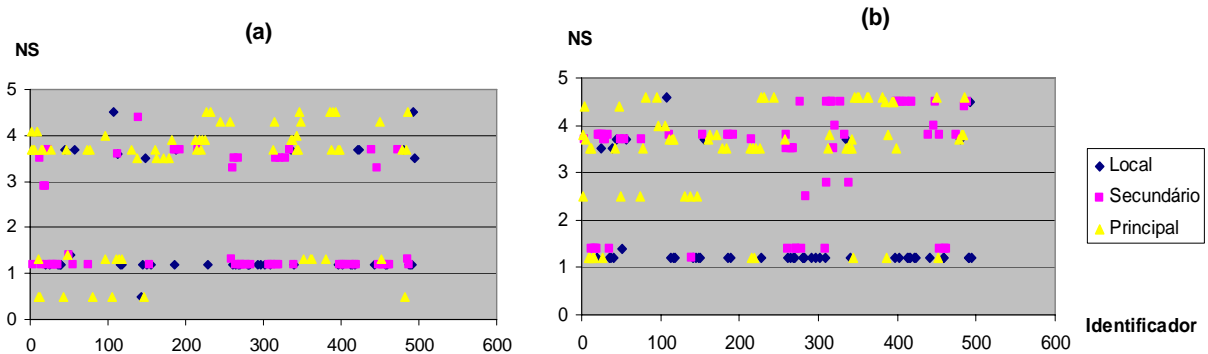
**Figura 3:** Caracterização dos níveis de serviço para diferentes modos (partes de (a) a (e)) e hierarquia viária (parte f)



**Figura 4:** Caracterização do nível de serviço para os segmentos das vias analisados, considerando o modo Automóvel.



**Figura 5:** Caracterização do nível de serviço para os segmentos das vias analisados, considerando o modo Pedestre lado esquerdo (a) e direito (b).



**Figura 6:** Caracterização do nível de serviço para os segmentos das vias analisados, considerando o modo Bicicleta na calçada (a) e rua (b).

## 5.2. Avaliação Quantitativa

Os resultados da avaliação quantitativa, realizada através do teste de concordância de postos de *Kendall*, são apresentados de forma resumida na Tabela 4. Com base nesses resultados obtidos pode-se verificar que todas as correlações são positivas nas vias locais. Assim, as melhores posições no *ranking* de nível de serviço de um modo coincidem com melhores posições no *ranking* de nível de serviço do outro modo considerado. No entanto, nas vias principais há valores que indicam correlação negativa. Essa última constatação, porém, não

basta para comprovar a hipótese inicial por duas razões: a primeira é porque a correlação negativa deveria ocorrer entre modos motorizados e não-motorizados, o que somente ocorreu entre *Pedestre do lado direito* e *Automóvel*, e a segunda se deve aos baixos valores dos índices de correlação, ou seja, próximos de zero.

**Tabela 4:** Índice de correlação de *rankings* ( $\tau$ ) baseados nos níveis de serviço dos diferentes modos e a hierarquia viária.

Modos	Hierarquia Viária		
	Local	Secundário	Principal
Bicicleta Rua x Bicicleta Calçada	0,610	0,090	0,070
Bicicleta Rua x Pedestre Direito	0,340	0,090	-0,010
Bicicleta Rua x Pedestre Esquerdo	0,210	0,100	-0,030
Bicicleta Rua x Automóvel	0,300	0,280	0,470
Bicicleta Calçada x Pedestre Esquerdo	0,190	0,080	0,160
Bicicleta Calçada x Pedestre Direito	0,370	0,370	0,500
Bicicleta Calçada x Automóvel	0,220	0,010	0,040
Pedestre Esquerdo x Pedestre Direito	0,550	0,100	0,010
Pedestre Esquerdo x Automóvel	0,320	0,320	0,160
Pedestre Direito x Automóvel	0,400	-0,040	-0,040

Por fim, levando-se em consideração a amostra total, tem-se que a correlação entre os modos (pedestre, bicicleta e automóvel) e a hierarquia viária apresenta níveis de significância maiores que 0,05 em 60% dos dados. No entanto, somente 10 % dos dados apresentam correlação maior ou igual que 0,50, o que não permite comprovar a hipótese inicial.

## 6. CONCLUSÕES

A hipótese inicial levantada neste trabalho é de que o planejamento vigente, baseado na hierarquia viária direcionada ao automóvel, produz impactos negativos no nível de serviço de outros modos de transporte, sobretudo os modos não-motorizados. No entanto, através dos resultados encontrados no caso estudado, através de métodos de avaliação qualitativos e quantitativos, verificou-se que a correlação entre os níveis de serviço dos modos de transporte analisados e a hierarquia viária foi, de forma geral, pouco significativa.

Uma análise mais detalhada, no entanto, parece sugerir que esse resultado não deva ser generalizado, uma vez que pode ter sido influenciado por diversos fatores: a inadequação dos pesos adotados e das metodologias de avaliação dos níveis de serviço, e uma eventual discrepância entre a infra-estrutura viária interna da Área I do campus da USP e a da cidade de São Carlos. Isso se dá, sobretudo, pelas características particulares de controle de acesso dos automóveis no campus, e pelo meio ambiente distinto das cidades convencionais, que em geral apresentam conformação de quadras em forma de tabuleiro de xadrez, muros entre as edificações e edifícios rentes às calçadas. Assim, faz-se necessário realizar o estudo em áreas fora do campus para melhor retratar a realidade urbana, bem como identificar metodologias mais refinadas para caracterizar o nível de serviço dos modos considerados (pedestre, bicicleta e automóvel). Somente após a realização de novas avaliações nas condições referidas é que será possível (re)avaliar a hipótese de forma mais consistente.

## Agradecimentos

Os autores agradecem às agências CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio concedido em diferentes fases da pesquisa que deu origem a este trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Davis, J. (1987) *Bicycle Safety Evaluation*. Auburn University, City of Chattanooga, and Chattanooga – Hamilton County Regional Planning Commission, Chattanooga, TN.
- Dixon, L. B. (1996) Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record*, n. 1538, p. 1 – 9.
- Epperson, B. (1994) Evaluating Suitability of Roadways for Bicycle Use: Toward a Cycling Level of Service Standard. *Transportation Research Record*, n. 1438, p. 9-16.
- Eads, B. S. *et al.* (2000) Freeway Facility Methodology in Highway Capacity Manual 2000. *Transportation Research Record*, n. 1710, p. 171 – 180.
- Ferreira, M. A. e S. P. Sanches (2001) Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. *Revista dos Transportes Públicos*, v. 91, n. 23, São Paulo, p. 47-60.
- Fruin, J. (1971a) Designing for Pedestrians: A Level-of-Service Concept. New York Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. *Highway Research Record*. n. 355.
- Fruin, J. (1971b) *Pedestrian planning and design*. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc., New York.
- HCM (2000) Highway Capacity Manual. *Transportation Research Board - TRB*, National Research Council, Washington, D.C.
- HCM (1985) Special Report 209: Highway Capacity Manual. (3ªed.). *Transportation Research Board - TRB*, National Research Council, Washington, D.C.
- Kendall, M. G. (1970) *Rank Correlation Methods*. Fourth Edition, London, Griffin.
- Khisty, C. J. (1995) Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the level-of-Service Concept. *Transportation Research Record*, n. 1438, p. 45 – 50.
- Landis, B. W.; V. R. Vatticut e M. T. Brannick, (1997) Real-Time Human Perceptions: Toward a Bicycle Level of Service. *Transportation Research Record*, 1578, p. 119-126.
- Ministério das Cidades (2006) – PlanMOB Construindo a Cidade Sustentável – *Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*, Ministério das Cidades, Brasília.
- Sarkar, S. (1995) Evaluation of Safety for Pedestrians at Macro-and Microlevels in Urban Areas. *Transportation Research Record*, n. 1502, p. 105-118.
- Sorton, A.e T. Walsh (1994) Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility. *Transportation Research Record*, n. 1438, p. 17-24.

---

Vanessa Naomi Yuassa (vanessa.yuassa@gmail.com)

Fabiola de Oliveira Aguiar (fabiola\_agui@hotmail.com)

Antônio Nelson Rodrigues da Silva (anelson@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

Av. Trabalhador São-carlense, 400 CEP. 13566-590 São Carlos, SP, Brasil. Fone: +55 11 3373-9595