

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ESTRESSE RELACIONADO AOS CICLISTAS NO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ROTAS CICLÁVEIS: UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE BARIRI-SP

Marcelo Monari
Francisco Roza de Moraes
Paulo César Lima Segantine
Irineu da Silva
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma análise comparativa entre dois dos principais modelos existentes para a avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas, isto é, o *Bicycle Stress Level* e o *Level of Traffic Stress*, utilizados no processo de identificação de rotas cicláveis. O estudo de caso foi conduzido para a cidade de Bariri-SP. Para cada segmento viário da área de estudo foi calculada uma impedância, por meio do produto entre as avaliações globais do nível de estresse e os respectivos comprimentos destes segmentos, e as rotas cicláveis puderam ser identificadas pelos trajetos que promovem a ligação entre pares origem-destino de interesse ao transporte cicloviário de maneira a minimizar a somatória destas impedâncias. Os eixos viários potencialmente cicláveis definidos para cada um dos modelos por meio da reincidência das rotas cicláveis puderam então ser comparados com relação às distâncias de viagem e à acessibilidade da população a estas infraestruturas.

ABSTRACT

This paper presents a comparative analysis between two of the most relevant existing models to evaluate stress level to cycling, in other words, the *Bicycle Stress Level* and the *Level of Traffic Stress*, used on the cycling routes identification process. The case study was carried out in the city of Bariri-SP. Each road segment from the study area was given an impedance, determined by the product between service quality ratings and the respective lengths of these segments, and the cycling routes were identified by the pathways that link origin-destination pairs of interest to cycling minimizing the sum of these impedances. The potentially cyclable road axes defined for each model through the identified cycling routes reincidence could then be compared concerning trip distances and population accessibility to these infrastructures.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O sistema de mobilidade urbana atual da maioria dos centros urbanos brasileiros é caracterizado pela priorização do transporte motorizado individual em detrimento dos modos de transporte não motorizados ou coletivos. Este padrão de mobilidade, por sua vez, tem como consequências diversas externalidades negativas, como poluição atmosférica, congestionamentos urbanos, demanda crescente por combustíveis fósseis etc. (Carvalho *et al.*, 2011).

Recentemente, o Brasil deparou-se com um cenário de altos preços dos combustíveis que, entre outros fatores, culminou em um episódio conhecido por “greve dos caminhoneiros”. Os efeitos desta greve, com relação à mobilidade urbana, foram muitos, como por exemplo a dificuldade encontrada pelos motoristas para abastecerem seus veículos, culminando em uma busca expressiva e repentina deste grupo por outros modos de transporte urbano, comprometendo o transporte público e, assim, impossibilitando que muitas destas pessoas conseguissem realizar seus deslocamentos cotidianos.

Neste contexto, diversas autoridades em transportes têm trazido à tona a importância da elaboração de políticas de incentivo aos transportes não motorizados em território nacional, assim como o desenvolvimento de diretrizes passíveis de serem aplicadas às cidades brasileiras

para a definição de redes cicloviárias. Desta forma, este trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre os dois principais modelos de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas no processo de identificação de rotas cicláveis, isto é, o *Bicycle Stress Level* e o *Level of Traffic Stress* (Sorton; Walsh, 1994; Mekuria, Furth e Nixon, 2012). O estudo de caso foi realizado para a cidade de Bariri-SP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Identificação de rotas cicláveis

Os processos de identificação de rotas cicláveis encontrados na literatura baseiam-se em diversos critérios, tais como a menor distância total ou o menor tempo de viagem. Abordagens alternativas, no entanto, têm sido utilizadas frequentemente entre os pesquisadores em transportes para a realização deste processo, com destaque para aquelas que avaliam os segmentos viários de acordo com sua impedância relacionada a diversos fatores que influenciam nas condições de circulação ao longo dos mesmos. Assim, o “menor caminho” entre o par origem-destino de interesse pode ser definido como a rota que minimiza estas impedâncias (McDaniel; Lowry; Dixon, 2014).

Klobucar e Fricker (2007) desenvolveram um método para identificação de rotas cicláveis intitulado *Bicycle Network Analysis Tool (BNAT)*. Neste método, a impedância de cada segmento viário é representada matematicamente pelo produto entre o comprimento deste segmento e seu respectivo *Bicycle Compatibility Index (BCI)*, índice de compatibilidade da via com o transporte cicloviário proposto por Harkey *et al.* (1998). O estudo de caso, realizado em West Lafayette (EUA), permitiu a identificação dos locais com maior necessidade de melhoramentos para acomodar o tráfego de bicicletas (Monari, 2018).

Lowry *et al.* (2012), baseando-se no trabalho de Klobucar e Fricker (2007), desenvolveram seu próprio método para identificação de rotas cicláveis. A diferença entre estes trabalhos é que Lowry *et al.* (2012), ao invés de empregarem o BCI na ponderação de cada segmento viário, utilizaram-se do *Bicycle Level of Stress (BLOS)*, isto é, do nível de serviço para bicicletas proposto pelo *Highway Capacity Manual (HCM)*. O estudo de caso, realizado em Moscow (EUA), demonstrou que a adequação da bicicleta no espaço urbano aumenta à medida que mais destinos de viagens são alcançados por meio de rotas cicláveis compostas por segmentos com maiores níveis de serviço (Monari, 2018).

Furth e Merkuria (2013) também se basearam no mesmo raciocínio que Klobucar e Fricker (2007) para a elaboração de um método para identificação de rotas cicláveis. No entanto, ao invés de empregarem o BCI na ponderação de cada segmento viário, Furth e Merkuria (2013) utilizaram-se do *Level of Traffic Stress (LTS)*, modelo para avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas proposto pelos próprios autores. O estudo de caso, realizado em San Jose (EUA), mostrou que algumas das rotas cicláveis identificadas, apesar de mais seguras à circulação de ciclistas, possuem extensões expressivamente maiores do que as rotas de menor distância (Monari, 2018).

2.2. Nível de estresse relacionado aos ciclistas

Entende-se por *estresse relacionado ao ciclismo* como o conjunto de reações dos ciclistas às condições de conforto e segurança proporcionadas pelo espaço onde trafegam (Mekuria, Furth e Nixon, 2012). A seguir são detalhados os dois principais modelos encontrados na literatura para a avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas.

2.2.1. Bicycle Stress Level (BSL)

O modelo de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas proposto por Sorton e Walsh (1994), intitulado *Bicycle Stress Level (BSL)*, baseia-se em três parâmetros de entrada: volume de tráfego dos veículos motorizados em horário de pico, velocidade de tráfego dos veículos motorizados e largura da faixa externa da via de tráfego. A cada um destes parâmetros deve ser atribuída uma avaliação individual que varia de 1 a 5, de acordo com os limites apresentados pela Tabela 1, sendo 1 a melhor condição e 5 a pior.

Tabela 1: Avaliações do nível de estresse (Fonte: Adaptado de Sorton e Walsh, 1994)

Nível de estresse	Volume de tráfego (veíc/h/faixa)	Velocidade de tráfego (km/h)	Largura da faixa externa (m)
1	≤ 50	≤ 40	≥ 4,6
2	150	50	4,3
3	250	60	4,0
4	350	65	3,7
5	≥ 450	≥ 75	≤ 3,3

A avaliação global do nível de estresse relacionado aos ciclistas é obtida, por sua vez, por meio da média aritmética entre as três avaliações individuais. É válido destacar que, de acordo com sua qualidade operacional, a via pode necessitar de alterações (alargamento da própria via, inserção de segmentos viários pavimentados etc.) ou condições compensatórias (alargamento de faixas, pavimentação, inserção de ciclofaixas etc.) para promoção do transporte cicloviário (Monari, 2018).

2.2.2. Level of Traffic Stress (LTS)

O modelo de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas elaborado por Mekuria, Furth e Nixon (2012), intitulado *Level of Traffic Stress (LTS)*, sugere procedimentos distintos para diferentes alternativas viárias para ciclistas, como vias de uso compartilhado entre ciclistas e automóveis, e ciclofaixas. A classificação do LTS, para cada um destes procedimentos, é disposta em quatro níveis de estresse relacionados ao transporte cicloviário, sendo 1 o melhor nível e 4 o pior.

As variáveis utilizadas pelo LTS para avaliar o nível de estresse ao qual o ciclista está submetido ao trafegar por vias de uso compartilhado com veículos motorizados são a velocidade de tráfego destes veículos e o número de faixas de tráfego por direção, como apresenta a Tabela 2. É válido destacar ainda que, segundo Mekuria, Furth e Nixon (2012), vias compartilhadas sem faixas de separação dos sentidos de fluxo dispostas no centro da via são menos estressantes se comparadas com vias compartilhadas que dispõem destes equipamentos de sinalização horizontal, pois a ausência desta faixa faz com que os motoristas se posicionem ao centro da via, reservando as margens ao tráfego de bicicletas.

Com relação às ciclofaixas, as variáveis utilizadas para avaliar o nível de estresse relacionado ao transporte cicloviário pelo LTS são: número de faixas de tráfego por direção; alcance do meio-fio, que consiste na somatória das larguras da ciclofaixa e de eventuais faixas de estacionamento de veículos motorizados; velocidade de tráfego dos veículos motorizados (permitida ou aferida); e nível de interrupção de fluxo ao longo da ciclofaixa. Desta forma, a

avaliação final do LTS é representada pela pior avaliação individual entre estes diversos critérios analisados.

Tabela 2: LTS para vias de uso compartilhado (Fonte: Mekuria, Furth e Nixon, 2012)

Limite de velocidade (km/h)	Número de faixas de tráfego por direção			
	Sem faixa separadora	1	2	≥ 3
≤ 40	LTS 1	LTS 2	LTS 3	LTS 4
50	LTS 2	LTS 3	LTS 4	LTS 4
≥ 55	LTS 4	LTS 4	LTS 4	LTS 4

Os procedimentos para avaliação do LTS, respectivamente, para ciclofaixas contíguas e não contíguas às faixas de estacionamentos de veículos motorizados, são apresentados pelas Tabelas 3 e 4 a seguir.

Tabela 3: LTS para ciclofaixas contíguas às faixas de estacionamento (Fonte: Adaptado de Mekuria, Furth e Nixon, 2012)

Critério	LTS 1	LTS 2	LTS 3	LTS 4
Número de faixas de tráfego por direção	1	-	≥ 2	-
Alcance do meio-fio (m)	≥ 4,60	4,11 - 4,59	≤ 4,10	-
Limite de velocidade (km/h)	≤ 40	41 - 50	51 - 64	≥ 65
Interrupção de fluxo ao longo da ciclofaixa	Rara	-	Frequente	-

Tabela 4: LTS para ciclofaixas não contíguas às faixas de estacionamento (Fonte: Adaptado de Mekuria, Furth, e Nixon, 2012)

Critério	LTS 1	LTS 2	LTS 3	LTS 4
Número de faixas de tráfego por direção	1	2, com separação	≥ 2, ou sem separação	-
Alcance do meio-fio (m)	≥ 1,80	< 1,80	-	-
Limite de velocidade (km/h)	≤ 50	-	51 - 64	≥ 65
Interrupção de fluxo ao longo da ciclofaixa	Rara	-	Frequente	-

3. ESTUDO DE CASO: BARIRI-SP

O estudo de caso foi conduzido na cidade de Bariri-SP. A manipulação dos dados espaciais necessária ao desenvolvimento deste trabalho foi realizada por meio do QuantumGIS, ou QGIS, um SIG de código aberto disponível gratuitamente para download. A versão utilizada foi a QGIS 2.18.12 “Las Palmas”.

3.1. Bariri: características gerais

A cidade de Bariri localiza-se na região central do Estado de São Paulo, pertencendo à região administrativa de Bauru-SP. O IBGE (2018) estima que a população atual de Bariri é da ordem de 34.600 habitantes, sendo que aproximadamente 31.000 destes residem na área urbana.

A área delimitada para estudo, compreendida entre os limites urbanos da cidade, corresponde a aproximadamente 6,9 km², os quais foram subdivididos em 36 zonas de tráfego. A densidade populacional de cada uma destas zonas é apresentada pela Figura 1.

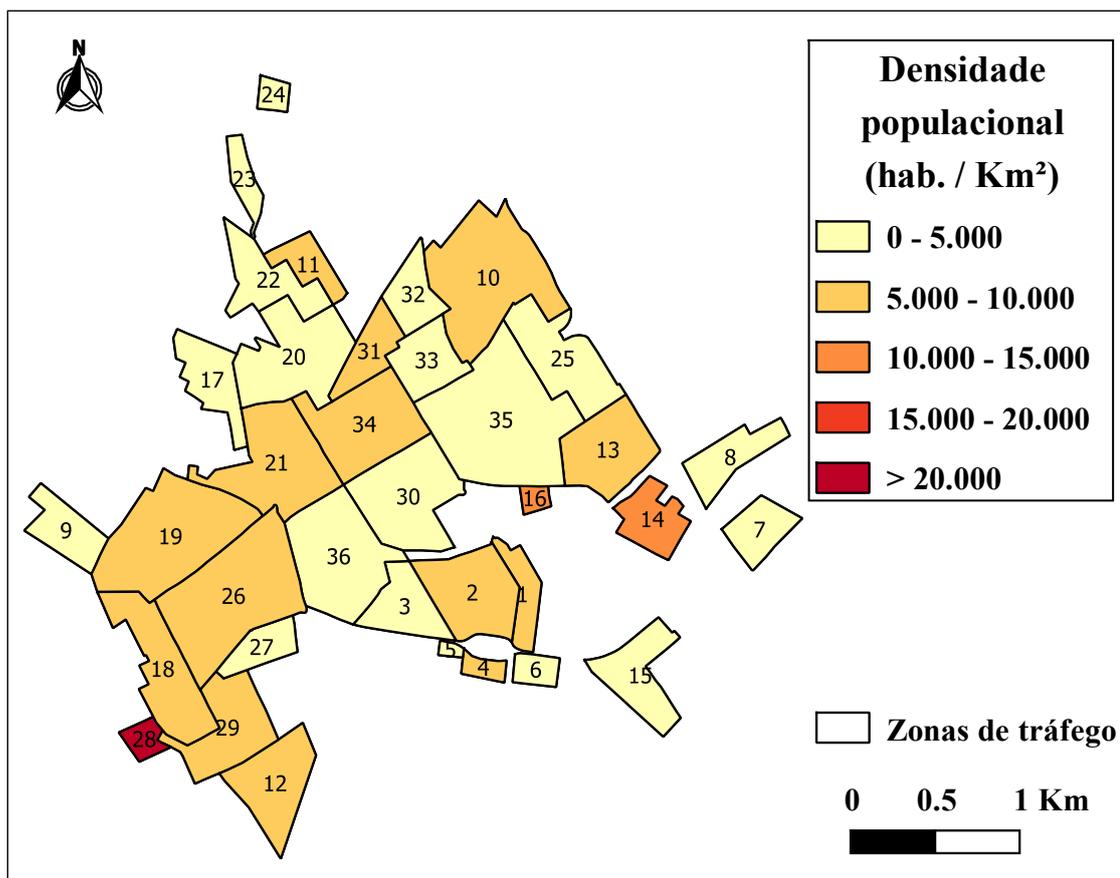


Figura 1: Densidade populacional das zonas de tráfego de Bariri-SP

3.2. Bariri: níveis de estresse relacionados ao transporte cicloviário

As variáveis de entrada necessárias à avaliação dos níveis de estresse relacionados ao transporte cicloviário ao longo do sistema viário de Bariri-SP foram obtidas por meio dos seguintes levantamentos: contagens volumétricas de veículos em interseções; cronometragens dos tempos que amostras aleatórias de veículos necessitaram para transpor trechos de extensões conhecidas; levantamentos dos locais onde é permitido o estacionamento lateral paralelo às vias de tráfego, assim como os pontos de parada de coletivos, permitindo a determinação das larguras das faixas externas destas vias etc.

Com relação à avaliação do nível de estresse ao qual o ciclista está submetido ao trafegar por ciclofaixas, de acordo com os procedimentos sugeridos por Mekuria, Furth e Nixon (2012), este procedimento foi realizado para os locais que já dispõem destas infraestruturas e para os locais que, simultaneamente, as necessitam e dispõem de espaço para sua inserção. Para maiores

detalhes com relação ao critério utilizado para a identificação destes locais o leitor deve consultar o manual *Cycle Network and Route Planning Guide* (LTSA, 2004).

Os resultados da avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas, para cada segmento viário da área de estudo, são apresentados pela Figura 2 a seguir. Apesar de o número de categorias utilizado para quantificar a qualidade operacional das vias ser diferente para os dois modelos considerados, foi utilizado um mesmo padrão de cores para ambos, com o intuito de facilitar a comparação visual entre os mesmos.

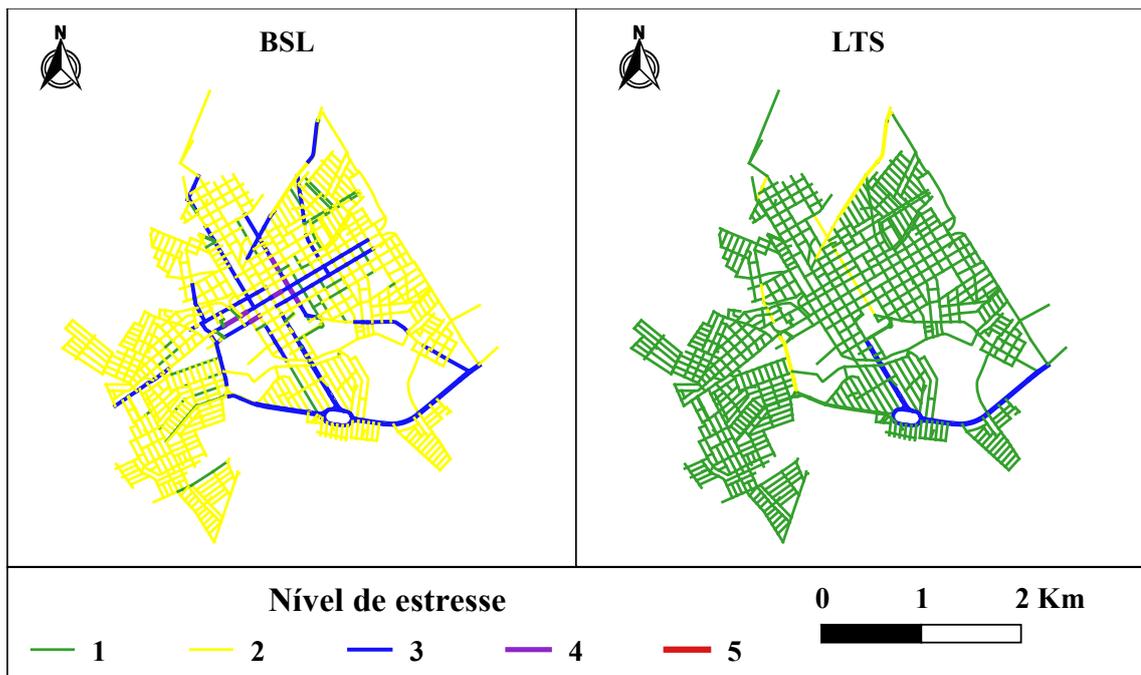


Figura 2: Avaliações dos níveis de estresse relacionados ao transporte ciclovário

3.3. Bariri: identificação das rotas cicláveis

Após a determinação do nível de estresse ao qual um ciclista está submetido ao trafegar por cada um dos segmentos viários da área de estudo, foi possível calcular, para cada um destes segmentos, suas respectivas impedâncias, por meio do produto entre estas avaliações do nível de estresse, relacionadas a cada um dos dois modelos utilizados neste trabalho, e os respectivos comprimentos destes segmentos, como apresenta a Equação 1. Desta forma, puderam ser identificadas rotas entre pares origem-destino de interesse ao transporte ciclovário, por meio de um complemento do QGIS denominado *AequilibraE*, de maneira a minimizar as somatórias destas impedâncias.

$$I(e) = L(e) \times NE(e) \quad (1)$$

em que $I(e)$: impedância do segmento e ;
 $L(e)$: comprimento de segmento e ;
 $NE(e)$: avaliação do nível de estresse do segmento e (BSL ou LTS);

Para a determinação das origens das viagens realizadas até os principais polos geradores de tráfego (PGTs) por bicicletas da cidade de Bariri-SP, considerados neste trabalho como os destinos destas viagens, foram aplicados 293 questionários a ciclistas voluntários que

frequentam seis destes polos (quatro instituições de ensino, uma indústria e um clube). Assim, puderam ser identificados 35 pares origem-destino, os quais foram utilizados no processo de identificação das rotas cicláveis.

A reincidência das rotas identificadas ao longo dos segmentos viários da área de estudo permitiu a definição, para cada um dos modelos utilizados, de eixos viários potencialmente cicláveis, ao redor dos quais foram traçadas áreas de influência limitadas por raios de ação (distância euclidiana) variando entre 50 m e 200 m, com o intuito de analisar a porcentagem da população atendida pela unidade formada por estes eixos, como apresenta a Figura 3 a seguir.

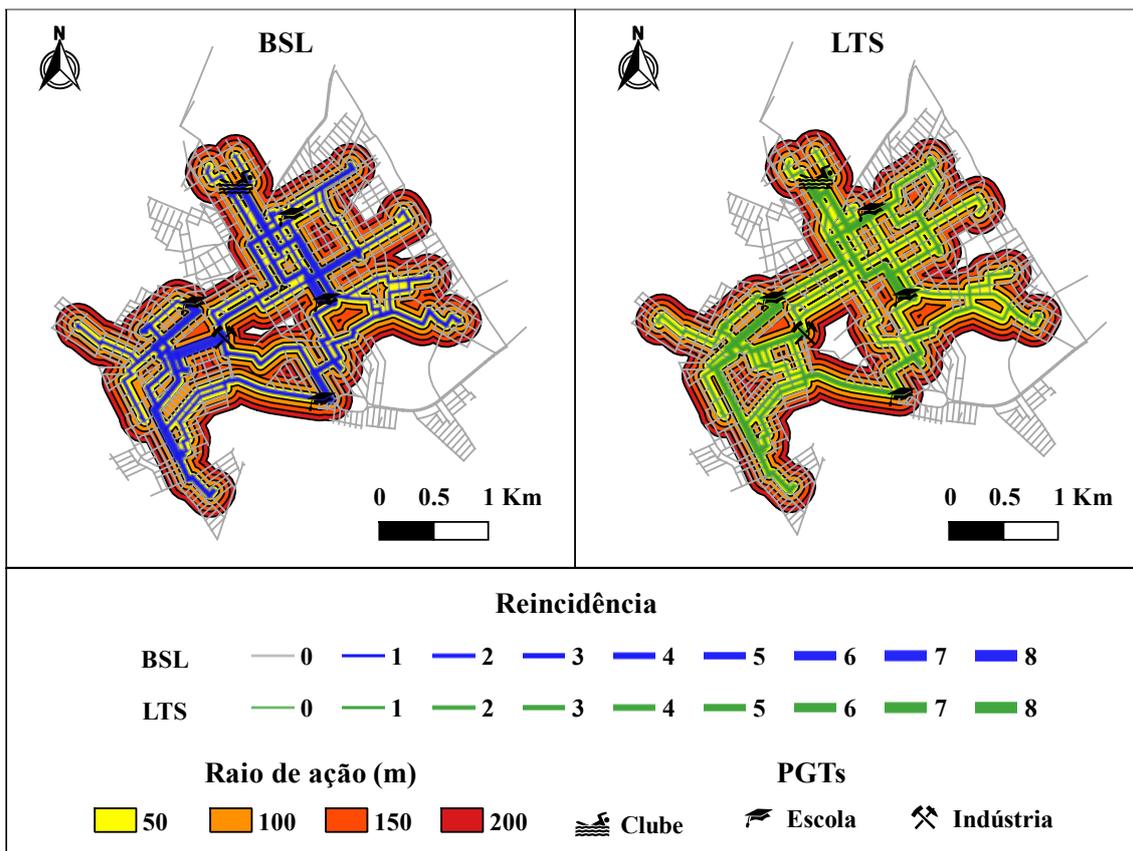


Figura 3: Reincidência das rotas cicláveis e áreas de influência dos eixos viários

É válido destacar que os trabalhos encontrados na literatura relacionados à acessibilidade às infraestruturas cicloviárias sugerem que as áreas de cobertura de eixos potencialmente cicláveis sejam delimitadas por raios de ação que variam entre 400 m e 2,4 km, novamente, medidos em distância euclidiana (Vale; Saraiva; Pereira, 2016). No entanto, por se tratar de uma cidade de pequeno porte e com configuração urbana compacta, foram adotados, neste trabalho, limites menores para estes raios de ação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados da análise comparativa entre os dois modelos para avaliação do nível de estresse relacionado ao transporte cicloviário aplicados à identificação das rotas cicláveis na cidade de Bariri-SP.

4.1. Comparação entre os níveis de estresse

Os dois modelos utilizados neste trabalho para a verificação da qualidade operacional das vias relacionada aos ciclistas possuem algumas vantagens em comum: facilidade de coleta das variáveis de entrada e de aplicação dos próprios modelos. No entanto, cada um deles apresenta limitações características: o BSL não sugere procedimentos para avaliação do nível de estresse ao qual um ciclista está submetido ao trafegar por ciclofaixas; já o LTS não leva em conta o volume de veículos motorizados, um dos principais indicadores da compatibilidade das vias urbanas com o transporte cicloviário. Os resultados da influência destas limitações na avaliação global dos níveis de estresse são detalhados a seguir.

Com relação ao BSL, observa-se a predominância de boas avaliações globais do nível de estresse (1 e 2) ao longo do sistema viário da cidade de Bariri-SP. Em algumas das vias que compõem as redes primária e secundária, isto é, as vias que, respectivamente, promovem as articulações estrada-centro e centro-bairros, no entanto, foram verificadas avaliações intermediárias para o nível de estresse (3 e 4), justificadas pelos altos volumes e velocidades de tráfego dos veículos motorizados. É válido destacar ainda que não foram identificadas avaliações globais do BSL iguais a 5 em nenhum dos segmentos viários avaliados, o que significa que, precisando-se ou não de alterações ou condições compensatórias, todos estes segmentos são adequados ao transporte cicloviário.

Com relação ao LTS, observa-se a quase totalidade das vias com ótimas avaliações do nível de estresse (1), com exceção dos locais que dispõem de ciclofaixas, cujas velocidades de tráfego dos veículos motorizados nas vias adjacentes condicionam avaliações globais iguais a 2; e de algumas das vias que compõem a rede secundária, onde também são observadas altas velocidades dos veículos motorizados que compartilham o espaço com as bicicletas. É válido destacar ainda que não foram identificadas avaliações globais do LTS iguais a 4, o que significa que, assim como sugerido pelo BSL, a avaliação pelo modelo de Mekuria, Furth e Nixon (2012) também indica que todos os segmentos viários avaliados são adequados à prática do ciclismo.

4.2. Comparação entre as rotas cicláveis identificadas

Com o intuito de analisar as rotas cicláveis identificadas, considerando-se cada um dos dois modelos de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas, foram feitas comparações entre as extensões destas rotas e as extensões das rotas que minimizam as distâncias de viagem entre os respectivos pares origem-destino de interesse.

Com relação às rotas cicláveis identificadas utilizando-se o BSL para cálculo das impedâncias, observa-se que 12 destas 35 rotas são coincidentes com as rotas que minimizam as distâncias de viagem entre os respectivos pares origem-destino de interesse. Além disto, com o intuito de se evitar segmentos viários com baixa qualidade operacional, verificou-se que as rotas cicláveis identificadas, considerando-se o BSL, desviam-se, em média, aproximadamente 101,63 m das rotas de caminho mínimo.

Com relação às rotas cicláveis identificadas utilizando-se o LTS para cálculo das impedâncias, observa-se que 24 destas 35 rotas são coincidentes com as rotas que minimizam as distâncias de viagem entre os respectivos pares origem-destino de interesse. Isto pode ser justificado pelo fato de que a expressiva maioria dos segmentos viários avaliados apresenta ótimas avaliações do nível de estresse (1), fazendo com que a impedância destes segmentos seja igual ao comprimento dos mesmos. Além disto, com o intuito de se evitar segmentos viários com baixa

qualidade operacional, verificou-se que as rotas cicláveis identificadas, considerando-se o LTS, desviam-se, em média, aproximadamente 50,38 m das rotas de caminho mínimo.

Quando comparadas entre si, 14 das 35 rotas calculadas, considerando-se cada um dos dois modelos, são coincidentes, predominantemente entre pares origem-destino localizados de maneira próxima entre si. Além disto, o desvio médio entre as rotas identificadas para os mesmos pares origem-destino, por cada um dos modelos, é da ordem de 86,38 m.

4.3. Cobertura dos eixos viários potencialmente cicláveis

Com o objetivo de verificar a porcentagem da população urbana atendida pelos eixos viários potencialmente cicláveis definidos pela aplicação de cada um dos modelos utilizados neste trabalho, foi realizada a sobreposição entre as camadas de densidade populacional da cidade de Bariri-SP e das áreas de influência destes eixos, considerando-se os diferentes raios de ação. Os resultados são apresentados pela Tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Porcentagem da população urbana atendida por raio de ação dos eixos viários potencialmente cicláveis

Modelo	Raio de ação (m)			
	50	100	150	200
BSL	35,01%	56,98%	71,55%	81,67%
LTS	36,99%	59,46%	72,97%	82,41%

De acordo com os dados apresentados pela Tabela 5, pode-se afirmar que a porcentagem da população atendida pelos eixos viários definidos pelo LTS é moderadamente superior àquela atendida pelos eixos viários definidos pelo BSL. Apesar disto, nota-se uma clara semelhança entre a cobertura da área urbana da cidade de Bariri-SP verificada para ambos os modelos. Além disto, vale destacar que, independentemente do modelo para avaliação do nível de estresse para ciclistas, considerando-se um raio de ação de 200 m, a infraestrutura cicloviária proposta é acessível a mais de 80% da população urbana do município.

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este artigo teve como objetivo a comparação entre os dois principais modelos de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas encontrados na literatura, utilizados no processo de identificação de rotas cicláveis. O estudo de caso foi conduzido para a cidade de Bariri-SP.

De maneira geral, as rotas cicláveis identificadas, utilizando-se cada um dos dois modelos, foram comparadas com relação aos níveis de estresse relacionados aos ciclistas, às distâncias de viagem associadas às distâncias mínimas e à cobertura dos eixos viários potencialmente cicláveis definidos pela reincidência destas próprias rotas.

Os níveis de estresse verificados pelos dois modelos, ao longo dos segmentos viários da cidade de Bariri-SP, em síntese, são semelhantes. Nas vias locais, observa-se uma predominância de boas avaliações globais dos níveis de estresse para ambos os modelos. Já com relação às vias que compõem as redes primária e secundária, observam-se avaliações intermediárias para os níveis de estresse, condicionadas, para o BSL, pelos volumes de veículos motorizados, e para o LTS, pelas velocidades dos veículos motorizados que compartilham o espaço com os ciclistas ou que trafegam de maneira adjacente às ciclofaixas.

Os desvios médios com relação às rotas de caminho mínimo observados nas rotas cicláveis identificadas utilizando-se o BSL são aproximadamente duas vezes maiores que aqueles observados nas rotas cicláveis identificadas utilizando-se o LTS. A justificativa para isto reside no fato de que a expressiva maioria dos segmentos viários considerados, com relação ao LTS, apresenta ótimas avaliações do nível de estresse (1), fazendo com que a impedância destes segmentos seja igual ao comprimento dos mesmos. Além disto, estas ótimas avaliações refletem também no grande número de rotas cicláveis coincidentes com as rotas de caminho mínimo.

A porcentagem da população urbana atendida pelos eixos viários potencialmente cicláveis, definidos a partir da reincidência das rotas cicláveis identificadas utilizando-se os dois modelos, de maneira geral, é extremamente semelhante. Desta forma, pode-se afirmar que, a cobertura da unidade formada por estes eixos, na cidade de Bariri-SP, independe da seleção do modelo para avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas. Além disto, observa-se também que, considerando-se um raio de ação de 200 m medidos em distância euclidiana, mais de 80% de toda a população urbana passa a ser atendida pela infraestrutura cicloviária proposta.

De acordo com os resultados apresentados, conclui-se que os objetivos do trabalho foram atendidos, permitindo a identificação de rotas cicláveis de maneira satisfatória para a cidade de Bariri-SP. Como sugestões para trabalhos futuros, propõe-se que esta análise comparativa seja reproduzida para cidades de médio e grande portes, com o intuito de verificar se existem diferenças significativas na cobertura da unidade formada pelos eixos viários potencialmente cicláveis definidos a partir da reincidência das rotas cicláveis identificadas por meio da utilização de cada um dos dois modelos. Além disto, considerando-se estes maiores centros urbanos, igualmente maiores raios de ação podem ser definidos para a análise da acessibilidade à infraestrutura cicloviária proposta.

Outra sugestão é a inclusão de diferentes modelos para avaliação da qualidade operacional das vias relacionada ao transporte cicloviário nesta análise comparativa, com destaque para aqueles que avaliam o nível de serviço para as bicicletas. Desta forma, é possível avaliar o processo de identificação das rotas cicláveis considerando-se outros fatores que influenciam no uso da bicicleta como modo de transporte urbano, tais como declividade, condições do pavimento, porcentagem de veículos pesados etc.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP por toda a infraestrutura disponibilizada para a elaboração deste trabalho, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, C. H. R.; Vasconcellos, E. A.; Galindo, E.; Pereira, R. H. M.; & Neto, V. C. D. L. (2011) *A mobilidade urbana no Brasil*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, DF.
- Furth, P. G.; Mekuria, M. C. (2013) Network Connectivity for Low-Stress Bicycling. *Transportation Research Board 92th Annual Meeting Compendium of Papers*, Washington D. C., USA. DOI: 10.3141/2587-06.
- Harkey, D. L.; Reinfurt, D. W.; Knuiman, M.; Stewart, J. R.; Sorton, A. (1998) *Development of a Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept*. Highway Safety Research Center, Chapel Hill, USA. DOI: 10.3141/1636-03.
- IBGE (2018) *Estimativas de população*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bariri/panorama>>. Acesso em: 14 jun. 2018.
- Klobucar, M. S.; Fricker, J. D. (2007) Network Evaluation Tool to Improve Real and Perceived Bicycle Safety. *Transportation Research Record*, n. 2031, p. 25-33. DOI: 10.3141/2031-04.

- Lowry, M.; Callister, D.; Gresham, M.; Moore, B. (2012) Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service. *Transportation Research Record*, n. 2314, p. 41-48. DOI: 10.3141/2314-06.
- LTSA (2004) *Cycle Network and Route Planning Guide*. Land Transport Safety Authority, New Zealand.
- McDaniel, S.; Lowry, M. B.; Dixon, M. (2014) Using Origin-Destination Centrality to Estimate Directional Bicycle Volumes. *Transportation Research Board 93th Annual Meeting Compendium of Papers*, Washington D. C., USA.
- Mekuria, M. C.; Furth, P. G.; Nixon, H. (2012) *Low-Stress Bicycling and Network Connectivity*. Mineta Transportation Institute, Report 11-19, Mineta, USA.
- Monari, M. (2018) *Método para definição de rede de rotas cicláveis em áreas urbanas de cidades de pequeno porte: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Sorton, A. e Walsh, T. (1994) Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility. *Transportation Research Record*, n. 1438, p. 17-24.
- TRB (2010) *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board. National Research Council, Washington D. C., EUA.
- Vale, D. S.; Saraiva, M.; Pereira, M. (2016) Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, v. 9, n. 1, p. 209–235.

Marcelo Monari (marcelo.monari@usp.br)

Francisco Roza de Moraes (maverick@usp.br)

Paulo César Lima Segantine (seganta@sc.sup.br)

Irineu da Silva (irineu@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trab. São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590