



NIVEL DE QUALIDADE DA VIA PARA CICLISTAS - UMA ANÁLISE SOBRE O AMBIENTE URBANO

Guilherme de Castro Leiva

Heloisa Maria Barbosa

NUCLETRANS - Núcleo de Transporte

Departamento de Engenharia de Transporte e Geotecnia

Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta metodológica para determinar o nível de qualificação viária quanto ao serviço oferecido aos ciclistas. Esta proposta analisa o meio ambiente urbano com suas diversas variáveis que influenciam o uso do modal bicicleta. As variáveis abrangem aspectos técnicos da Engenharia de Tráfego como a classificação viária, a relação existente entre fluxo e velocidade de tráfego, a presença de medidas de Moderação de Tráfego, a qualidade da infra-estrutura cicloviária, o número e o tratamento dado aos pontos de conflitos e o nível de manutenção da via, e, também, aspectos ambientais e sociais como a configuração do entorno e a segurança dos usuários quanto ao risco de assaltos. Estes parâmetros são avaliados de acordo com a qualidade dos serviços prestados, e são atribuídos pesos conforme o grau de importância de cada um para os ciclistas. Estes valores somados criam um índice de qualidade de serviço para o ciclismo que será usado para avaliar o nível de qualidade da via para ciclistas.

ABSTRACT

This article presents a methodological proposal to determine the level of street qualification concerning the actual cycling level-of-service. This proposal analyses the urban environment and its variables which influence the use of bicycles. The variables include technical aspects of Traffic Engineering such as: road classification, the relationship between speed and traffic flow, Traffic Calming measures, road conflicts, and road maintenance, as well as environmental and sociological aspects such as space configuration and road security. These parameters are assessed in accordance to the quality of available services. Each parameter has been associated to an importance level according to the perception of cyclists. An Index of service quality is then created in order to evaluate the road quality for cycling.

1. INTRODUÇÃO

As vias, após o desenvolvimento do automóvel e sua larga industrialização, passaram a ser projetadas para receber o tráfego de veículos motorizados e sua constante demanda por mais espaço. Porém, este tipo de enfoque trouxe diversas perdas em termos de qualidade ambiental e social para as cidades. As ruas deixaram de ser utilizadas pelos seus habitantes como um local de trocas culturais e de lazer, transformando-se em espaços de passagem de veículos motorizados.

Neste contexto, em que se ampliou a área para o tráfego de automóveis, as vias deixaram de oferecer espaços adequados para receber o tráfego de pedestres e ciclistas. Calçadas apresentam características inadequadas, com larguras insuficientes, mobiliário urbano mal projetado, péssima manutenção do piso, pouca iluminação e constantes riscos de assaltos, que desestimulam o pedestre a trafegar por elas. O mesmo pode ser dito quanto ao serviço prestado aos ciclistas, porém estes ainda têm o inconveniente de não possuírem nenhum espaço específico que privilegie seus deslocamentos, sendo algumas vezes, induzidos a trafegar junto dos pedestres e, outras, junto dos automóveis, aumentando o risco de acidentes provocado pelo conflito entre os diferentes modais.

Assim, é necessário que se desenvolvam políticas que mudem esta situação, tratando o ciclismo como uma das alternativas para se obter um espaço urbano ambiental e socialmente correto. Portanto, o que se busca neste estudo é criar um método de avaliação do sistema



viário que classifique as condições das vias para receber e promover o tráfego de bicicletas e que oriente novos projetos a criarem espaços adequados a este modal.

2. CONFORTO DO PEDESTRE E CICLISTA

Estudos realizados sobre o nível de conforto das vias para o tráfego de pedestres, EBTU (1980), IHT e DT (1987) abrangem parâmetros técnicos como a relação existente entre largura efetiva do passeio e volume e velocidade dos deslocamentos dos pedestres, para oferecer a estes um serviço adequado, tanto em trechos de vias como em cruzamentos. Fatores relativos à acessibilidade, conforto, conveniência, economia, segurança e seguridade, são considerados inerentes às operações de deslocamentos dos pedestres e caracterizados como fatores ambientais relativamente intangíveis. Nestes estudos o fluxo de pedestres possui uma natureza semelhante ao fluxo de veículos existindo assim vários indicadores do nível de mobilidade nas instalações para pedestres.

Posteriormente, percebendo-se que apenas o dimensionamento da área de passeio era insuficiente para determinar se uma via apresentava ou não condições adequadas ao tráfego de pedestres, Khisty (1994) e Ferreira e Sanches (2001), além de determinar as dimensões da área para os deslocamentos de pedestres, consideraram as características do entorno que eram denominadas intangíveis e não mensuráveis.

Dixon (1996) teve a preocupação de avaliar o nível de serviço da infra-estrutura viária oferecido aos pedestres e ciclistas. Para os ciclistas, foram analisadas as facilidades oferecidas aos seus deslocamentos como a existência de faixas compartilhadas, ciclofaixas ou ciclovias, presença de obstruções como estreitamentos de via, pontes ou cruzamentos que dificultam ou privilegiam o tráfego de ciclistas, a velocidade desenvolvida pelos veículos motorizados e o nível de manutenção da via. O autor quantificou e qualificou estes parâmetros, determinando valores que, somados, dão o índice de serviço oferecido aos ciclistas. Em seu método o importante é a análise do sistema viário e o nível de serviço para os deslocamentos de ciclistas e veículos motorizados, a configuração do entorno não foi analisada como um fator de promoção do ciclismo.

3. METODOLOGIA

O método ora apresentado, complementando os estudos acima mencionados, possui a preocupação de analisar parâmetros sociais e psicológicos, determinados pela configuração espacial do entorno, associados aos dados do sistema viário.

A metodologia ora proposta é subdividida em 5 etapas, a saber:

1. determinação e quantificação dos parâmetros de conforto (P);
2. determinação do Índice de Importância (I);
3. determinação dos Valores de Item (V) multiplicando P por I ;
4. determinação do Índice de Qualidade para o Ciclista (IQC) somando-se os diversos Valores de Item (V);
5. determinação do Nível de Qualidade da Via para o ciclista (NQVC) através do IQC.

3.1 Parâmetros de Conforto (P)

Os Parâmetros de Conforto (P) são as relações físicas e psicológicas existentes entre as várias características da via para a promoção de um espaço atrativo para o ciclismo. Foram definidos em pesquisas anteriormente citadas, nas quais se elegeram aspectos que determinam a eficácia



do sistema viário para acomodar o modal bicicleta. Portanto, com base nestes aspectos, criou-se uma sequência de pontuação que vai de 1 a 5 e conceitua cada parâmetro. A quantificação dos Parâmetros de Conforto está apresentada nos itens seguintes (3.1.1 a 3.1.5).

Os Parâmetros de Conforto definidos são:

1. Infra-estrutura Cicloviária;
2. Conflitos entre ciclistas e veículos motorizados;
3. Manutenção da Via;
4. Configuração do Entorno;
5. Segurança.

3.1.1 Parâmetro 1- Avaliação da Infra-estrutura Cicloviária

Na Tabela 1 a infra-estrutura cicloviária é conceituada através das relações entre classificação da via, existência de moderação de tráfego, fluxo de veículos motorizados e dimensionamento da via para receber os ciclistas.

Tabela 1: Nível de infra-estrutura cicloviária

Conceito	Classe da Via		Moderação de Tráfego	Fluxo de veículos motorizados por faixa (pico)	Dimensões (m)
Excelente 5 pontos	Vias exclusivas ciclistas		Não	0	2,5≤Cve≤4,0
Ótimo 4 pontos	Superfície Compartilhada – velocidade do pedestre		Sim, com facilidades para ciclista	≤100 v/h	
	Local	30Km/h	Sim, com facilidades para ciclista	≤440 v/h	2,5≤Fc≤3,0
	Coletora	40Km/h	Sim, com facilidades para ciclista	≤200 v/h	4,0≤Fc≤4,2
			Sim, com facilidades para ciclista	>220 v/h	1,5≤Cf≤2,0
	Arterial	60Km/h	Não	≤200 v/h	1,7≤Cf≤2,0
Bom 3 pontos	Local	30Km/h	Não	>220 v/h	2,5≤Cv≤2,8
			Sim	≤440 v/h	2,5≤Fc≤3,0
	Coletora	40Km/h	Sim	≤200 v/h	4,0≤Fc≤4,2
			Sim	>220 v/h	1,5≤Cf≤2,0
	Arterial	60Km/h	Não	≤200 v/h	1,5≤Cf<1,7
Regular 2 pontos	Local	30Km/h	Não	>220 v/h	-
			Sim	≤440 v/h	2,7≤Fc≤3,0
	Coletora	40Km/h	Não	≤200 v/h	4,0≤Fc≤4,2
			Não	>220 v/h	1,5≤Cf≤2,0
	Arterial	60Km/h	Não	≤200 v/h	-
Ruim 1 ponto	Local	30Km/h	Não	>220 v/h	-
			Sim	≤440 v/h	-
	Coletora	40Km/h	Não	≤200 v/h	-
			Não	>220 v/h	-
	Arterial	60Km/h	Não	≤200 v/h	-
			Não	>220 v/h	-

*v/h = veículos por hora; Cve = ciclovia exclusiva bidirecional; Fc = faixa compartilhada; Cf = ciclofaixa unidirecional; Cv = ciclovia bidirecional.

Nas vias locais é esperado fluxo de veículos até 440v/h por faixa, porque, até esta situação, o tráfego compartilhado não se caracteriza como um risco para os ciclistas. O conceito ruim é atribuído quando se inserem intervenções desnecessárias utilizando parte da via que poderia ser destinada para outro fim, ou quando não apresentam as dimensões citadas na Tabela 1. Observa-se que em vias arteriais com fluxo de veículos inferior ou igual a 220v/h existem os conceitos ótimo, bom e regular. Em fluxos superiores a 220v/h, existem apenas os conceitos ótimo e ruim, sendo o conceito ótimo somente admitido quando há inclusão de ciclovia, e esta com largura mínima de 2,5m, e o conceito ruim quando da ausência de ciclovia.



Percebe-se que a melhor situação para o tráfego de ciclistas é quando este se encontra segregado dos demais modos, pois assim, evita-se o risco de qualquer tipo de acidentes que seja consequência do conflito entre os diferentes meios de transportes. Quando os ciclistas são obrigados a trafegar em paralelo aos veículos motorizados e aos pedestres, é importante verificar a função da via por meio da velocidade e fluxo de veículos, para determinar o nível de segregação dos ciclistas. Aumentando-se a velocidade e o fluxo dos veículos motorizados, o nível de segregação do ciclista deve aumentar, necessitando de vias mais largas e separadas do tráfego de veículos. Assim, faixas compartilhadas devem ser transformadas em ciclofaixas em vias coletoras e estas em ciclovias em vias arteriais.

Em vias com moderação de tráfego e baixas velocidades não é necessário prover ciclofaixas para receber o tráfego de ciclistas, porque nesta situação a velocidade dos modos tende a se igualar, aumentando a percepção da presença do ciclista pelo motorista. Porém, mesmo em vias com moderação de tráfego, pode-se privilegiar ainda mais o tráfego de bicicletas. Passagens laterais exclusivas podem ser inseridas quando da existência de deflexões verticais como ondulações (Figura 1) e plataformas, e de deflexões horizontais como pontos de estrangulamentos e chicanas. O uso de almofadas que permite uma passagem entre ela e o meio-fio, o fechamento de vias permitindo somente o tráfego de ciclistas (Figura 2), a redução do raio de giro nas interseções conduzindo o motorista a velocidades menores dando ao ciclista maior segurança em suas conversões, uma sinalização adequada que alerte aos motoristas da presença de ciclistas e pedestres, podem ser utilizadas associadas à moderação do tráfego para promover o ciclismo.



Figura 1: Ondulação com passagem lateral



Figura 2: Fechamento de via com passagem para ciclistas

3.1.2 Parâmetro 2- Avaliação dos conflitos entre ciclistas e veículos motorizados

O conflito normalmente é consequência do fluxo intenso de veículos motorizados, obstruções físicas como cruzamentos controlados, baias de estacionamento, canteiros centrais, deflexões verticais e horizontais e pela falta de visibilidade dos motoristas. O ciclista como o pedestre se sente inseguro em vias onde há um grande número de cruzamentos, os quais permitem conversões tanto para a direita quanto para a esquerda. Esta sensação é influenciada pelo risco que os veículos motorizados realizando estas manobras podem oferecer aos ciclistas. Assim é interessante prover facilidades para os ciclistas como paradas avançadas em cruzamentos controlados com semáforos (Figura 3), estreitamentos de pistas que posicionem os ciclistas corretamente na via, de maneira que este determine a velocidade do deslocamento ou que possa trafegar confortavelmente em paralelo ao veículo motorizado. Onde existem baias de estacionamentos prover afastamento (Figura 4) para evitar o choque com veículos entrando e saindo de vagas, bem como, pela abertura das portas. Em interseções com ciclovias, prover uma travessia controlada por semáforos (Figura 5). Sendo possível, prover a via de canteiro central, principalmente se o número de conversões à esquerda é significativo.



Na tabela 2 as vias são classificadas em relação à existência de dispositivos favoráveis à circulação de ciclistas relacionando-os à ocorrência de conflitos.



Figura 3: Parada avançada



Figura 4: Afastamento das baias de estacionamento



Figura 5: Travessia para ciclistas

Tabela 2: Nível de conflitos da via

Conceito	Obstáculos	Baias de estacionamento	Canteiros centrais	Facilidades nas interseções
Excelente 5 pontos	Não	Não	Sim	Sim
Ótimo 4 pontos	Modificando um dos dados acima			
Bom 3 pontos	Modificando dois dos dados acima			
Regular 2 pontos	Modificando três dos dados acima			
Ruim 1 ponto	Sim	Sim	Não	Não

Quando há moderação de tráfego, obstáculos como estreitamentos de vias e ondulações, apresentando ou não facilidades para os ciclistas, são classificados como parte das políticas de controle de volume e velocidade do tráfego, de mudança de comportamento dos usuários e de desenvolvimento ambiental, portanto, neste caso, julga-se positiva a existência de obstáculos.

3.1.3 Parâmetro 3- Avaliação do Nível de Manutenção da Via

A situação da pavimentação é fundamental para a promoção do ciclismo. Determinam o nível de serviço para este quesito o tipo do material empregado e a situação em que se encontra. O uso de material inadequado que gera incômodo ao ciclista por ser demasiadamente rugoso ou escorregadio, deve ser evitado. O piso em má condição com superfície esburacada, remendos, ou sem pavimentação, provoca acidentes e induz os ciclistas a se posicionarem indevidamente na via durante seus deslocamentos. Esta classificação pode ser analisada na Tabela 3.

Tabela 3: Nível de manutenção da via

Conceito	Características
Excelente 5 pontos	Pavimentação excelente, material apropriado e aparência de manutenção constante
Ótimo 4 pontos	Pavimentação em boas condições, material apropriado, irregularidades e defeitos recuperados.
Bom 3 pontos	Pavimentação em condições aceitáveis, material inadequado, superfície escorregadia ou rugosa.
Regular 2 pontos	Pavimentação em condições ruins, superfícies irregulares, completa ausência de manutenção.
Ruim 1 ponto	Sem pavimentação



3.1.4 Parâmetro 4- Avaliação da Configuração do Entorno

É importante para a escolha de uma rota, por pedestres ou ciclistas, o nível de qualificação do entorno. Se um ambiente se apresenta esteticamente atrativo, ou seja, bem iluminado, com presença de áreas verdes, controle da poluição visual, sonora e estética, será capaz de promover desenvolvimento econômico e assegurar o tráfego mais lento e agradável para o seu desfrute. Assim a Tabela 4 expõe o nível de qualificação ambiental desejável para uma via quando se quer propiciar o desenvolvimento sustentável do tráfego.

Tabela 4: Nível de qualificação ambiental

Conceito	Características
Excelente 5 pontos	Ambiente projetado para o ciclismo, presença de área verde, sombreado, boa iluminação e baixo nível de poluição.
Ótimo 4 pontos	Ambiente agradável, pouca área verde, porém sombreado, boa iluminação, lindeiro a residências e lojas de boa aparência estética e manutenção, nível aceitável de poluição.
Bom 3 pontos	Ambiente pouco atraente, lindeiro a construções comerciais e residenciais sem boa aparência estética e manutenção, configuração de um espaço fechado, estreito e alto nível de poluição
Regular 2 pontos	Ambiente desprovido de preocupações estéticas, construções sem contato com a via, pouca iluminação.
Ruim 1 ponto	Desprovido de qualquer infra-estrutura e/ou abandonado.

3.1.5 Parâmetro 5- Segurança

No Brasil, em geral, a sensação de insegurança além de ser oferecida pela possibilidade de acidentes com veículos motorizados, é consequência do alto índice de marginalidade. Dessa forma, mais que, diminuir o tráfego é importante promover o desenvolvimento e a qualificação espacial, aumentando o policiamento e incentivando o uso da via pelos pedestres e ciclistas, possibilitando que estes se sintam seguros e confortáveis em seus deslocamentos. A Tabela 5 qualifica estas condições.

Tabela 5: Nível de segurança

Conceito	Características
Excelente 5 pontos	Policiamento constante, presença usual de pedestres e ciclistas, entorno bem qualificado.
Ótimo 4 pontos	Policiamento eventual, presença de pedestres e ciclistas, entorno agradável.
Bom 3 pontos	Presença de pedestres e ciclistas e configuração do entorno como promotoras de segurança.
Regular 2 pontos	Poucos pedestres e ciclistas e baixa qualificação do entorno.
Ruim 1 ponto	Sem policiamento e muito pouca presença de pedestres e ciclistas. Locais próximos a terrenos baldios, ainda não parcelados, sem infra-estrutura urbana.

3.2 Índice de Importância (I)

Os Índices de Importância (I) representam o valor de prioridade atribuído aos parâmetros mencionados no item 3.1 pelos ciclistas. Nesta metodologia estes Índices serão obtidos por meio de uma pesquisa que consistirá na aplicação de questionários e entrevistas com ciclistas. Dessa forma, serão obtidos os valores relativos a prioridade que os parâmetros possuem para tornar o ambiente da via mais seguro e confortável. A ordem de prioridade escolhida pelos ciclistas será determinada em porcentagem como no exemplo abaixo, totalizando 100% a soma dos 5 Índices considerados.

1. 30 % → I_1 – Índice de Importância do Dimensionamento Infra-Estrutura Cicloviária;
2. 15 % → I_2 – Índice de Importância dos Conflitos;



3. 30 % → I_3 – Índice de Importância da Manutenção;
4. 5 % → I_4 – Índice de Importância da Configuração do Entorno;
5. 20 % → I_5 – Índice de Importância da Marginalidade.

3.3 Valores de Item (V)

O Valor de Item é obtido pela multiplicação da pontuação definida pelos Parâmetros de Conforto (P), presentes no item 3.1, pelos Índices de Importância (I), que é a constante de ponderação para cada Parâmetro de Conforto (P) determinando, assim, os Valores de Item (V).

$$V_n = P_n \times I_n \quad (1)$$

3.4 Índice de Qualidade para o Ciclista (IQC)

Os Valores de Item (V) serão somados, um a um, para adquirir o Índice Qualidade para o Ciclista (IQC), sendo este o parâmetro final da qualificação viária no que diz respeito à promoção do ciclismo.

$$IQC = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \quad (2)$$

Sendo V_1 o Valor de Item do Dimensionamento da Infra-Estrutura Cicloviária; V_2 o Valor de Item Conflitos; V_3 o Valor de Item de Manutenção; V_4 o Valor de Item de Configuração do Entorno e V_5 o Valor de Item de Controle da Marginalidade.

3.5 Determinação do Nível de Qualidade da Via para Ciclistas

Através do Índice de Qualidade para o Ciclista (IQC), pode-se, através da Tabela 6, determinar o Nível de Qualidade da Via para Ciclistas (NQVC).

Tabela 6: Nível de Qualidade da Via para Ciclistas

Índice de Qualidade (IQC)	Conceito	Nível de Qualidade da Via (NQVC)
4,1 a 5,0	Excelente	A
3,1 a 4,0	Ótimo	B
2,1 a 3,0	Bom	C
1,1 a 2,0	Regular	D
0,0 a 1,0	Ruim	E

Para facilitar a compreensão do método, simulou-se uma situação exemplificando a sua aplicação.

Exemplo: Um trecho de via entre as quadras 2 e 6 de um bairro de uma cidade atingiu a seguinte pontuação quanto à situação dos parâmetros de conforto: $P_1=3$; $P_2=2$; $P_3=4$; $P_4=4$ e $P_5=3$. Qual o Nível de Qualidade para o ciclista (NQVC) deste trecho de via? Dados: $I_1=40\%$; $I_2=25\%$; $I_3=18\%$; $I_4=10$ e $I_5=7\%$.



$$\begin{aligned} IQC &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \\ IQC &= (P_1 \times I_1) + (P_2 \times I_2) + (P_3 \times I_3) + (P_4 \times I_4) + (P_5 \times I_5) \\ IQC &= 3 \times 0,40 + 2 \times 0,25 + 4 \times 0,18 + 4 \times 0,10 + 3 \times 0,07 \\ IQC &= 1,2 + 0,5 + 0,72 + 0,4 + 0,21 \\ IQC &= 3,03 \end{aligned}$$



Ou seja, este trecho de via para a situação hipotética criada apresenta um Nível de Qualidade da via (NQVC) “B” e um conceito “ótimo”.

3. CONCLUSÕES

Esta metodologia propõe determinar o grau de atratividade das vias para receber o tráfego de bicicletas, determinando um Nível de Qualidade da Via para Ciclistas, fixando um valor geral para a classificação do sistema viário e criando uma base de comparação para estudos sobre a situação do ciclista neste sistema.

Apresenta-se como um instrumento de análise que órgãos públicos e privados poderão utilizar para classificar a situação em que as vias de uma cidade se encontram para receber o tráfego de ciclistas. Pode ser considerada como um meio de análise ambiental, pois classifica a condição da via por meios qualitativos determinando o nível de conforto visual e segurança que a configuração do entorno gera.

Nesta proposta preliminar não houve a preocupação em determinar as condições do terreno como declividade, pois é considerado que nas vias que serão estudadas estes valores já foram contemplados. Também não se avaliou o número de acidentes que envolvem ciclistas, porém, posteriormente, estes aspectos podem ser incorporados à definição final desta metodologia caso a prática deste modal seja relevante nas regiões estudadas.

Para assegurar que o objetivo do método seja atingido, necessita-se realizar o levantamento e determinar o Nível de Qualidade da Via para Ciclistas de algumas áreas, e com os dados em mãos, proceder a uma conferência dos valores conseguidos, confirmando se estes valores representam a realidade. Caso não a representem, será necessária uma reavaliação dos parâmetros escolhidos. Em seguida, confirmada a eficácia do método, confeccionar-se-á o questionário e se realizará a pesquisa com os ciclistas para confrontar os Valores de Importância, checando se estes valores se assemelham aos resultados adquiridos nos levantamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Department of the Environment, Transport and the Regions (2000), Traffic Advisory Leaflet, vol: 10/2000.
- Dixon, L. B. (1996) Bicycle and pedestrian level-of-service performance measure and standards for congestion management systems. *Transportation Research Record*, 1538: 1-9.
- EBTU (1980) *Pedestres- Série Cadernos Técnicos*. Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos, Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- Ferreira, M. A. G. e Sanches, S. P. (2001) Índice de Qualidade das Calçadas - IQC. *Revista dos Transportes Públicos, ANTP*, vol 91: 47-60.
- Godim, M. F. (2001) *Transporte não motorizado na legislação urbana do Brasil*. Tese submetida ao corpo docente da Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia da UFRJ para a obtenção do Grau Mestre em Engenharia de Transporte, Rio de Janeiro, RJ.
- IHT e DT (1987) *Roads and traffic in urban areas*. Institution of Highways and Transportation with the Department of Transport, HMSO, Londres.
- Khisty, C. J. (1994) Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept. *Transportation Research Record*. 1438: 45-50.
- Minnesota Department of Transportation (1996) *Minnesota Bicycle Transportation Planning and Design Guidelines*.

Endereço dos autores:

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia
Avenida do Contorno 842, sala 607. CEP: 30.110-060

Fone: +55-31-3238-1748
E-mail: guilhermeleiva@yahoo.it
helobarb@etg.ufmg.br