



DETERMINAÇÃO DO LIMITE MÁXIMO DE VELOCIDADE DE UMA VIA URBANA BASEADA EM CRITÉRIOS DE SEGURANÇA E FLUIDEZ

Tito Livio Pereira Queiroz e Silva¹

Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes – CEFTRU
Universidade de Brasília

Maria Alice Prudêncio Jacques²

Ana Cláudia Silveira Torres³

Mestrado em Transportes
Universidade de Brasília

RESUMO

Os baixos limites de velocidade nas vias urbanas são apontados pelos motoristas infratores como uma das razões para trafegarem acima dos limites de velocidade estabelecidos pelos departamentos de trânsito. Por meio de consultas realizadas junto a diversos órgãos gestores de trânsito de cidades brasileiras, pôde-se constatar que a grande maioria não dispunha de métodos bem definidos para determinação dos limites de velocidades das vias sob sua jurisdição. Em um outro trabalho, os autores desenvolveram uma metodologia para a determinação de limites de velocidade de vias urbanas, que leva em consideração critérios técnicos de segurança de todos os usuários da via e de mobilidade dos veículos. De forma a testar a aplicabilidade da metodologia proposta, foram realizados estudos de caso em algumas vias urbanas de Brasília (DF). Os resultados obtidos foram apresentados aos técnicos do DETRAN-DF, que se mostraram satisfeitos com a consistência dos resultados e praticidade da metodologia.

ABSTRACT

Low speed limits are pointed out by transgressor drivers as one reason to drive above speed limits posted by traffic departments. Interviews done at several Brazilian traffic departments has indicated that most of them do not has well defined methods to set speed limits of roads under their jurisdiction. In another document, the authors have developed a methodology for setting speed limits in urban roads, considering safety technical standards for all road users and mobility of vehicles. Trying to test methodology's applicability, some case studies were done in Brasília's roads. The results were presented DETRAN's technicians, that approved the methodology praticity and the consistency of its results.

1. INTRODUÇÃO

O aumento contínuo do número de veículos em circulação nas cidades brasileiras vem levando ao incremento dos congestionamentos. Para tentar recuperar o tempo perdido nestes congestionamentos, os motoristas, sempre que lhes é possível, tendem a aumentar a velocidade de deslocamento. Este procedimento leva, em geral, ao desrespeito dos limites máximos de velocidade estabelecidos para as vias e ao conseqüente aumento do risco e da severidade dos acidentes. Visando inibir o desrespeito aos limites de velocidade, os órgãos de trânsito vêm aumentando a fiscalização nas vias por meio de equipamentos eletrônicos.

Para evitar multas, e sem querer perder tempo com deslocamentos, os motoristas pressionam os órgãos gestores do trânsito para que aumentem os limites de velocidade das vias ou, o que vem se tornando cada vez mais comum, para que restrinjam o uso de equipamentos de fiscalização eletrônica da velocidade veicular. Os pedestres, por sua vez, necessitam que os órgãos gestores adotem medidas que garantam a sua segurança, principalmente nos seus movimentos de travessia. Desta maneira, a definição de velocidades limites compatíveis com o uso compartilhado do sistema viário pelos modos de transporte motorizados e não-motorizados é um poderoso instrumento para promover a segurança desejada.

Na maioria das vezes, os limites máximos de velocidade são definidos empiricamente pelos órgãos gestores, tomando como base a experiência dos seus técnicos. Embora esta experiência



seja extremamente importante e deva ser considerada, é válido destacar que a determinação da velocidade limite é um assunto complexo, que precisa levar em conta vários fatores simultaneamente. A inexistência, dentro dos órgãos gestores, de critérios e procedimentos claramente definidos para esta determinação, tem provocado situações indesejáveis. Estas estão associadas tanto à definição de velocidades limites inadequadas, quanto à dificuldade dos órgãos em justificar tecnicamente a adoção de uma determinada velocidade limite, mesmo que adequada. Esta última situação, por exemplo, serve como reforço a algumas das reclamações de motoristas infratores com relação à fiscalização eletrônica.

A integração e coordenação das estratégias de engenharia, educação e fiscalização são apontadas pelo FHWA (1995) como um dos pontos necessários para sucesso das políticas de gerenciamento da velocidade. No que tange a engenharia, o FHWA defende que os limites de velocidade devem ser vistos como razoáveis pela maioria dos motoristas e consistentes com as características físicas e condições tráfego da via.

Visando contribuir para a solução das dificuldades anteriormente apontadas foi desenvolvida uma metodologia para a determinação do limite máximo de velocidade nas vias urbanas (Silva e Jacques, 2003). De forma a testar a metodologia proposta, foram realizados alguns estudos em vias urbanas do Distrito Federal. Este trabalho apresenta o resultado obtido em uma das vias estudadas.

2. METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DO LIMITE DE VELOCIDADE

A metodologia que será testada é composta de sete etapas, conforme pode ser verificado na Figura 1. O detalhamento destas etapas pode ser encontrado em Silva e Jacques (2003).

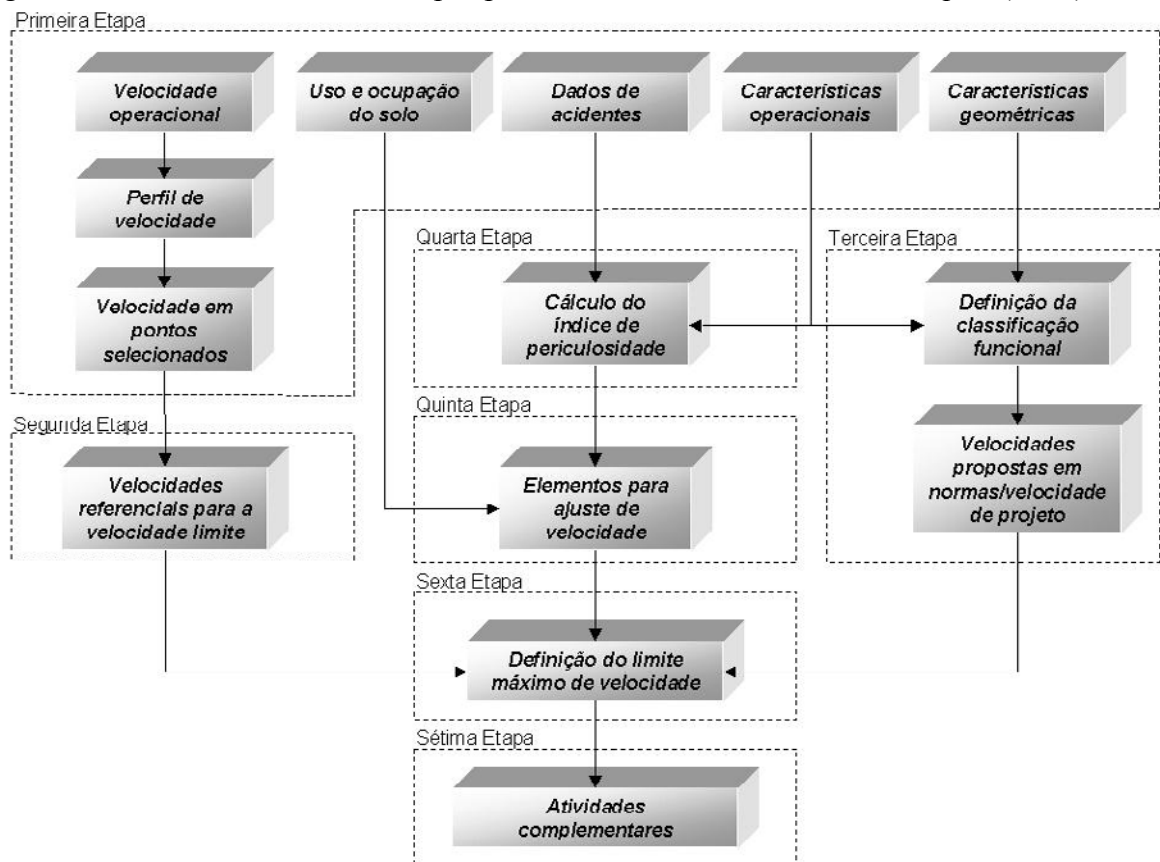


Figura 1: Estrutura geral da metodologia proposta



3. ESTUDO DE CASO

A via selecionada para testar a metodologia proposta por Silva e Jacques (2003) está localizada no Plano Piloto de Brasília (DF) e, segundo os critérios de classificação funcional estabelecidos pela ABNT (1976), pode ser considerada uma Via Expressa Secundária.

3.1. Primeira etapa: coleta dos dados

3.1.1. Características geométricas

A partir do projeto da via e de levantamentos em campo obteve-se as seguintes características: i) faixas de trânsito – são duas faixas de trânsito, cada uma com largura de 3,3 m; ii) alinhamento horizontal – é reto, exceto por uma curva de aproximadamente 200 m de raio, próxima ao extremo norte da via; iii) alinhamento vertical – é praticamente plano, sem elementos que prejudiquem a visibilidade; iv) geometria básica das interseções – no segmento analisado encontram-se 09 (nove) pontos de acesso às “entre-quadras comerciais”, todas elas em desnível e com faixas de aceleração e desaceleração de tamanhos variados.

O ponto que servirá de referência para o posicionamento dos elementos geométricos e operacionais, dos acidentes e das velocidades praticadas na via foi definido já nesta etapa. Foi selecionado um ponto de fácil visualização, que possa ser localizado mesmo depois de decorridos alguns anos da realização do primeiro estudo para definição da velocidade limite. Desta forma, estudos de revisão da velocidade poderão ser realizados levando em conta sempre o mesmo ponto de referência.

3.1.2. Características operacionais

Dentre as características operacionais da via, cabe destacar: i) retornos – os retornos ao longo do segmento analisado só podem ser realizados em desnível; ii) travessia de pedestres – todas as travessias de pedestres devem ser realizadas em desnível (apesar das travessias terem sido definidas em desnível em toda a extensão da via, alguns pedestres realizam suas travessias em nível, elevando o risco de acidentes); iii) divisão dos fluxos opostos – é feita com canteiro central ao longo de toda extensão da via; iv) sinalização de velocidade – a velocidade regulamentada é de 60 km/h; v) fiscalização – no segmento analisado estão implantados dispositivos eletrônicos para a fiscalização da velocidade veicular com distâncias de 620, 2120, 3760 e 5120 m com relação ao ponto de referência; v) volume e composição do tráfego – os volumes de tráfego dos anos de 2000, 2001 e 2002, foram de 5.969.038 UCP, 6.360.810 UCP e 6.724.506, respectivamente.

3.1.3. Dados de acidentes

A quantidade de acidentes na via em questão foi de 53 UPS, 72 UPS e 75 UPS, respectivamente, em 2000, 2001 e 2002, calculados a partir da Equação 1 (Ministério dos Transportes, 2002).

$$\text{Acidentes (UPS)} = N_{ADM} \times ADM + N_{ACF} \times ACF + N_{ACP} \times ACP + N_{AVF} \times AVF \quad (1)$$

onde: Acidentes (UPS) = quantidade de acidentes em UPS;

ADM = 1, peso atribuído a acidentes apenas com danos materiais;

N_{ADM} = quantidade de acidentes apenas com danos materiais;

ACF = 4, peso atribuído a acidentes com feridos, excluindo aqueles com pedestres;

N_{AF} = quantidade de acidentes com feridos, excluindo aqueles com pedestres;

ACP = 6, peso atribuído a acidentes com feridos, envolvendo pedestres;



N_{AFP} = quantidade de acidentes com feridos, envolvendo pedestres;
 $AVF = 13$, peso atribuído a acidentes com vítimas fatais; e
 N_{AVF} = quantidade de acidentes com vítimas fatais.

Não foi identificado nenhum trecho, ao longo da via, que chame atenção por ter maior quantidade de acidentes.

3.1.4. Características de uso e ocupação do solo

A ocupação do solo nas áreas lindeiras do segmento analisado é feita, preponderantemente, por quadras residenciais multifamiliares. A presença de passagens subterrâneas para travessias diminui a quantidade de cruzamentos de pedestres em nível. Da mesma forma, o acesso dos veículos das quadras residenciais lindeiras ocorre apenas por meio de rampas, a maioria provida de faixas de aceleração. A presença de transporte coletivo de passageiros realizando operações de embarque e desembarque ao longo da via, apesar da existência de baias, interfere no fluxo de passagem, aumentando o risco de acidentes. Desta maneira, pode-se considerar que a interferência de veículos deixando a via ou entrando na mesma é média.

3.1.5. Velocidade operacional

A determinação dos elementos indicativos da velocidade efetivamente praticada pelos veículos ao longo do segmento analisado foi feita a partir das seguintes etapas:

a) Elaboração do perfil de velocidade

Os resultados gerais do levantamento feito com o veículo-teste permitiram a elaboração do perfil de velocidade mostrado na Figura 2. A partir da análise do perfil mostrado abaixo, foram definidos sete pontos para a coleta dos dados de velocidade, correspondentes aos locais onde as velocidades do veículo-teste foram mais altas.

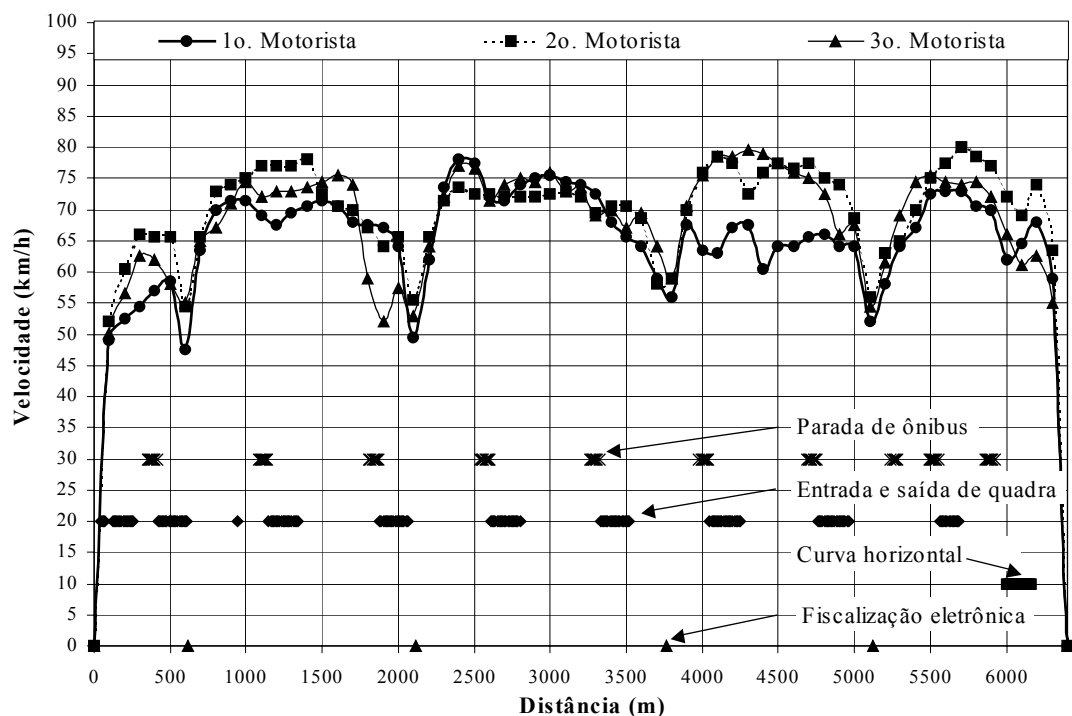


Figura 2: Perfil de velocidade obtido para a via em estudo



b) Coleta dos dados nos pontos selecionados

Os dados já tratados, obtidos nos sete pontos selecionados, são apresentados na Figura 3.

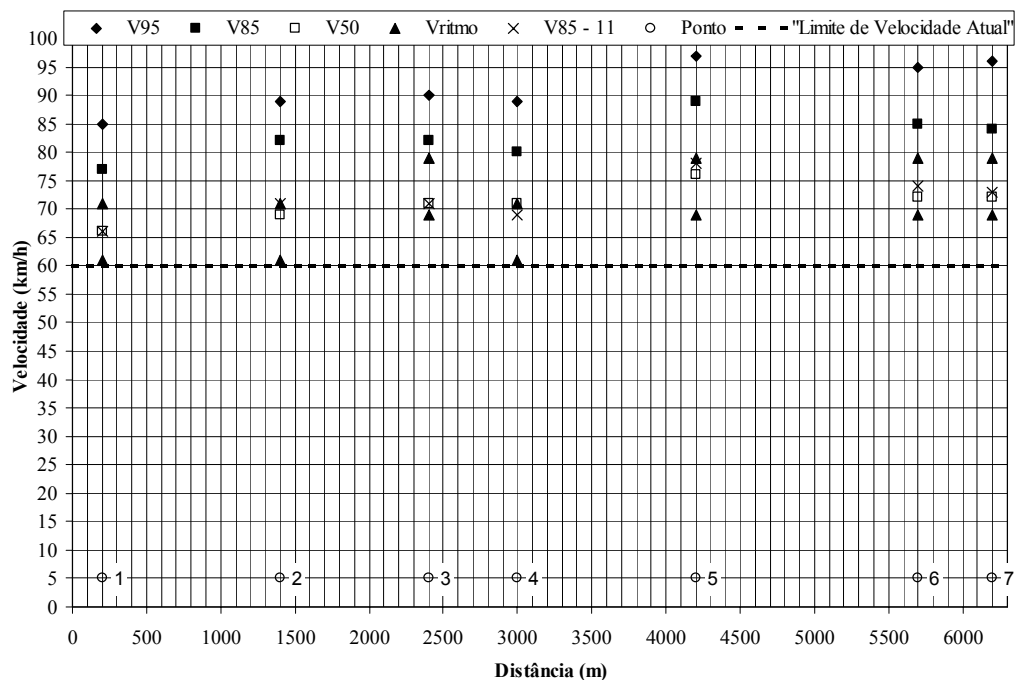


Figura 3: Velocidades de referência na via em estudo obtidas a partir dos dados de campo

Além dos dados mostrados nesta Figura, outras estatísticas de interesse são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados complementares da velocidade operacional na via em estudo

Ponto	V_{15} (km/h)	V_{85} (km/h)	$V_{média}$ (km/h)	DP (km/h)	CV (%)
1	50	77	64	15	23
2	60	82	70	12	17
3	61	82	72	11	16
4	61	80	71	11	16
5	63	89	76	13	17
6	63	85	73	12	16
7	61	84	73	12	16

A partir da Figura 3 e da Tabela 1 verifica-se que o comportamento dos veículos varia um pouco ao longo do segmento viário estudado. Observa-se, ainda, que ao longo de toda a via, a velocidade limite estabelecida de 60 km/h não é obedecida pelos motoristas. O valor da V_{15} mostra que a velocidade limite é superada por 85% dos veículos nos pontos estudados, com exceção do ponto 1. Observando o V_{50} percebe-se que metade dos motoristas trafegam com velocidades superiores a 70 km/h, a exceção do ponto 1, onde 50% dos motoristas praticam velocidades acima de 65 km/h. Da mesma maneira é possível verificar que, a exceção do ponto 1, o V_{85} é igual ou superior à 80 km/h.



O coeficiente de variação permite uma avaliação do grau de dispersão dos valores das velocidades individuais dos veículos com relação ao valor médio destas velocidades ($V_{\text{média}}$) e que, no caso em questão, não há uma grande dispersão das velocidades.

3.2. Segunda etapa: velocidades referenciais para o limite de velocidade

Assumindo que a velocidade regulamentada deve ser compatível com as velocidades praticadas no ponto onde estas forem menores, e considerando que a função principal da via em estudo é dar mobilidade aos veículos (via expressa secundária de acordo com a ABNT, 1976), é possível sugerir os seguintes limites referenciais para a velocidade regulamentar:

- Limite superior = $V_{95} = 85$ km/h;
- Limite inferior = Mínimo $[(V_{85}-11)$, Limite inferior da V_{ritmo} , $V_{50}] = \text{Mínimo} [(77-11)$, 61, 66] = 61 km/h

3.3. Terceira etapa: verificação das velocidades definidas em normas e de projeto

3.3.1. Velocidades limites propostas pelo CTB e pela ABNT

A Tabela 2 mostra as velocidades apresentadas no CTB e na norma da ABNT em função da classificação funcional da via.

Tabela 2: Velocidades limites apresentadas nas normas

Classe		Velocidade (km/h)	
ABNT	CTB	ABNT	CTB
Expressa Primária	Trânsito rápido	85	80
Expressa Secundária		70	
Arterial Primária	Arterial	60	60
Arterial Secundária		50	
Coletora Primária	Coletora	40	40
Coletora Secundária		40	
Local	Local	40	30

Desta forma, a velocidade limite apresentada para as “vias de trânsito rápido” no CTB é de 80 km/h e para as “vias expressas secundárias” na norma da ABNT é de 70 km/h.

3.3.2. Velocidade de projeto

A via em questão não apresenta restrições geométricas importantes, a exceção da curva horizontal de aproximadamente 200 m de raio, no extremo norte da via. De forma a estimar a velocidade de projeto para a qual esta curva foi projetada, sua superelevação (e) e raio da curva (R) foram medidos em campo (8,22% e 200 m, respectivamente). Testando-se várias velocidades (e e f correspondentes) na Equação 2 (DNER, 1974 e 1999), obteve-se que a velocidade de projeto da curva se situava entre 70 e 80 km/h.

$$e \geq \frac{V^2}{127R} - f \quad (2)$$

onde: e = superelevação do bordo externo da curva horizontal;

V = velocidade de projeto (km/h);

R = raio da curva circular (m); e

f = coeficiente de atrito transversal entre pneu e pavimento.



3.4. Quarta etapa: cálculo do índice de periculosidade

Os índices de periculosidade da via em estudo, calculados a partir da Equação 3, para os anos de 2000, 2001 e 2002 são, respectivamente, 1,41, 1,80 e 1,93 (Equação 3).

$$IP = \frac{Acidentes(UPS)}{Período \times VMD \times Ext} \times 10^6 \quad (3)$$

onde: IP = índice de periculosidade da via (UPS/veículos×km);

Acidentes (UPS) = quantidade de acidentes em UPS (ver equação 1);

Período = período no qual foram registrados os acidentes (em dias);

VMD = volume médio diário (veíc/dia); e

Ext = extensão do trecho considerado (km).

3.5. Quinta etapa: elementos de ajuste da velocidade

Os elementos a considerar para o ajuste do valor da velocidade limite dentro do intervalo definido na “segunda etapa”, tendo em vista os resultados das etapas anteriores, podem ser resumidos como se segue: i) índice de periculosidade – percebe-se um aumento contínuo do índice de periculosidade no decorrer dos anos. No entanto, a falta de valores de referência relativos a vias semelhantes, impossibilita afirmar se de fato estes índices indicam que a via é perigosa; ii) uso e ocupação das áreas lindeiras – as interferências no tráfego de passagem ocorrem em locais bem definidos, ou seja, nas rampas de acesso à via e nas paradas de ônibus ao longo do segmento viário. Há de se considerar, também, a presença de alguns pedestres realizando travessia em nível, mesmo que não regulamentada.

3.6. Sexta e sétima etapas: definição do limite máximo de velocidade e atividades complementares

Considerando que a maioria dos motoristas trafegam acima dos 80 km/h, que as normas recomendam velocidades limites entre 70 e 80 km/h, que a velocidade de projeto permite o desenvolvimento de velocidades entre 70 a 80 km/h e que alguns dos elementos de ajuste de velocidade (travessia de pedestres e acesso de veículos) não impõem restrições quanto a velocidade a ser regulamentada, recomendar-se-ia, a princípio, que a velocidade limite se aproxime do limite de referência superior (isto é, 85 km/h). Por outro lado, o fato do índice de periculosidade estar crescendo com o passar dos anos e que este índice vem acompanhado de velocidades efetivas em torno dos 80 km/h, conforme dados obtidos em campo, indica que o limite de velocidade não deve ser tão próximo do limite de referência superior (85 km/h). Desta maneira, levando em conta todos os elementos analisados, recomenda-se que o limite de velocidade nesta via seja aumentado para 70 km/h.

Sugere-se, ainda, que seja intensificada a fiscalização da velocidade na via, de forma a garantir que tal limite seja respeitado. Caso não seja realizado este aumento de fiscalização, corre-se o risco de que as velocidades praticadas aumentem e, com elas, eleve-se, também a periculosidade da via. Outro ponto a considerar é a divulgação na mídia da mudança do limite de velocidade na via, incluindo a data em que tal alteração ocorrerá.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados mostrados é possível verificar que a metodologia atende aos objetivos a que se propõe. Os resultados obtidos no estudo desta via e de outras quatro com características diferentes foram apresentados à equipe de engenharia de tráfego do Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN-DF), que se mostrou satisfeita com a aplicabilidade da metodologia desenvolvida. Para os engenheiros do DETRAN-DF, ela se



mostra eficiente pois permite que o órgão gestor de trânsito leve em consideração fatores referentes à mobilidade do trânsito (por meio da obtenção das velocidades efetivamente praticadas pelos veículos) e a segurança dos usuários (por meio do índice de periculosidade e da velocidade de projeto da via). Sugere-se, no entanto, que a metodologia testada em vias urbanas do Distrito Federal seja aplicada em vias urbanas de outras cidades com características diferentes. Estes testes adicionais poderão indicar a necessidade de alguns ajustes na mesma, de forma a tornar sua utilização possível em todas as cidades brasileiras.

Agradecimentos

O teste da metodologia para definição da velocidade limite em vias urbanas teve apoio financeiro e logístico do Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN-DF). Da mesma maneira, a equipe técnica de engenharia do DETRAN-DF forneceu subsídios relevantes de cunho prático que permitiram o aprimoramento da metodologia proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1976) *NBR 6973 – Sistema Viário Nacional na Modalidade Rodoviária*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- DENATRAN (1992) *Manual de Sinalização de Trânsito: – Departamento Nacional de Trânsito: Parte I – Sinalização Vertical*. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério da Justiça, Brasília, DF.
- DENATRAN (1997) *Código de Trânsito Brasileiro*. Lei No. 9.503 de 29/09/97. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério da Justiça, Brasília, DF.
- DNER (1974) *Normas para o Projeto Geométrico de Vias Urbanas*. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- DNER (1999) *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais*. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- FHWA (1995) *FHWA Study Tour for Speed Management and Enforcement Technology*. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.
- Ministério dos Transportes (2002) *Procedimentos para Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito*. Programa PARE, Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- Silva, T.L.P.Q. e Jacques, M.A.P. (2003) *Metodologia para definição da velocidade máxima a ser permitida em vias urbanas do Distrito Federal – Relatório Final*. Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes – CEFTRU, Brasília, DF.

Endereço dos Autores:

Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Prédio do CEFTRU - 70.919-970 – Caixa Postal 04516 - Brasília, DF, Brasil¹

Telefones: (61) 307-2058 (R210)¹ ou 307-2714 (R32² ou R39³) / Fax: (61) 307-2062¹

E-mails: titolpqs@unb.br¹; mapj@unb.br²; actorres@unb.br³