

PROPOSTA DE MEDIDAS MODERADORAS DE TRÁFEGO PARA TRAVESSIAS URBANAS DE RODOVIAS RURAIS

Maria Teresa Araujo Cupolillo

Licínio da Silva Portugal

Marilita Gnecco de Camargo Braga

Programa de Engenharia de Transportes (PET-COPPE/UFRJ)

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de medidas de moderação de tráfego, a serem aplicadas em travessias urbanas, de rodovias rurais de pista simples, com a finalidade de controlar as velocidades e os conflitos existentes nestes trechos de via. A partir de uma vasta revisão bibliográfica da prática internacional e com base em algumas especificidades inerentes às travessias urbanas brasileiras, foram selecionadas as medidas de moderação mais indicadas. Esta proposta conceitual foi então submetida à apreciação de especialistas na área de Segurança de Trânsito. A fim de se avaliar o grau de aderência entre as medidas de moderação derivadas da revisão bibliográfica e aquelas oriundas da visão dos especialistas, adotou-se o Teste Estatístico dos Sinais, pela sua aplicabilidade ao caso investigado. Observou-se uma convergência entre a proposta do estudo e as opiniões dos especialistas, exceto em relação às medidas pouco usuais em nosso país.

ABSTRACT

This paper proposes the use of Traffic Calming measures aimed at reducing traffic speed and conflicts in single rural roads when crossing villages. Based on an extensive literature review on the use of Traffic Calming, it was possible to identify the most appropriate measures taking into account some specific characteristics of these road segments. This conceptual proposal was analysed by a group of Brazilian Traffic Safety experts. A statistical test (Signal Test) was used to verify whether experts' opinions agreed with measures adopted for practical use, according to the literature review. Results allowed to identify that experts agree with the proposal presented to them, except for some measures which have not been previously adopted in Brazil.

PALAVRAS CHAVE: Travessias urbanas, Moderação de tráfego, Redução de velocidade e conflitos.

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, aliado à falta de planejamento e de políticas de uso do solo ao longo das rodovias rurais, tem levado ao surgimento de núcleos urbanos marginais às vias. A existência de tais núcleos contribui para incrementar o número de atividades socioeconômicas e de interações entre elas, promovendo, conseqüentemente, um aumento de deslocamentos a pé, de manobras e de necessidades de espaço viário para atender ao tráfego local. Essas condições conflitam com o tráfego de passagem (rodovia) que atravessa o núcleo urbano, gerando impactos na segurança viária, na mobilidade, na acessibilidade e no meio ambiente.

A prática atual vem buscando medidas operacionais que possam proporcionar maior segurança ao longo da travessia urbana. Dentre elas, é comum estabelecer-se uma redução da velocidade operacional do tráfego de longa distância através de dispositivos aferidores de velocidade, mais conhecidos como pardais, lombadas eletrônicas, entre outros.

Com o objetivo de apresentar uma proposta da utilização da moderação, caracterizou-se inicialmente as travessias urbanas de rodovias rurais de pista simples e sua problemática, devido a algumas especificidades inerentes a elas, assim como buscou-se identificar as alternativas mais apropriadas, de acordo com as intervenções a serem realizadas, chegando-se a um agrupamento das medidas de moderação.

Em relação à travessia urbana, observou-se, através da revisão internacional, a possibilidade de uma subdivisão em zonas, com a finalidade de especificar melhor a transição na passagem

da área rural para a área urbana, apontando os elementos importantes para a percepção dos motoristas, do tráfego da rodovia, e auxiliando deste modo na escolha das medidas. Com base em todo este material, elaborou-se um quadro com o grupo de medidas de moderação mais indicadas, os objetivos a serem alcançados e os trechos que compõem a travessia urbana. Por fim submeteu-se este quadro a apreciação de alguns especialistas, em engenharia de tráfego, para avaliação da eficiência das medidas propostas, conforme mostra fluxograma apresentado na Figura 1.

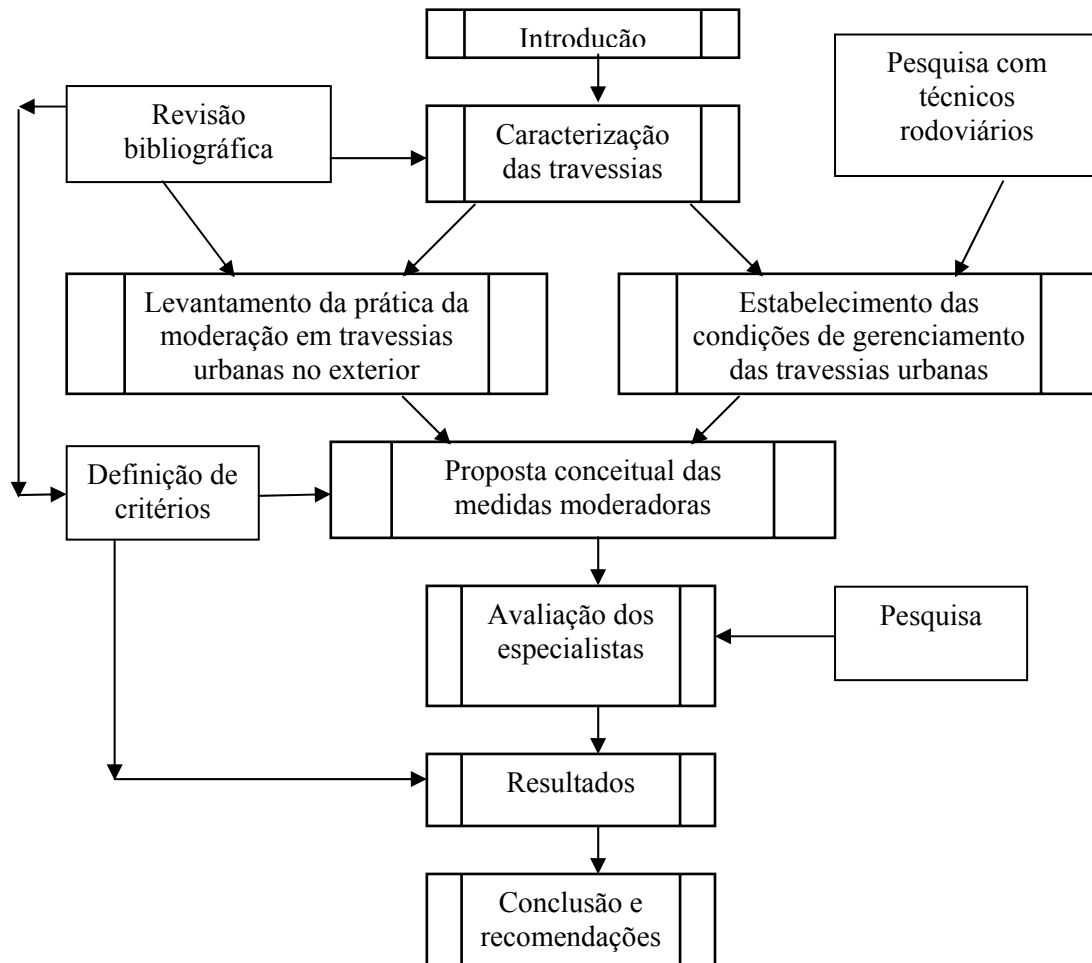


Figura 1: Fluxograma das atividades que compõem o estudo

2 – CARACTERIZAÇÃO DAS TRAVESSIAS URBANAS

Nesses trechos, observa-se uma interferência do trânsito local com o tráfego de passagem; observa-se ainda em certos pontos: invasão da faixa de domínio devido às construções residenciais e comerciais irregulares; alto percentual de pedestres locomovendo-se ao longo da via ou atravessando-a em locais impróprios; bicicletas circulando entre os veículos motorizados; acessos irregulares à rodovia e paradas de ônibus em locais impróprios.

Para dar início a etapa de caracterização das travessias, partiu-se da classificação proposta por Trinta (2001) a qual é função das intervenções realizadas na rodovia, decorrentes do volume de tráfego, do adensamento urbano e dos conflitos existentes, a saber: travessia simples,

travessia com utilização de segmentos de ruas locais, travessia com acesso controlado, travessia com acesso bloqueado e contorno urbano.

Neste trabalho, não serão consideradas as travessias com acesso bloqueado assim como o contorno urbano, tendo em vista que a prioridade, nestes casos, é a fluidez do tráfego de passagem.

Além da dimensão física, faz-se necessário analisar outras questões importantes para a definição das medidas de moderação, como o tipo e ocupação do solo ao longo da rodovia e a sua classificação funcional, tendo em vista que a aplicação da moderação deve ser limitada a algumas classes de vias, em função do volume do tráfego e das velocidades operacionais das mesmas. E ainda, a distância de afastamento do bordo da pista, pois caso esta seja pequena o projeto de determinadas medidas não será passível de execução.

Associados a esta caracterização, indicadores de volume de tráfego e acidentes devem ser pesquisados, para que se possa fazer um diagnóstico do problema e definir as medidas de moderação mais indicadas para a redução dos conflitos e da severidade dos mesmos.

Com relação aos conflitos, a razão principal destes está nas diferenças de características entre o tráfego de passagem e o tráfego local. O primeiro caracteriza-se por viagens de longa distância, geralmente realizadas sob velocidades elevadas, onde os atrasos provocados por sucessivas obrigações de redução de velocidades podem impactar significativamente o tempo de viagem final. Já o tráfego local, geralmente com velocidades médias a baixas, caracteriza-se por viagens de curta duração, e por isto mesmo eventuais obrigações de redução de velocidades não afetam da mesma forma a percepção dos atrasos sofridos pelos usuários.

3 – AGRUPAMENTO DAS MEDIDAS DE MODERAÇÃO

Com base nas medidas de moderação indicadas pelos seguintes autores County Surveyors Society (1994), Kraus (1997) e BHTRANS (1999), procedeu-se um agrupamento, destas medidas, em função dos resultados produzidos, tais como, alterações no perfil ou no alinhamento da via, na utilização dos espaços e no controle da circulação viária conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Agrupamento das Medidas de Moderação de Tráfego

Agrupamento	Medidas de Moderação
Deflexões verticais: medidas que promovem uma alteração no perfil da rodovia	Lombadas de seção arredondada Lombadas de seção reta Almofadas anti-velocidade Platôs Áreas
Deflexões horizontais : medidas que caracterizadas por uma alteração no alinhamento e no traçado da via	Estreitamentos e ilhas centrais Chicana Ilhas canalizadoras Pontos estreitos Rotatórias e pistas adicionais
Gerenciamento da circulação viária : medidas que harmonizam a convivência entre os diversos usuários do sistema de transporte	Barreira central Áreas de estacionamento Áreas de embarque / desembarque Áreas de carga / descarga
Sinalização: medidas que regulamentam, advertem e informam os usuários	Sinalização vertical Sinalização horizontal Sinalização semafórica ITS (Sistemas Inteligentes de Transportes)
Medidas de Urbanismo: auxiliam na percepção das transformações introduzidas na via	Paisagismo Mobiliário Iluminação Pórticos
Fiscalização eletrônica: uso de dispositivos eletrônicos, através de equipamentos de controle pontual e por trecho, sendo mais conhecidos como lombadas eletrônicas e radares respectivamente.	Fiscalização eletrônica autônoma Fiscalização eletrônica por agente
Textura do pavimento: utilização de cores, materiais rugosos e combinados, além de sonorizadores e revestimentos especiais.	Sonorizadores RWS - rumblewave surfacing SMA – stone mastic asphalt

4 - SUBDIVISÃO DA TRAVESSIA URBANA

Com base no estudo desenvolvido pelo Transportation Research Laboratory (2001) apud Cupolillo (2006), a formulação de uma sistemática para implementação das medidas moderadoras do tráfego deve considerar as diferentes localizações do veículo em relação à travessia urbana. Ou seja, podem-se caracterizar três trechos distintos em relação à proximidade do veículo com o núcleo urbano (Figura 2):

- trecho de aproximação: tem o propósito de reduzir as velocidades do tráfego de passagem e informar a necessidade de mudança no modo de dirigir.
- seção de transição: situa-se entre o trecho de aproximação e o trecho urbano, observa-se, neste trecho, mudanças na geometria da via, na legislação e na aparência visual de modo a induzir uma mudança no comportamento dos motoristas.
- trecho urbano: este trecho possui um aumento no número de pedestres e do transporte não-motorizado, assim como um maior número de manobras. Neste caso, as medidas mais apropriadas são aquelas que tanto visualmente como fisicamente levem à redução da velocidade e que atem os motoristas para os pontos potenciais de conflito, tais como, escolas, comércio, igrejas, interseções com outras vias.

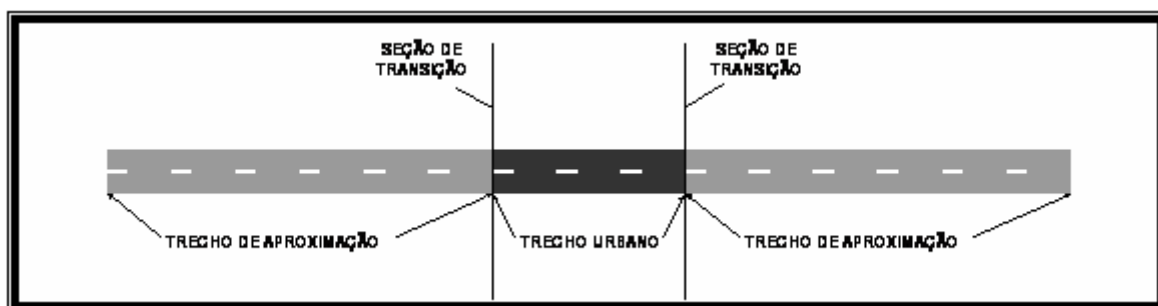


Figura 2: Representação esquemática da travessia urbana

Essa subdivisão em trechos busca efetuar as mudanças de maneira gradual, introduzindo o conceito de “largura ótica”, o qual é definido de acordo com o National Roads Authority (2004) como sendo a relação entre a largura da via e a altura de um elemento vertical, o qual limita o campo de visão do motorista. A percepção do motorista, em relação a velocidade apropriada, é influenciada pela “largura ótica”, ou seja, as velocidades são mais baixas quando a altura do elemento vertical é maior que a largura da via. A combinação entre estreitamento de via, tratamento de paisagismo apropriado e a introdução de pórticos podem criar esse efeito, fazendo com que o motorista ajuste a sua velocidade em função das mudanças no ambiente viário.

Assim sendo a concepção da “largura ótica” pode ser usada progressivamente através do comprimento dos trechos de aproximação e de transição para ressaltar a presença do elemento vertical, finalizando com o pórtico, o qual simula a entrada em uma cidade ou vilarejo.

Já os trechos urbanos possuem outras características, tais como, presença de calçadas, árvores plantadas de forma padrão e as medidas de moderação devem atender às necessidades dos pedestres, dos ciclistas e das manobras de acesso às atividades do local.

5 - PROPOSTA DO ESTUDO

Com base na revisão bibliográfica, levantou-se a prática da moderação do tráfego e a definição de alguns critérios a serem adotados, assim como as condições de gerenciamento das travessias urbanas brasileiras, a fim de apontar a proposta conceitual das medidas moderadoras indicadas. Organizaram-se os Quadros 1a e 1b com a moderação do tráfego (agrupamento e medidas), a eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados (Bloco 1) e da divisão da travessia urbana (Bloco 2), onde são contempladas as medidas derivadas do atual estado da arte e das práticas disponíveis.

Estes quadros foram submetidos à apreciação de alguns especialistas, em engenharia de tráfego e segurança, para avaliação da eficiência das medidas propostas. Definiu-se a seguinte representação para o seu preenchimento:

- De acordo com os objetivos a serem alcançados nas travessias (análise no sentido vertical do quadro), tais como redução da velocidade, redução dos conflitos/acidentes e redução do fluxo de passagem:
 - (•) medida com pouca eficiência;
 - (••) medida moderadamente eficiente;
 - (•••) medida com alta eficiência.
- Com relação à divisão da travessia urbana foram assinaladas com um “X” as medidas de moderação mais indicadas (análise no sentido horizontal do quadro).

Assim sendo, foram enviados 54 questionários e obteve-se um retorno de 25 destes. A fim de avaliar a eficiência das medidas indicadas pela proposta do estudo, com as respostas dos especialistas, aplicou-se na apuração do bloco 1 um teste estatístico não-paramétrico, já que este tipo de teste consegue avaliar o grau de subjetividade da pesquisa.

Escolheu-se o teste dos Sinais porque a escala empregada é pequena levando, portanto a respostas repetidas. Este teste utiliza os sinais “mais” e “menos” ao invés de medidas quantitativas, sendo aplicável ao caso de duas amostras relacionadas quando o pesquisador deseja determinar se duas condições são diferentes.

A apuração do Bloco 2 levou em consideração o percentual de escolha de cada medida por parte dos especialistas e as comparou à indicação da proposta.

Adotou-se a seguinte convenção para os resultados:

C – convergência entre a proposta e os especialistas;

D – divergência entre a proposta e os especialistas.

A seguir são apresentados os Quadros 1a e 1b com as medidas propostas e os Quadros 2a e 2b com as medidas que convergiram e/ou divergiram entre a proposta e a opinião dos especialistas.

Quadro 1a: Proposta do estudo

Moderação do Tráfego		Bloco 1 – Eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados				Bloco 2 - Divisão da Travessia urbana		
Agrupamento	Medidas	Redução de velocidade	Redução de conflitos/acidentes		Redução do fluxo de passagem	Trecho rural de aproximação da área urbana	Seção de transição entre as áreas rural e urbana	Trecho na área urbana
			veículos X veículos	pedestres X veículos				
Deflexão vertical	Lombadas de seção arredondada	•••	•	••	••	X		
	Lombadas de seção reta	•••	•	•••	••			X
	Almofadas anti-velocidade	•••	•	••	••		X	
	Platôs	•••	•	•••	••			X
	Áreas elevadas	••	••	••	•			X
Deflexão horizontal	Estreitamento de vias	•••	•••	•••	••		X	X
	Pontos estreitos Largura ótica	•••	•••	•••	••		X	
	Ilhas centrais	••	••	•••	•		X	
	Ilhas canalizadoras	••	•••	••	•			X
	Chicanas	•••	•••	•••	•		X	X
	Rotatórias	•••	•••	••	•	X		X
	Pistas adicionais	•	•••	•	•		X	X
Gerenciamento da circulação viária	Estacionamentos	•	••	•	•			X
	Áreas de embarque /desembarque	•	•••	•••	•			X
	Áreas de carga/descarga	•	•••	•	•			X
	Barreira central	•	•••	•••	••			
	Inversão de sentido de circulação	••	••	•	•••			X

Quadro 1b: Proposta do estudo

Moderação do Tráfego		Bloco 1 – Eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados				Bloco 2 - Divisão da Travessia urbana		
Agrupamento	Medidas	Redução de velocidade	Redução de conflitos/acidentes		Redução do fluxo de passagem	Trecho rural de aproximação da área urbana	Seção de transição entre as áreas rural e urbana	Trecho na área urbana
			veículos X veículos	pedestres X veículos				
Sinalização	Sinalização vertical	••	••	••	•	X	X	X
	Sinalização horizontal	••	••	••	•	X	X	X
	Sinalização semafórica	•••	•••	•••	••		X	X
	ITS (Sistemas inteligentes de transportes)	••	•••	•••	••	X	X	X
Medidas de Urbanismo	Pórticos	••	••	•	•		X	
	Iluminação	••	••	•••	•	X	X	X
	Paisagismo	•	•	••	•	X	X	X
	Mobiliário urbano	•	•	•••	•		X	X
Fiscalização de trânsito	Fiscalização eletrônica autônoma	••	•	•	••			
	Fiscalização eletrônica por agente	•••	•	•	•	X	X	X
Textura do pavimento	sonorizadores	••	••	••	••	X	X	X
	Rumblewave surfacing	••	•	•	•		X	X
	SMA (stone mastic asphalt)	•	•	•	•			X

Quadro 2a: Proposta x Opinião dos especialistas

Moderação do Tráfego		Bloco 1 – Eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados				Bloco 2 - Divisão da Travessia urbana		
Agrupamento	Medidas	Redução de velocidade	Redução de conflitos/acidentes		Redução do fluxo de passagem	Trecho rural de aproximação da área urbana	Seção de transição entre as áreas rural e urbana	Trecho na área urbana
			veículos X veículos	pedestres X veículos				
Deflexão vertical	Lombadas de seção arredondada	C	C	C	C	C		
	Lombadas de seção reta	C	C	D	C			C
	Almofadas anti-velocidade	D	C	C	D		C	
	Platôs	C	C	C	D			C
	Áreas elevadas	C	D	C	C			C
Deflexão horizontal	Estreitamento de vias	D	D	D	C			C
	Pontos estreitos	D	C	D	C			
	Largura ótica							
	Ilhas centrais	C	C	C	C		C	
	Ilhas canalizadoras	C	C	C	C		C	C
	Chicanas	C	D	D	D			C
	Rotatórias	C	C	D	C	C		C
Gerenciamento da circulação viária	Pistas adicionais	C	D	C	C			C
	Estacionamentos	C	D	C	C			C
	Áreas de embarque /desembarque	C	C	C	C			C
	Áreas de carga/descarga	C	C	C	C			C
	Barreira central	C	C	D	D	D	D	D
	Inversão de sentido de circulação	D	D	C	C			C

Quadro 2b: Proposta x Opinião dos especialistas

Moderação do Tráfego		Bloco 1 – Eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados			Bloco 2 - Divisão da Travessia urbana			
Agrupamento	Medidas	Redução de velocidade	Redução de conflitos/acidentes		Redução do fluxo de passagem	Trecho rural de aproximação da área urbana	Seção de transição entre as áreas rural e urbana	Trecho na área urbana
			veículos X veículos	pedestres X veículos				
Sinalização	Sinalização vertical	D	D	D	C	C	C	C
	Sinalização horizontal	D	C	D	C	C	C	C
	Sinalização semafórica	C	D	C	C		C	C
	ITS (Sistemas inteligentes de transportes)	C	D	D	C	C	C	C
Medidas de Urbanismo	Pórticos	D	D	C	C		C	
	Iluminação	D	C	D	C		C	C
	Paisagismo	C	C	D	C		C	C
	Mobiliário urbano	C	C	C	C		C	C
Fiscalização de trânsito	Fiscalização eletrônica autônoma	D	D	D	C	D	D	D
	Fiscalização eletrônica por agente	D	D	D	C	D	D	D
Textura do pavimento	sonorizadores	C	D	D	D	C	C	C
	Rumblewave surfacing	D	C	C	C		C	C
	SMA (stone mastic asphalt)	C	C	C	C			C

6 - RESULTADOS OBTIDOS APÓS CONSULTA AOS ESPECIALISTAS

Em relação ao Bloco 1 (Quadros 2a e 2b) das entrevistas, constatou-se uma convergência geral para todos os agrupamentos, com algumas exceções. Entre elas pode-se citar o uso das medidas correspondentes aos estreitamentos das vias, as quais não foram consideradas eficientes pelos especialistas. Deve-se ressaltar também o uso das barreiras centrais, atraentes para os especialistas, mas vista com restrições nas avaliações feitas a partir da revisão bibliográfica devido ao caráter segregador que a medida possui. Um outro exemplo refere-se ao uso da iluminação pública nas áreas urbanas, visando à segurança dos pedestres em suas travessias e deslocamentos ao longo da via. Estatísticas de acidentes apresentadas revelaram que este é um aspecto fundamental para a segurança dos transeuntes, e que passa despercebida pelos especialistas. Por fim, cabe destacar que a fiscalização eletrônica autônoma é ainda bastante considerada no meio técnico, apesar dos inconvenientes promovidos.

Quanto ao Bloco 2, observa-se uma preferência pelas medidas mais usuais, em detrimento daquelas pouco utilizadas no Brasil, porém adotadas com frequência nos países estudados. Provavelmente, o desconhecimento por parte de alguns dos entrevistados, em relação a determinadas medidas de moderação, acarreta esta falta de confiança na indicação de determinadas medidas em detrimento daquelas mais conhecidas.

Observa-se que, em relação à redução de velocidade, as medidas mais recomendadas pertencem aos agrupamentos de deflexão vertical, sinalização e textura do pavimento. No caso dos conflitos entre veículos, as medidas mais recomendadas encontram-se nos agrupamentos de deflexão horizontal, gerenciamento da circulação viária e sinalização. No caso do conflito envolvendo veículos e pedestres, os agrupamentos mais recomendados foram a deflexão vertical e horizontal, a sinalização e o mobiliário urbano. Já em relação à redução do fluxo de passagem, as medidas do agrupamento deflexão vertical foram as mais contempladas.

Em relação ao trecho da travessia, observa-se que o agrupamento deflexão vertical é indicado para o trecho urbano da travessia. O agrupamento deflexão horizontal o é para a seção de transição e o trecho urbano da travessia. Já o agrupamento gerenciamento da circulação viária é recomendado para o trecho urbano. Em relação ao agrupamento sinalização, observa-se a recomendação de uso em toda a extensão da travessia. O mobiliário urbano é recomendado para a seção de transição e para o trecho urbano. A fiscalização de trânsito é recomendada para o trecho urbano e o agrupamento textura do pavimento é recomendado na transição e no trecho urbano da travessia.

7 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com base na revisão bibliográfica e no levantamento das condições atuais das travessias urbanas no Brasil estabeleceu-se, através da definição de alguns critérios voltados para as especificidades das nossas travessias e algumas soluções adotadas com êxito nos países pesquisados, uma proposta conceitual das medidas de moderação mais indicadas para o caso brasileiro.

Esta proposta deu origem a um quadro o qual estabelece a medida de moderação em função do objetivo a ser alcançado, ou seja, redução de velocidade, redução de conflitos ou redução do

fluxo de passagem dependendo do trecho da travessia a ser tratado, aproximação, transição ou no trecho urbano propriamente dito.

Submeteu-se esta proposta à avaliação de alguns especialistas em engenharia de trânsito e segurança e constatou-se uma convergência geral entre as respostas, com algumas exceções. Observou-se ainda uma preferência pelas medidas mais usuais, em detrimento daquelas pouco utilizadas no Brasil, porém adotadas com frequência nos países estudados.

Deste modo este estudo procurou contribuir para que as autoridades responsáveis pelo tráfego rodoviário em nosso país, preocupadas com a questão da segurança viária, possam atentar para o potencial que as técnicas de moderação podem representar no combate aos acidentes de trânsito. Observa-se a vasta experiência internacional, fruto de muitos anos dedicados à pesquisa e a experimentação. De forma contrária, esta técnica não está ainda disseminada pelo Brasil, e poucas iniciativas são observadas neste sentido. Tal fato acontece principalmente pelo desconhecimento e pela falta de normas que direcionem a adoção das medidas de moderação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPq no fornecimento das bolsas e no desenvolvimento do projeto de pesquisa que inclui o tema desenvolvido neste artigo.

BIBLIOGRAFIA

- BHTRANS. Manual de medidas moderadoras do tráfego: traffic calming. Belo Horizonte, 1999.
- COST and safety efficient design for rural highways in developing countries. UK: Department for International Development. Transport Research Laboratory, 2001.
- COUNTY Surveyors Society. Traffic Calming In Practice. Landor Publishing, London, 1994.
- CUPOLILLO, M.T.A. Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- KRAUS, M.F.C. Moderação do tráfego - Recomendações e Critérios visando sua aplicação nas áreas urbanas brasileiras. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- NRA – NATIONAL ROADS AUTHORITY. Guidelines on Traffic Calming for towns and villages on national routes. Dublin: NRA, Feb. 2004.
- TRINTA, Z.A. Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

Maria Teresa Araujo Cupolillo (tcupolillo@pet.coppe.ufrj.br)

Licínio da Silva Portugal (licinio@pet.coppe.ufrj.br)

Marilita (marilita@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia Bloco H, Sala 106 – Cidade Universitária – RJ – Brasil – CEP 21949-900