

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

ANÁLISE DE TRATAMENTOS ADOTADOS EM
TRAVESSIAS URBANAS - RODOVIAS ARTERIAIS
QUE ATRAVESSAM PEQUENAS E MÉDIAS
CIDADES NO RS

Eng^a Liz Helena Costa Varella Freire

Porto Alegre, 2003

Eng^a Liz Helena Costa Varella Freire

**ANÁLISE DE TRATAMENTOS ADOTADOS
EM TRAVESSIAS URBANAS - RODOVIAS
ARTERIAIS QUE ATRAVESSAM PEQUENAS
E MÉDIAS CIDADES NO RS**

**Trabalho de conclusão do curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Engenharia – Modalidade Profissionalizante
– ênfase em Sistemas de Transportes.**

Orientador: Prof. Dra Helena Beatriz Bettella Cybis

Porto Alegre, 2003

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção de título de Mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profª Helena Beatriz Bettela Cybis
Orientador
Escola de Engenharia
Universidade federal do Rio Grande do Sul

Profª Helena Beatriz Bettela Cybis
Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof. Heloisa Maria Barbosa, Dra.
DETG/UFGM

Prof. Christine Tessele Nodari, Dra.
PPGEP/LASTRAN/UFRGS

Prof. Carla Schwengber ten Caten, Dra.
PPGEP/LOPP/UFRGS

Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, M.Eng.
PPGEP/LOPP/UFRGS

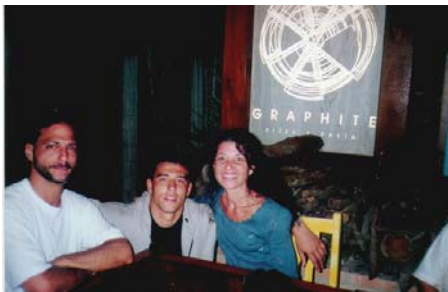
DEDICATÓRIA



“Ao meu querido pai e colega Eng^o Francisco Moraes Varella, pelos ensinamentos da vida e exemplo profissional que me despertou a seguir seus passos no setor rodoviário”.



“A minha doce mãe, Maria Helena, pelo incentivo de sempre e exemplo de dedicação”.



“Aos meus amores, João Ruy, pela paciência, apoio e companheirismo e, meu filho Mateus, pelo carinho e compreensão”.

AGRADECIMENTOS

À Ecoplan Engenharia pelo apoio ao aperfeiçoamento profissional.

À CAPES pela bolsa parcial para o curso de mestrado.

À Helena Beatriz pela orientação, empenho e dedicação na realização deste trabalho.

Às professoras da banca, Heloisa Barbosa, Christine Nodari, Carla ten Caten e Ângela Danilevicz pela participação.



Aos colegas Armindo, Norberto, Bochi, Cláudia, Maribel, Jefferson, Crisvânia e a equipe da ECOPLAN; Jan, Márcio, Rose, Tati, Rodrigo Beltrame, Rodrigo Silveira, Felipe, Giovanni, Heloísa, Tereza, André, Marcelo, Ana pelo convívio e cooperação durante a maior parte do período de elaboração do trabalho.

Aos amigos do LASTRAN pelo estímulo e trocas de experiências.

Aos estagiários da iniciação científica do LASTRAN, pela participação na coleta de dados.



As minhas amigas e colegas de mestrado, Glória, Tati, Sayene e Alba pelos momentos de descontração, pelas sugestões e trocas de experiências. Aos meus amigos e colegas de mestrado, Azambuja, Néelson, Guilherme, Eugênio e Rubenildo pelo incentivo.

Aos amigos Lúcia Pedroso, Eduardo Michelucci e Luis Antônio Didoné por compartilhar experiências.

Ao DNIT, em especial a Eng. Terezinha, pelo apoio na pesquisa.

A equipe de traçado do Departamento de Estudos e Projetos do DAER/RS, Eng. Ricardo Moreira Nuñez, Eng. Alessandra Ribeiro da Silva, Eng. Luiz Antônio dos Santos, Eng. Marcos Roberto Feuerharmel, Eng. Cláudio Luiz Garcia d'Almeida pela colaboração e aos Eng. Paulo Pinto e Eng. Cláudio Achutti da Fonseca pelo apoio.

Aos profissionais: Eng. Adolfo Gomes de Melo Filho, DER/MG, Eng. Rosemeiry Leite, DER/SP, Arq. Maria Izabel Márquez do Vale, Fundação João Pinheiro/MG, Maria Helena Chagas, PET/COPPE/UFRJ e a Bibliotecária June da Engenharia/UFRGS.

Aos queridos familiares e professores universitários, Prof. Dr. Jardim Freire, Prof. Dr. Petrovick e meu irmão, Prof. Dr. Alexandre Costa Varela pelos conselhos e sugestões.

RESUMO

Os segmentos de rodovias, que possuem uma concentração populacional nas áreas adjacentes, são denominados de Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas ou, simplesmente, de Travessias Urbanas. Estes locais apresentam condições operacionais conflitantes, devido à movimentação dos usuários motorizados e não motorizados. É necessário um tratamento adequado que promova a mobilidade do tráfego de passagem e a acessibilidade da comunidade às atividades urbanas, por conseguinte, segurança aos usuários nas travessias urbanas. Este trabalho de conclusão de curso de mestrado avalia um conjunto de projetos do programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Estado do Rio Grande do Sul. São aplicadas ferramentas de avaliação quantitativa e qualitativa da Qualidade para analisar os problemas listados pelos projetistas e a tipologia de soluções adotadas. No desenvolvimento da pesquisa são levantados os aspectos físicos que influenciam os problemas, fatores que condicionam a operação das travessias urbanas, práticas de projetos brasileiros e internacionais e indicadores de projeto.

Pode-se inferir que as ações e intervenções nas travessias urbanas em outros países são efetivamente implantadas e as soluções monitoradas com a finalidade de atingir melhores resultados na operação do tráfego e segurança dos usuários. Enquanto que, no Brasil a implantação de medidas institucionais, físicas e operacionais ainda é incipiente. A tipologia de soluções adotadas no programa avaliado do Rio Grande do Sul envolve 58,33% de medidas voltadas predominantemente à acessibilidade da comunidade e 41,67% de medidas que visam priorizar a mobilidade do tráfego de passagem. Destas soluções propostas, 53,51% envolvem implantação de obras físicas, 39,91% de sinalização e 6,58% de equipamentos eletrônicos de controle de velocidade. O conjunto de soluções visa principalmente resolver os problemas operacionais das travessias urbanas. Contudo, existem discrepâncias entre a visão do gestor e a visão do projetista em relação ao grau de importância atribuído as soluções adotadas para resolver os problemas levantados. É um indicativo da necessidade de aprofundar a investigação dos processos em travessias urbanas.

Palavras-chave: Travessias Urbanas, Mobilidade, Acessibilidade, Segurança dos usuários, medidas moderadoras de tráfego, ferramentas da Qualidade

ABSTRACT

The segments of highways that concentrate population in adjacent areas are called Highway Crossings of Urban Areas, or simply Urban Crossings. These places present conflicting operational conditions due to the movement of their users, motorized or non-motorized. Urban Crossings need appropriate treatment to promote mobility of through traffic and access of the community to urban activities, as well as, user safety. This dissertation evaluates a group of plans in the Program of Improvements of Urban Crossings in the state of Rio Grande do Sul. Quality tools are used in order to analyze the problems listed by planners and solutions adopted. This research analyzes the physical aspects that influence the problems listed by planners and practices in international and Brazilian plans. It also proposes project indicators.

From the literature review it we can conclude that, after implementation, interventions in urban crossings in other countries are monitored with the purpose of attaining better results in traffic operation and in user safety. Meanwhile, in Brazil planned operational, physical and institutional measures are not always properly implanted. The solutions adopted in the program evaluated in Rio Grande do Sul involves 58.33% of the measures that predominantly aim community accessibility, and 41.67% of the measures that are intended to prioritize mobility of through traffic. Of these solutions, 53.51% involves the implantation of physical projects[construction], 39.91% involves signing, and 6.58% involves electronic speed control equipment. These solutions aim to solve mainly operational problems in urban crossings. This study also concludes that there are some discrepancies between the vision of administrators and planners regarding the importance attributed to the solutions adopted. Planning practice of urban crossing should be deeper analysed by administrators and planners.

Key words: Highway Crossings of Urban Areas, mobility, accessibility, safety road, traffic calming, Quality tools

SUMÁRIO

RESUMO	05
ABSTRACT	06
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE QUADROS	12
LISTA DE SIGLAS	13
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVO GERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS E ABRANGÊNCIA DO TRABALHO	17
1.3 METODOLOGIA DO TRABALHO	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 CONTEXTO RODOVIÁRIO BRASILEIRO E AS TRAVESSIAS URBANAS	20
2.1 PLANO NACIONAL VIÁRIO	20
2.2 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL	22
2.3 DESCRIÇÃO DAS TRAVESSIAS URBANAS	24
3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS TRAVESSIAS URBANAS	26
2.4 ESTRUTURA URBANA	26
2.5 RODOVIA	29
3.2.1 Geometria	31
3.2.2 Pavimentação	32
3.2.3 Drenagem	33
3.2.4 Sinalização	34
3.2.5 Iluminação	35
3.2.6 Restrições financeiras	36

4 FATORES QUE CONDICIONAM A OPERAÇÃO DAS TRAVESSIAS	
URBANAS	38
4.1 ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE	38
4.2 SEGURANÇA DOS USUÁRIOS	41
4.2.1 Ocorrência de Acidentes	41
4.2.2 Velocidade Veicular	45
5 PROJETOS DAS TRAVESSIAS URBANAS	49
5.1 MEDIDAS FÍSICAS E OPERACIONAIS NO BRASIL	49
5.1.1 Objetivos Básicos de Projeto	49
5.1.2 Diretrizes dos Estudos e Projetos	49
5.2 MEDIDAS ADOTADAS EM TRAVESSIAS URBANAS NO BRASIL	52
5.3 MEDIDAS MODERADORAS DO TRÁFEGO ADOTADAS EM TRAVESSIAS	
URBANAS EM OUTROS PAÍSES	55
5.4 MEDIDAS FÍSICAS E OPERACIONAIS EM OUTROS PAÍSES	58
6 ESTUDO DE CASO	68
6.1 INTRODUÇÃO	68
6.1.1 Identificação dos Projetos Analisados	69
6.1.2 Ferramentas de avaliação Aplicadas nas Etapas de Análise	72
6.1.3 Estrutura do Estudo de Caso	73
6.2 AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	74
6.2.1 Relação dos Problemas	74
6.2.1.1 Entroncamentos e cruzamentos de ruas da cidade, ingressos e egressos não controlados de veículos na rodovia e acessos não planejados aos postos de serviços e abastecimento	74
6.2.1.2 Rótulas vazadas e interseções deficientes de acesso à cidade	75
6.2.1.3 Ruas laterais existentes interrompidas e de condições precárias	76
6.2.1.4 Sinalização convencional precária e mal conservada	76
6.2.1.5 Movimento intenso de pedestres nos acostamentos e travessias de pedestres	77
6.2.1.6 Estacionamentos junto às propriedades nos acostamentos e paradas de ônibus sem baia	78
6.2.1.7 Pontos críticos de acidentes e velocidades altas de operação	78
6.2.1.8 Presenças de estabelecimentos geradores de tráfego e ocupação do uso do solo desordenado e não planejada	79

6.2.2 Estratificação dos Problemas	79
6.3 IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENGENHARIA ADOTADAS	80
6.4 INDICADORES PARA PROJETO DE TRAVESSIAS URBANAS	83
6.4.1 Soluções Propostas no Programa	83
6.4.2 Componentes das Soluções: Obras Físicas, Sinalização e Equipamentos Eletrônicos	86
6.5 UNIFORMIDADE DAS SOLUÇÕES DO PROGRAMA	88
6.6 PANORAMA DO PROGRAMA DE MELHORIAS DAS TRAVESSIAS URBANAS DO RIO GRANDE DO SUL	92
6.6.1 Importância das Soluções Adotadas para os Problemas Identificados em Relatório	94
6.6.2 Comparação do Grau de Importância Atribuído em Matriz de Relacionamentos	102
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
106	
7.1 CONCLUSÕES	106
7.1.1 Aspectos Físicos e Operacionais que Influenciam os Problemas das Travessias Urbanas de Pequenas e Médias Cidades	107
7.1.2 Projetos Brasileiros X Projetos Internacionais	108
7.1.3 Frequência da tipologia de Soluções Adotadas em um Conjunto de Projetos	109
7.1.4 Indicadores para Projeto de Travessias Urbanas	110
7.2 RECOMENDAÇÕES	112
7.2.1 Recomendações para Trabalhos Futuros	112
7.2.2 Ações Técnicas e Institucionais	113
REFERÊNCIAS	114
APÊNDICES	121
APÊNDICE A – Características das Travessias Urbanas	122
APÊNDICE B – Fichas de levantamento das informações identificadas em relatório	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão da rede rodoviária segundo o Plano Nacional Viário no Brasil (km)	20
Figura 2 – Infra-estrutura e extensões das rodovias	21
Figura 3 – Relação Velocidade e Acidentes	46
Figura 4 – Rodovias Federais que integram o Programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Estado do Rio Grande do Sul	71
Figura 5 – Quantidade de Soluções Propostas pelos Projetistas	90
Figura 6 – Matriz de relacionamentos (visão do projetista)	95
Figura 7 – Matriz de relacionamentos (visão dos gestores)	96
Figura 8 – Matriz consolidada de relacionamentos	97
Figura 9 - Indicativo de discrepâncias	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela Resumo da Infra-estrutura do PNV	21
Tabela 2 – Resumo da Avaliação das Estruturas Físicas Identificadas em 265 Travessias Urbanas Existentes no Estado de Minas Gerais	30
Tabela 3 – Estágios Recomendados para a Realização de ASV em diversos Tipos de Projetos	44
Tabela 4 – Velocidade de Colisão x Probabilidade de Vítimas	46
Tabela 5 – Dimensões para Sonorizadores	56
Tabela 6 - Travessias Urbanas em Rede Rodoviária do Reino Unido	62
Tabela 7 – Média de Acidentes Ocorridos por Ano nas Travessias Urbanas Avaliadas	64
Tabela 8 – Correlação entre Redução de Velocidade Operacional e a Taxa de Acidentes	64
Tabela 9 – Percentual de Redução de Número de Vítimas por Tipo de Acidente	65
Tabela 10– Relação dos Projetos de Travessias Urbanas	70
Tabela 11 – Quantidades das Soluções Propostas pelos Projetos Avaliados	84
Tabela 12 – Medidas do Estudo de Caso voltadas à Mobilidade e Acessibilidade	85
Tabela 13 – Componentes das Soluções Adotadas no Programa Avaliado	87
Tabela 14 – Discrepâncias do Grau de Importância Atribuído em Matrizes	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação Funcional da Rede Rodoviária Brasileira	23
Quadro 2 – Critérios para Segurança Viária Sustentável em Travessias Urbanas	43
Quadro 3 – Medidas para Projeto de Travessias Urbanas	51
Quadro 4 – Medidas Moderadoras do Tráfego em Travessias Urbanas do Reino Unido	66
Quadro 5 - Problemas das Travessias Urbanas	80
Quadro 6 - Soluções de Engenharia Adotadas nos Projetos Avaliados	81
Quadro 7 - Tipologia das Soluções Adotadas no Programa de Melhorias das Travessias Urbanas do RS	89

LISTA DE SIGLAS

ASV – Auditoria de Segurança Viária

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIRD - Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul

DER – Departamento de Estradas e Rodagem

DEST – Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito

DNER - Departamento Nacional de Estradas e Rodagem Foi extinto em fevereiro de 2002 em consequência da reforma na estrutura do Ministério dos Transportes

DNIT - Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte

EBTU – Empresa Brasileira de Transporte Urbano

GEIPOT - Grupo Executivo de Integração e Política de Transportes, empresa brasileira de planejamento de transportes, criada na década 60. Foi extinto em fevereiro de 2002 em consequência da reforma na estrutura do Ministério dos Transportes

IME – Instituto Militar de Engenharia

IPA – Instrução de Proteção Ambiental das Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais

IPR - Instituto de Pesquisa Rodoviária

MT - Ministério dos Transportes

RUFF – Road Use Form and Function

RREC – Reduce Risk, Exposure and Consequences of a Crash

STA – Special Transportation Areas

VISP – Village Speed Control Working Group

DETR – Department of Environment, Transport and the Regions

TRRL – Transport and Road Research Laboratory

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 60 ocorreu um grande crescimento nas cidades de porte médio, coincidindo com o período de grandes investimentos em infra-estrutura rodoviária no país. Nos anos de 1970, o Ministério de Transportes, através do Plano de Desenvolvimento Nacional, fomentou a expansão das rodovias no Brasil. Por esse motivo, o número de viagens e a frota de veículos cresceram. A malha rodoviária estendeu-se pelo país formando corredores estratégicos de transportes, promovendo o crescimento sócio-econômico das regiões e transformando as cidades.

Muitos municípios, situados próximos e ao longo dos eixos rodoviários, sentiram-se motivados a incrementar suas atividades e a atrair investimentos, favorecendo o comércio de produtos e serviços. As cidades de pequeno e médio porte, de maneira geral, mostraram um crescimento linear ao longo das rodovias, não apresentando planejamento no uso do solo e na sua ocupação.

Em 1988, a Constituição Brasileira, no artigo 182, determina um novo cenário para as cidades. O planejamento urbano dos municípios, executado pelo poder público, torna-se necessário. O plano diretor é obrigatório para cidades com mais de 20.000 habitantes, entretanto, as áreas urbanas de pequeno e médio porte ao longo das rodovias, em geral, não atendem o disposto na Constituição Brasileira.

As travessias urbanas apresentam ausência de harmonização tanto do ambiente urbano quanto do ambiente rodoviário. O tráfego de passagem da rodovia compartilha o mesmo espaço com o trânsito de veículos e com os pedestres da cidade, expondo motoristas e pedestres ao risco de freqüentes acidentes. Nesse cenário, surgem conflitos e impactos de diferentes graus, que são relacionados diretamente com o porte da cidade e com a categoria da rodovia.

As travessias urbanas apresentam condições operacionais especiais, devido à movimentação dos usuários motorizados e não motorizados e à circulação de transporte público e de ciclistas. Portanto são necessárias medidas de segurança no trânsito com propostas de soluções adequadas para cada situação, promovendo assim a fluidez do tráfego de passagem e a acessibilidade às atividades urbanas simultaneamente.

1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA

A partir da década de 80, a reformulação das técnicas de planejamento, as questões ambientais (Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente) e as exigências de órgãos financiadores internacionais (BIRD, BID, entre outros) levaram as instituições a se preocuparem com o fenômeno ocorrido nas travessias urbanas (DNER/IPR, 1996).

Os órgãos responsáveis pelo sistema rodoviário no Brasil buscaram conhecer os impactos negativos antrópicos e definir as diretrizes para a realização de atividades mitigadoras ou compensatórias, através das legislações ambientais. Estas atividades foram efetivadas através de limitações impostas às autorizações de acessos e da instituição de faixas de proteção, que são as áreas *non-aedificandi*.

O Ministério dos Transportes, através do Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), consolidou seu Corpo Normativo Ambiental e regulamentou, em 1996, o Manual para Ordenamento do Uso do Solo nas Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais, assim como a Instrução de Proteção Ambiental das Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais (IPA). Entre os temas abordados estão as Travessias Urbanas (IPA 04). As legislações abordam os principais impactos que comprometem o nível de serviço das rodovias, bem como indicam as principais medidas a serem adotadas.

Os efeitos positivos dessas ações estão relacionados com um conjunto de medidas físico-operacionais, que necessitam ser complementadas por legislação e por atos das autoridades municipais. Os tratamentos rodoviários recomendados para minimizar os impactos das travessias urbanas necessitam incorporar conceitos de planejamento urbano e de engenharia de tráfego aos recursos de engenharia rodoviária (ARY e RAPHUL, 1986; DNER/IPR, 1996a).

Segundo citação no Manual de Ordenamento do Uso do Solo nas Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais (DNER/IPR, 1996b, p. 23):

A experiência demonstra que as intervenções do órgão rodoviário apenas na rodovia, ou dentro das faixas de domínio, não têm sido satisfatória, sendo necessárias intervenções nas áreas de influência direta (lindeiras) e indireta (mais afastadas) da rodovia, o que só será possível através de ações interdependentes e compromissos mútuos com as autoridades locais.

Os Departamentos Estaduais de Estradas e Rodagem preconizam as diretrizes dispostas nas legislações vigentes dos órgãos federais. As ações que visam melhorias nas travessias urbanas possuem caráter emergencial e tratamento de enfoque tradicional, tal como a construção de vias expressas nestes segmentos, sem preocupação com a comunidade existente. Entretanto, as periferias de áreas urbanas, os contornos rodoviários e os entroncamentos de rodovias caracterizam-se como áreas potencialmente urbanizáveis, necessitando de ações preventivas e de controle de uso do solo no processo de urbanização junto à rodovia.

Na elaboração de planos funcionais e projetos, é necessário conhecer os problemas que envolvem estes núcleos urbanos e a hierarquização das rodovias. Através do cadastramento e do reconhecimento de campo, técnicos e projetistas podem indicar o melhor tratamento para cada situação, pois desta maneira é possível compreender e visualizar melhor os problemas e os aspectos físicos e operacionais que envolvem o trecho em estudo.

Esses levantamentos, contendo informações das condições existentes, permitem aos técnicos analisar e obter diagnósticos sobre os conflitos de mobilidade, acessibilidade, segurança de trânsito e ocupação do solo urbano. Este diagnóstico constitui a base para concretizar medidas de correção e planos estratégicos para projetos e operação nas travessias urbanas.

Para uma intervenção adequada, é fundamental estabelecer critérios de padronização de levantamento dos problemas, através do preenchimento de formulários, de levantamentos topográficos, da elaboração de banco de dados, de registros com filmagens e de entrevistas com a comunidade e com órgãos públicos, entre outros. Filho *et al* (1998) e Trinta (2001) apresentam um procedimento organizado para levantamentos das condições existentes em travessias urbanas.

Nas travessias urbanas, o tráfego local e o tráfego de passagem coexistem no mesmo ambiente. Estes segmentos rodoviários são quase sempre críticos, pois apresentam elevado volume de tráfego e intensa movimentação de pedestres.

A proposição de tratamentos adequados aos problemas de operação nas travessias urbanas está relacionada com variáveis em constantes mudanças, tais como: variáveis demográficas, geográficas, econômicas, ambientais, entre outras. O processo de análise e de definição de soluções, com a finalidade de resgatar e manter as condições de segurança e conforto dos usuários, é contínuo, justificando o tema deste estudo: Travessias Urbanas.

1.2 OBJETIVO GERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS E ABRANGÊNCIA DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para a concepção de projetos executivos destinados ao tratamento de travessias urbanas em cidades de pequeno e médio porte. Esta dissertação propõe reunir informações úteis relacionadas às condições físicas e operacionais das travessias urbanas.

No desenvolvimento da pesquisa, os objetivos específicos foram:

- a) identificar os aspectos físicos e operacionais que influenciam os problemas das travessias urbanas de cidades de pequeno e médio porte;
- b) comparar práticas de projetos brasileiros e internacionais para operação das travessias urbanas;
- c) verificar a freqüência da tipologia de soluções adotadas em um conjunto de projetos;
- d) definir indicadores para projeto de travessias urbanas.

O estudo de caso abrange a análise de travessias urbanas em rodovias arteriais responsáveis por deslocamentos de longos percursos, que passam por cidades de pequeno e médio porte com população até 250 mil habitantes. O escopo não envolve o detalhamento de processos construtivos de cada solução e de custos para a implantação dos projetos.

1.3 METODOLOGIA UTILIZADA

O trabalho é realizado a partir do estudo de caso, com base em um conjunto de projetos de travessias urbanas, realizado pelo DNER para o Estado do Rio Grande do Sul, atualmente a cargo do DNIT. O estudo de caso está organizado em várias etapas de análise, envolvendo os problemas identificados e a tipologia de soluções propostas para as travessias urbanas em rodovias federais, em sua maioria de pista simples e pavimentadas.

No desenvolvimento do trabalho são utilizadas algumas ferramentas de avaliação quantitativa e qualitativa gerenciais que possibilitaram organizar, registrar e a avaliar as informações coletadas nos relatórios de projetos relativos aos fatores de mobilidade e acessibilidade que condicionam o segmento da rodovia compartilhado com o ambiente urbano.

Inicialmente, são apresentados os principais problemas levantados pelos projetistas. Esses problemas são interpretados e estratificados em relação aos fatores de mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade.

Posteriormente, as soluções propostas são divididas em relação aos mesmos fatores apropriados na estratificação dos problemas identificados: mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade.

A partir da estratificação das soluções propostas, verifica-se a frequência das soluções identificadas nos relatórios, através da quantificação e classificação por porte de cidade que envolve a travessia urbana. Desta forma, são levantadas as medidas de projeto voltadas predominantemente à mobilidade do tráfego de passagem ou acessibilidade da comunidade. São verificados os componentes dessas soluções definidos em obras físicas, elementos de sinalização e equipamentos eletrônicos de tráfego, e verificada a uniformidade da tipologia de soluções propostas para o programa de Melhoria das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul.

Finalmente, os problemas e as soluções são relacionados em matriz, com a finalidade de detectar a intensidade dessa relação. Os relacionamentos são apontados por dois pontos de vista: projetista e gestores, permitindo a comparação das expectativas entre as visões em relação à importância das soluções propostas para os problemas identificados das travessias urbanas.

O estudo de caso tem base na revisão bibliográfica, elaborada a partir de sínteses diárias literatura. Ao longo da pesquisa são apresentadas características de aspectos físicos da estrutura urbana e da rodovia nas travessias urbanas, conceitos de mobilidade e de acessibilidade, algumas abordagens sobre acidentes e velocidade veicular relacionadas à segurança dos usuários nestes locais e relatadas as medidas físicas e operacionais de projetos brasileiros e internacionais.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em sete capítulos. O primeiro capítulo é relativo à apresentação do tema e justificativa.

A revisão bibliográfica abrange quatro capítulos: o contexto rodoviário brasileiro e as travessias urbanas, as características físicas do ambiente urbano e da rodovia, os fatores que condicionam a operação do tráfego e projetos de travessias urbanas.

O sexto capítulo é dedicado ao estudo de caso, no qual são identificados os problemas existentes e as soluções propostas pelos projetistas em 32 projetos executivos de engenharia do programa de Melhorias das Travessias Urbanas no Rio Grande do Sul. O sétimo capítulo finaliza o trabalho, apresentando conclusão e recomendações para trabalhos futuros.

2 CONTEXTO RODOVIÁRIO BRASILEIRO E AS TRAVESSIAS URBANAS

Este capítulo apresenta um resumo do Plano Nacional Viário, com base no relatório elaborado pelo DNER em 2001, bem como a classificação do sistema rodoviário no Brasil. Posteriormente, apresenta uma sucinta descrição das travessias urbanas que crescem ao longo da rede arterial brasileira, caracterizando o foco deste trabalho.

2.1 PLANO NACIONAL VIÁRIO

O sistema rodoviário no Brasil forma uma rede de 1.876.791 quilômetros de rodovias distribuídos em 8.511.965 km², área do território nacional (MT/DNER, 2001).

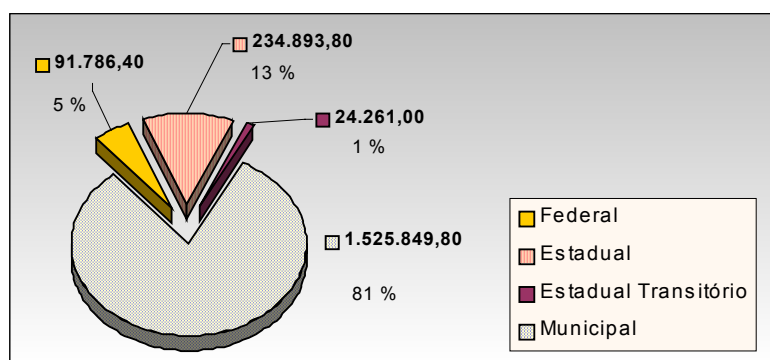


Figura 1- Divisão da rede rodoviária segundo o Plano Nacional Viário no Brasil (km)

O Plano Nacional Viário existente no Brasil, indicado na Figura 1, divide a rede em rodovias federais, estaduais, estaduais transitórias e municipais, respectivamente sob jurisdições de órgãos governamentais (MT/DNER, 2001). Esta divisão na rede rodoviária corresponde a:

- a) 5 % de rodovias sob jurisdição federal, interligando regiões do Brasil e fronteiras com países vizinhos. Esta rede é responsável pelos principais deslocamentos de veículos no país;

- b) 13 % de rodovias sob jurisdição dos estados, responsáveis pelos movimentos entre estados e entre principais cidades;
- c) 1% de rodovias transitórias sob jurisdição dos estados, apresentando características de rede federal, e;
- d) 81 % de rodovias sob jurisdição dos municípios, apresentando tráfego reduzido.

O Plano Nacional Viário, também identifica a infra-estrutura de rodovias existentes, dividindo em rodovias planejadas, não pavimentadas e pavimentadas. O total de extensão das rodovias no Brasil é atualizado periodicamente no Relatório do Sistema Rodoviário Nacional.

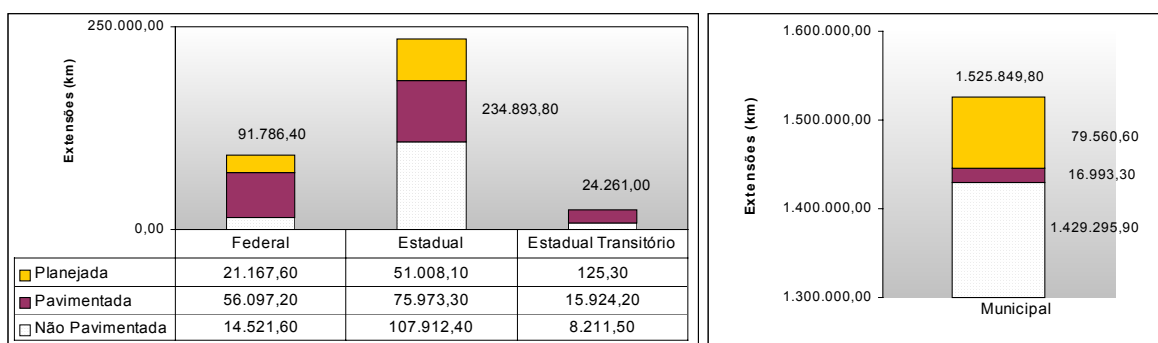


Figura 2 – Infra-estrutura e extensões das rodovias

A Figura 2 indica que, a rede sob jurisdição federal apresenta rodovias pavimentadas em sua maior parte, bem como a rede estadual transitória. Já, a rede estadual e a rede municipal apresentam predominantemente uma rede formada por rodovias não pavimentadas. As rodovias planejadas totalizam 151.861,60 quilômetros de extensão, constituem a previsão de investimentos futuros no setor.

Tabela 1 – Tabela Resumo da Infra-estrutura do PNV

Rede	Extensões (km)	% do Total
Planejada	151.861,60	8,09
Não Pavimentada	1.559.941,40	83,12
Pavimentada	164.988,00	8,79
Total da extensão da rede rodoviária no Brasil	1.876.791,00	100,00

Fonte: Relatório do Sistema Rodoviário Nacional - Rede do PNV -MT/DNER (2001)

A Tabela 1 resume o cenário do sistema rodoviário brasileiro, sendo 8,79 % de rodovias pavimentadas do total da rede rodoviária no Brasil, 83,12 % de rodovias não pavimentadas e 8,09 % de futuros empreendimentos rodoviários.

Os deslocamentos entre cidades de maior porte são servidos, geralmente, por rodovias pavimentadas e com maior largura de faixas. As rodovias de condições intermediárias - menor largura de faixas - atendem as cidades menores e se conectam com as rodovias de melhores características técnicas. As rodovias secundárias e vicinais, pavimentadas ou não pavimentadas, atendem as pequenas vilas, fazendas e sítios e proporcionam aos usuários acesso às vias de nível intermediário.

2.2 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL

O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER/IPR, 1999 a) classifica as rodovias segundo hierarquia funcional, constituindo três sistemas rodoviários.

- a) Sistema Arterial: rodovias principais, de maior tráfego e de características técnicas superiores;
- b) Sistema Coletor: consideradas rodovias de captação das vias locais, volume de tráfego intermediário;
- c) Sistema Local: rodovias de acesso com tráfego reduzido.

Segundo esse manual, o Sistema Arterial deve proporcionar principalmente a função mobilidade, os Sistemas Coletor e Local devem atender a função de acesso aos locais de maior geração de tráfego e de maior fluxo de tráfego.

Na rede rodoviária brasileira, estes sistemas – arterial, coletor e local - são hierarquicamente divididos em subsistemas por velocidades de operação e por densidade populacional das cidades. O Quadro 1 sintetiza as características desta classificação da rede rodoviária brasileira dispostos em legislação.

Sistema	Subsistema	Características
Arterial	Principal	Utilizadas para viagens internacionais e inter-regionais Conectam cidades com população acima de 150 mil habitantes Extensão entre 2,0 a 3,5 % da rede rodoviária Velocidades de operação de 60 a 120 km/h
	Primária	Utilizadas para viagens inter-regionais e interestaduais Conectam cidades de população em torno de 50 mil habitantes Extensão entre 1,5 a 3,5 % da rede rodoviária Velocidade de operação de 50 a 100 km/h
	Secundária	Proporcionam viagens intra-estaduais Conectam cidades com população entre 10 e 50 mil habitantes Extensão entre 2,5 a 5,0 % da rede rodoviária Velocidade de operação de 40 a 80 km/h
Coletor	Primário	Conectam cidades entre 05 e 10 mil habitantes Proporcionam ligações das áreas servidas com o sistema arterial Extensão entre 4,0 a 8,0 % da rede rodoviária Velocidade de operação de 30 a 70 km/h
	Secundário	Conectam cidades acima de 02 mil habitantes Proporcionam acesso a áreas de baixa densidade populacional Extensão entre 10 a 15 % da rede rodoviária Velocidade de operação de 30 a 60 km/h
Local	Sem divisão	Rodovias de pequena extensão Proporcionam acesso intramunicipal e ligações a rodovias de nível superior Extensão entre 65 a 80 % da rede rodoviária Velocidade de operação de 20 a 50 km/h

Quadro 1– Classificação Funcional da Rede Rodoviária Brasileira

O limite entre área urbana e área rural considerado na legislação vigente é definido pelos núcleos com população acima de 5.000 habitantes (DNER/IPR, 1999a). Na prática, observa-se que ao longo do sistema arterial brasileiro existem várias concentrações populacionais de densidade menor que 5.000 habitantes, disseminadas na rede.

Para tanto, neste trabalho se fez uso da classificação por intervalos típicos, que consideram o número de habitantes e o tamanho da área central da cidade, citados por Poyares e Portugal (1999) e Trinta (2001). Sendo estes intervalos definidos por:

- a) Pequeno Porte: cidades com até 50.000 habitantes e área central inferior a 2 km²;
- b) Médio Porte: cidades de 50.000 a 250.000 habitantes e área central entre 2 km² e 6 km²;
- c) Grande Porte: cidades entre 250.000 e 2 milhões de habitantes e área central entre 4 km² e 8 km²;
- d) Metr pole: cidade acima de 2 milhões de habitantes e com área central superior a 6 km²

2.3 DESCRIÇÃO DAS TRAVESSIAS URBANAS

Os segmentos de rodovias, que possuem uma concentração populacional nas áreas adjacentes, são denominados de Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas ou, simplesmente, de Travessias Urbanas.

A compreensão da justaposição, destas áreas urbanizadas com a rodovia, está relacionada com a própria necessidade de integração e desenvolvimento econômico das comunidades e regiões. O surgimento de vilas e cidades decorre de pontos estratégicos na rede rodoviária que possibilitam concentrar atividades básicas para atender uma população rural e viajantes, tais como: cruzamentos de rodovias e de pontos intermediários entre grandes distâncias na ligação entre cidades maiores.

Várias famílias, que fixam residências nestes locais, atraem outras pessoas e negócios. Surgem pequenas e médias cidades, caracterizadas por vários estabelecimentos dispostos na área adjacente da rodovia, oferecendo diversos serviços que, muitas vezes, tornam-se dependentes economicamente do tráfego de passagem.

Esta ocupação não planejada, geralmente constitui o principal vetor de expansão urbana, induz a um crescimento linear da cidade envolvendo a rodovia de ambos os lados. Com a evolução do município e a intensificação de uso do solo por estabelecimentos, ocorrem operações de tráfego conflitantes entre o urbano e o rodoviário.

A travessia urbana acumula funções, atendendo tanto o tráfego de passagem quanto à movimentação local, conseqüentemente acarretando problemas operacionais na via e comprometendo a qualidade do ambiente urbano. Estes problemas decorrem de conflitos entre as necessidades dos seus usuários. Os viajantes desejam realizar suas viagens com fluidez nos deslocamentos e o mínimo de tempo. A comunidade deseja acesso às atividades urbanas sem interferências que prejudiquem sua rotina diária.

Numa visão tradicional, a solução para o problema é a construção de contornos rodoviários, desviando o tráfego de passagem. A implantação de contorno rodoviário tem como objetivo livrar a cidade do tráfego de passagem. O tratamento com anel de contorno elimina o conflito entre cidade e rodovia. Contudo, o interesse da comunidade de transferir os negócios que servem aos viajantes provoca a mudança e o crescimento da cidade para o lado do contorno. Ary e Raphul (1986) relatam que, a ausência de planejamento urbano e de medidas de

bloqueio aos acessos induz o crescimento da cidade para esta área, tornando o contorno rodoviário de pouca eficiência ao tráfego de passagem no longo prazo.

Frente a este fato, Filho *et al* (1998), em consonância com o documento *Friends of Earth* (1997) citado em seu trabalho, sugere avaliar a relação custo/benefício das rodovias de contorno e buscar alternativas de tratamento às travessias urbanas mais adequadas aos recursos financeiros disponíveis no Brasil.

O tratamento adequado às travessias urbanas depende da função predominante que a rodovia exerce e da importância desta função para os usuários: mobilidade ou acessibilidade. A condição de máxima acessibilidade e mínima mobilidade pode aumentar o tempo de viagem com a redução da velocidade na travessia urbana, porém esta condição pode diminuir o número de acidentes nos segmentos. A necessidade de maior mobilidade do tráfego de passagem leva ao tratamento de contorno rodoviário, contudo ações de controle a concentração populacional nas áreas adjacentes a rodovia são essenciais para manter a fluidez do tráfego no segmento. É indispensável avaliar a relação custo/benefício das alternativas.

Em alguns países, a influência da travessia urbana na rede rodoviária é minimizada, devido à implantação de uma rede de auto-estradas destinadas a deslocamentos de longo percurso, de alta velocidade e de transporte de cargas.

A rede de auto-estradas apresenta controle e limitação de acessos, proibição de acessos às propriedades lindeiras, inexistência de interseções ou retornos em nível. Sendo estas condições ideais ao fluxo de passagem contínuo.

O sistema rodoviário brasileiro não contempla previsão de tal rede rodoviária para o futuro próximo. Desta maneira, em função dos recursos financeiros disponíveis, os engenheiros rodoviários têm buscado soluções alternativas para reduzir os problemas em travessias urbanas instaladas na rede rodoviária brasileira.

3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS TRAVESSIAS URBANAS

Este capítulo caracteriza a estrutura urbana no entorno da rodovia e sua influência na operação do segmento rodoviário. O capítulo também discute as condições físicas da rodovia que contribuem para os problemas de tráfego nas travessias urbanas.

3.1 ESTRUTURA URBANA

Em consequência das relações estabelecidas pela comunidade com seu entorno, a rodovia garante a acessibilidade às cidades e às diversas atividades (VALLEJO apud TRINTA, 2001). Segundo Bellia e Bidone (1993), a existência de rodovias tende a intensificar a ocupação do solo num crescimento linear à via, pois proporciona a acessibilidade do sentido longitudinal. Quando a municipalidade não controla esta ocupação, não prevê ou não possui recursos para uma urbanização planejada, geram-se problemas na própria infra-estrutura urbanística como segregação urbana e favelização, que se refletem na comunidade do município.

A segregação urbana é a quebra das unidades de vizinhança na cidade. Nas travessias urbanas, a segregação urbana é identificada pela divisão da cidade em duas partes pela rodovia. Normalmente, observam-se algumas das seguintes características em relação ao traçado da rodovia:

- a) Invasão das faixas de domínio da rodovia;
- b) Espaço urbano linear e descontínuo, em ambos os lados da rodovia;
- c) Entradas e saídas de veículos em qualquer ponto do segmento;
- d) Ruas da cidade cruzando a rodovia;
- e) Ruas laterais interrompidas, não pavimentadas ou de pavimentação precária;

f) Paradas de ônibus sem projeto apropriado.

Estas características físicas influenciam na operação do tráfego neste segmento rodoviário: interferem na fluidez do tráfego rodoviário, dificultam o acesso do tráfego local às atividades urbanas, geram inúmeras travessias de pedestres e ciclistas em qualquer ponto do segmento, por conseguinte, induzem a risco de acidentes, principalmente atropelamentos. A segurança dos usuários motorizados e, não motorizados torna-se comprometida, podendo gerar um estado caótico na operação da rodovia deteriorando a qualidade de vida da comunidade (BELLIA e BIDONE, 1993).

Quando detectada a segregação urbana, faz-se necessário ações na rodovia para mitigá-la ou eliminá-la, tais como: melhorias das condições físicas e operacionais, fiscalização do tráfego e engajamento das autoridades do município no processo de melhoria do sistema viário da cidade e de controle da ocupação do solo no processo de urbanização junto à rodovia.

A Instrução de Proteção Ambiental para as Travessias Urbanas (DNER/IPR, 1996a), preconiza a colaboração de órgãos rodoviários, estadual ou federal, visando melhorar a estrutura urbana. Através de convênios com a Prefeitura Municipal é possível pavimentar ruas locais, ou contribuir para a elaboração de um Plano Diretor Urbano.

Outro aspecto avaliado na estrutura urbana é o processo de favelização nas faixas de domínio. A intensificação desse processo e as características dos assentamentos estão relacionadas com a expulsão de uma parte dos habitantes, economicamente menos privilegiados, de áreas mais valorizadas da cidade para outros locais de menor valor territorial, mas de melhor acessibilidade.

O processo de favelização é mais freqüente nas proximidades da rodovia em fase de obras, devido à possibilidade de mercado de trabalho na construção. Esta é a modificação do uso do solo de maior impacto, caracterizando uma área esteticamente degradada e desvalorizando os estabelecimentos existentes de bom estado.

Favelas ao longo da rodovia utilizam os acostamentos para várias atividades - comércio informal, recreação, estacionamento de diversos veículos, entre outras, interferindo diretamente nas condições de tráfego da rodovia e de segurança viária. Também, constata-se que os barracos estão normalmente instalados em taludes de cortes ou aterros interrompendo fluxos de drenagem existentes e provocando instabilidades no suporte do solo.

Frente a estas constatações o DNIT e os departamentos estaduais devem atuar junto à construtora e as autoridades locais para interceder e impedir os assentamentos lineares à rodovia (DNER/IPR, 1999a).

Quanto aos aspectos de segregação urbana, o Programa de Travessias Urbanas da BR-101/SC registrou diversas observações em uma extensão de 23 km da rodovia (DNER/GEIPOT/INURB, 1986). Constam no relatório que, no período entre 1970 e 1980, o processo urbanístico acelerado das cidades de São José, Palhoça e Biguaçu, localizadas nas proximidades de Florianópolis, gerou elevada ocupação não planejada em ambos os lados da rodovia.

Os inúmeros cruzamentos, distantes em torno de 200 a 700 metros entre si, agregados às condições precárias das ruas laterais, implicaram em um número significativo de ingressos e egressos de veículos à rodovia, determinando o uso da BR-101/SC como via principal de deslocamentos de veículos locais. Estes deslocamentos representaram 50% do volume de tráfego total na rodovia, nas horas de pico, além de intensa circulação de pedestres e ciclistas. Tal condição de tráfego incrementou as ocorrências de acidentes. Em 1986, foram registrados 419 locais de acidentes, correspondendo a 6% do total de extensão do trecho, registrando um total de 2000 acidentes/ano, 39 % do total de número de acidentes ocorridos nas rodovias do estado.

Entre 1991 e 1996, o Relatório de Estudos do Impacto Ambiental da duplicação da BR-101, trecho Florianópolis/SC – Osório/RS (DNER/IME, 2001), constatou a expansão urbana das cidades, caracterizando um desenvolvimento linear ao longo da rodovia, similar ao processo na região de Biguaçu, Palhoça e São José. Atualmente, observa-se maior intensificação desta ocupação urbana entre as cidades de Imbituba (SC) e Torres (RS), caracterizando poucos segmentos da rodovia como área rural.

Estes relatórios relatam as seguintes características das travessias urbanas localizadas ao longo da rodovia da BR-101:

- a) Presença de vários estabelecimentos comerciais, loteamentos residenciais e áreas industriais;
- b) Entroncamentos e cruzamentos sem controle e tratamentos inadequados;
- c) Ingressos e egressos de veículos frequentes;

- d) Circulação de pedestres e de ciclistas mais intensa nas horas picos;
- e) Acréscimo do volume de tráfego de veículos de carga na rodovia compartilhado com a movimentação do trânsito local de deslocamentos de curto percurso;
- f) Elevado número de acidentes.

A rodovia BR-101 como corredor estratégico da rede rodoviária de intenso tráfego de veículos de carga necessita fluidez nos deslocamentos, entretanto as características de segregação urbana das cidades existentes ao longo de sua extensão no trecho sul, acumularam as funções da rodovia de atendimento ao tráfego direto e à movimentação urbana em um processo crescente de deterioração das condições da via e da qualidade de vida das comunidades.

3.2 RODOVIA

As condições físicas de uma rodovia que atravessam pequenas e médias cidades se tornam aspectos de agressão e de ameaça aos usuários, em geral, quando apresentam problemas em sua infra-estrutura.

As deformações e buracos na pista, desníveis entre pista e acostamentos, interseções inadequadas, sinalização horizontal e vertical precárias, deficiência de drenagem pluvial e ausência de baias para paradas de ônibus e táxis, entre outros, determinam o grau de dificuldade no trânsito de veículos.

Levantamentos realizados pelas 40 Coordenadorias Regionais do DER/MG, em 1998, identificaram as estruturas físicas de 265 segmentos de rodovias que cortam cidades, dispostos na rede rodoviária do Estado de Minas Gerais, totalizando 461,15 km de extensão (FILHO *et al*, 1998).

O resultado desse trabalho caracteriza a potencialidade de problemas, conforme demonstra Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo da Avaliação das Estruturas Físicas Identificadas em 265 Travessias Urbanas Existentes no Estado de Minas Gerais

<i>Estrutura Física</i>	<i>Nº de travessias urbanas</i>	<i>%</i>	<i>Avaliação</i>
Revestimento das faixas de rolamento	168	63,4	Bom
	09	3,4	Regular
	29	10,9	Ruim
	59	22,3	Não informaram
Acostamento	114	43,0	Inexistência
	90	34,0	Existência
	61	23,0	Não informaram
Sinalização horizontal	82	30,9	Boa
	04	1,5	Regular
	124	46,8	Ruim/não existe
	55	20,8	Não informaram
Sinalização vertical	102	38,5	Boa
	14	5,3	Regular
	93	35,1	Ruim/não existe
	56	21,1	Não informaram
Iluminação	97	36,6	Boa
	06	2,3	Regular
	107	40,4	Ruim/não existe
	55	20,7	Não informaram
Risco potencial de acidentes	149	56,2	Apresentam
	116	43,8	Não apresentam

Observa-se na avaliação que, em torno de 63% das travessias urbanas apresentam revestimento asfáltico em condições aceitáveis de conservação, proporcionando ao usuário motorizado conforto em seus deslocamentos pela utilização das faixas de rolamento.

Destas travessias urbanas foram registradas más condições de iluminação em 40,4%, em 46,8% para sinalização horizontal e, em 35,1% para sinalização vertical apontando incertezas de visibilidade e trafegabilidade na rodovia, conseqüentemente comprometendo a segurança dos usuários motorizados e não motorizados.

Para a avaliação de 56,2% de travessias com risco potencial de acidentes, os autores registraram os segmentos com deficiências de sinalização vertical e horizontal, interseções inadequadas, defeitos na pista e restrições de visibilidade por objetos fixos às margens da rodovia para o motorista e para o pedestre. Este indicador representou que as travessias urbanas necessitam a implementação de melhorias com uma visão preventiva de segurança viária.

Várias considerações técnicas acerca das condições físicas dos segmentos de rodovias que atravessam cidades são levantadas a seguir. Estas considerações incluem geometria,

pavimentação, drenagem, sinalização rodoviária, iluminação e os recursos financeiros na execução das obras.

3.2.1 Geometria

As condições físicas e geométricas da rodovia deveriam maximizar o conforto e segurança do usuário na rodovia, mantendo um padrão uniforme de operação evitando surpresas para o motorista. A velocidade e o veículo são os principais elementos de projeto que condicionam as características técnicas da rodovia. Entretanto, nas travessias urbanas, estas características técnicas necessitam integrar tratamentos especiais que promovam uma redução da velocidade por parte do tráfego direto e disciplinar os usuários motorizados e não motorizados.

As interseções em nível e os acessos são usualmente projetados em travessias urbanas com a finalidade de assegurar a circulação ordenada dos veículos. Contudo, segundo o Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo (DNER/IPR, 1998), algumas condições físicas podem aumentar o risco de acidentes, tais como:

- a) interseções em curva prejudicando a visibilidade pela presença de estabelecimentos nas áreas adjacentes;
- b) interseções em trechos em aclive/declive;
- c) interseções no ponto baixo de dois trechos em declive;
- d) interseções no topo de dois trechos em aclive;
- e) interseções em ângulos muito fechados;
- f) combinações destas condições.

Somam-se a essas características físicas e operacionais o fato de pedestres e ciclistas cruzarem a interseção, sem local de passagem adequada ou transitarem ao longo do leito das vias. Cabe ainda mencionar a presença de paradas de ônibus junto a estas interseções com ausência de baias para o embarque e desembarque de passageiros.

Alguns princípios básicos para elaboração de projeto constam de Manuais de Projeto Geométrico (DAER, 1991), tais como: adequação do traçado da rodovia às condições topográficas, a canalização deve reduzir os conflitos, a velocidade deve ser limitada impedindo altas velocidades, previsão de refúgios de conversão ou giro, suficiência de sinalização e iluminação, e estudos da circulação de pedestres e ciclistas.

A configuração viária nas entradas e saídas de veículos de uma rua lateral ou de uma via secundária, também resulta em situação incômoda para ambas correntes de tráfego. Estes acessos devem ser controlados e limitados, pois a proximidade de acessos que interferem no tráfego de passagem provocam manobras inesperadas, tais como freadas e mudanças bruscas de direção, e aumentam o risco de acidentes.

As faixas de aceleração e desaceleração tanto de acessos, quanto de paradas de ônibus devem ser projetadas considerando o alinhamento e a distância de convergência ou divergência em uma relação direta com a velocidade da via principal (BRAZ, 1994). Os ingressos e egressos necessitam canalizar, induzir e acomodar os veículos para uma velocidade compatível com o fluxo do tráfego regulamentado.

Outra forte característica em uma travessia urbana é a falta de faixas apropriadas para travessias de pedestre e de ciclista e seus percursos ao longo da via. Estudos da circulação e contagens de pedestres são necessários para a proposição de tratamentos mais adequados: a construção de passagens de pedestres específicas e sinalizadas, a construção de passeios e ciclovias, e o uso de barreiras disciplinando estes usuários aos locais de maior segurança para sua circulação.

No aspecto da geometria, a largura da faixa de domínio determina o limite da área de influência direta ao tráfego da rodovia. Em muitas travessias urbanas, a faixa de domínio apresenta largura reduzida e encontra-se invadida por diversos assentamentos, dificultando a proposição de melhores tratamentos ao traçado, a implantação de interseções e passarelas no ambiente da travessia urbana. A previsão de larguras de faixas de domínio maiores se faz necessária principalmente em áreas potencialmente urbanizadas e para a duplicação de pista.

Quando constatadas falhas de projeto, tais como; deficiência nos ramos de canalização das interseções, má locação de retornos operacionais e de refúgios para conversão à esquerda, sub-dimensionamento das faixas de aceleração e desaceleração de acessos, falta de previsão de baias para transporte coletivos, entre outros, a operação da rodovia sofre diferentes graus de deterioração e aumentam os problemas das travessias urbanas.

3.2.2 Pavimentação

O revestimento de pavimento adotado nas rodovias brasileiras é normalmente flexível. A pavimentação tem como finalidade suportar as cargas dos veículos que trafegam nas faixas de

rolamento, contudo o surgimento de defeitos pode influenciar na trafegabilidade da rodovia e na segurança dos motoristas. A deterioração do revestimento, degraus entre pista e acostamento e deflexões do pavimento contribuem para a degradação dos ambientes rodoviário e urbano.

Outro fator é o efeito atrito pneu-pavimento de pistas molhadas. A falta de atrito entre o pneu e o pavimento provoca deslizamento dos veículos e ocorrências de acidentes. Cardoso *et al* (1995) analisa e propõe soluções para o controle de acidentes, devido às deficiências à derrapagem das superfícies de nossos pavimentos nestas condições. Em seu trabalho relata a influência das características da superfície dos pavimentos e da profundidade dos sulcos dos pneus sobre a frequência de acidentes.

No Manual de Projeto e Práticas Operacionais para a Segurança Rodoviária (DNER/IPR, 1976) são consideradas quatro principais causas de deficiência na resistência à derrapagem em pavimentos molhados:

- a) pavimento sujo (poeira, óleo, etc);
- b) pavimento gasto e polido (desgaste na superfície inicial);
- c) exudação ou derretimento do pavimento asfáltico, e;
- d) formação de lâmina d'água, resultante da ausência de textura do pavimento.

A severidade dos defeitos pode provocar manobras inesperadas dos veículos, bem como congestionamentos por excessiva redução de velocidade. Portanto, a principal ação nestes segmentos de maior intensidade de tráfego é a manutenção e conservação dos pavimentos.

3.2.3 Drenagem

O sistema de drenagem possui a principal função de proteger o terrapleno e a estrutura do pavimento de uma rodovia das águas provenientes de precipitações e de talvegues. Através de um conjunto de dispositivos adequados e de obras-de-arte correntes (bueiros), o sistema de drenagem se ajusta para coletar as águas superficiais, interceptar as águas subterrâneas e conduzir o deságüe das mesmas nas correntes naturais.

Na travessia urbana, as avaliações para a escolha do dispositivo, bem como a própria implementação devem atender às condições urbanas, principalmente no escoamento das águas pluviais. O acúmulo de água na pista e a deficiência dos dispositivos e obras de drenagem

podem agravar os problemas e os conflitos de tráfego, provocando aquaplanagens de veículos e inundações, e conseqüentemente, influenciando nas condições de segurança dos usuários da via e dos habitantes da cidade. A extensão da zona com acúmulo d'água e a velocidade dos veículos aliados à deficiência na resistência à derrapagem dos pavimentos molhados destacam-se como causas de acidentes graves.

3.2.4 Sinalização

A sinalização assume um papel fundamental na segurança do tráfego. Os sinais são elementos que apontam os locais de risco potencial em uma rodovia, tais como: interseções, travessias urbanas, curvas, obras-de-arte especiais, variações de visibilidade, etc.

A sinalização rodoviária é composta de sinalização vertical e sinalização horizontal, que transmitem as informações aos usuários da rodovia. De modo geral, os vários elementos da sinalização possibilitam ao motorista controlar e operar seus veículos, identificar a limitação em seus movimentos e disciplinar a direção.

A utilização de sinalização semafórica envolve principalmente avaliação das condições do tráfego e ocorrência de pedestres, sendo comum em travessias urbanas.

As travessias urbanas apresentam características peculiares por compartilhar o mesmo espaço rodoviário e urbano, sendo necessário uma sinalização clara para informar as restrições presentes no ambiente.

A ausência dos dispositivos e a falta de manutenção dos elementos contribuem para a realização de manobras inadequadas, ocorrência de atropelamentos e altas velocidades no trânsito, agravado pela falta de atenção dos usuários.

De maneira geral, a manutenção da sinalização nas rodovias brasileiras apresenta-se precária e deficiente. Vários aspectos são observados em travessias urbanas: placas verticais pichadas, perfuradas, furtadas, pintura horizontal inexistente e implantação da sinalização incompleta ou imprópria. A sinalização é primordial à segurança do usuário, sendo necessárias inspeções sistemáticas e adequada manutenção.

Ogden (1996) recomenda a manutenção dos elementos de sinalização. Sendo elas:

- a) a vegetação das áreas adjacentes não pode esconder os dispositivos;

- b) as condições físicas dos suportes, placas, painéis devem apresentar bom alinhamento e nitidez, principalmente à noite;
- c) deve haver monitoramento continuado para avaliar as informações;
- d) os marcadores e alinhamentos de faixas devem ser suficientemente destacados na superfície do pavimento;
- e) cada dispositivo deve estar em condições de cumprir a função tanto à noite quanto durante o dia;
- f) as cores, dimensões e posições dos dispositivos devem apresentar boas condições de conservação com a finalidade de manter sua função.

Segundo o Manual de Sinalização Rodoviária (DNER/IPR, 1999c), a dificuldade dos usuários de atender a sinalização na via está relacionada com a locação adequada para cada local e o emprego de materiais para os sinais.

3.2.5 Iluminação

Em áreas urbanas, a iluminação das ruas é projetada para atender a segurança em geral - prevenção de acidentes de veículos, prevenção aos crimes e a proteção de pedestres e ciclistas.

Em rodovias, proporcionar projeto de iluminação melhora a segurança do tráfego. A iluminação aumenta as condições de visibilidade do motorista principalmente nos efeitos de “sombra” em locais de conflitos: interseções e travessias de pedestres.

Foyster e Thompson (1986), Sabey e Johnson (1973) e outros autores mencionados por Ogden (1996) indicam em seus estudos que a implantação de iluminação adequada reduz a severidade e ocorrências de acidentes. Em interseções, 75% dos acidentes noturnos podem ser influenciados pelo efeito da iluminação, pois diminui o efeito de ofuscamento entre os veículos.

O projeto de iluminação deve ser dimensionado propriamente para cada situação, inclusive na definição da locação, altura, número e tipos de postes a serem utilizados.

Algumas características de segurança são necessárias para o projeto de iluminação (DNER/IPR, 1976). Tais como:

- a) sempre que possível os suportes de iluminação devem ser colocados por detrás de defensas e afastados para reduzir as chances de serem atingidos;
- b) em travessias urbanas não devem ser empregados suportes frágeis que, caso atingidos, possam danificar propriedades ou o próprio leito da via;
- c) devem possuir dispositivos que desligarão automaticamente o fornecimento de energia por eventual colisão de veículo;
- d) em interseções os suportes devem estar locados na parte interna dos canteiros, fora da trilha de um veículo desgovernado.

3.2.6 Restrições financeiras

A dificuldade de obtenção de recursos financeiros para novos investimentos e melhorias na rede rodoviária brasileira deve-se basicamente ao comprometimento orçamentário da união com a dívida pública, que atinge hoje, valores na ordem de 60% do PIB, e também ao déficit da previdência.

Esta realidade tem levado à elaboração de programas de baixo custo no setor rodoviário, implementados, principalmente, nos pontos concentradores de acidentes, enquanto que, paralelamente, o Ministério de Transporte prioriza e viabiliza recursos financeiros para a realização de obras necessárias, de maior porte, a rede de rodovias brasileiras.

Segundo Guia de Redução de Acidentes (DNER/IPR, 1998), entre outras, uma situação comum de segmento concentrador de acidentes é a travessia urbana. Este guia apresenta, de modo geral, as seguintes medidas de implantação de projetos nos segmentos de maior concentração de acidentes.

- a) Sinalização vertical de advertência e regulamentação intensa.
- b) Sinalização horizontal não convencional, através de pintura de mensagens de advertência em locais com condições precárias de geometria e/ou visibilidade.
- c) Adoção de sonorizadores associados à sinalização de advertência.
- d) Implantação de delineadores.
- e) Criação de áreas nos acostamentos para conversões em interseções.

- f) Melhoria de visibilidade em interseções, através da limpeza da faixa ou execução de pequena terraplenagem.
- g) Separação física de pedestres e veículos em áreas de movimentação intensa.
- h) Uso de tachas e tachões refletivos.
- i) Utilização, em pontes, de defesa tipo Barreira Rígida em substituição do antigo Guarda-corpo, por exemplo, tipo *New Jersey*.
- j) Implantação de balizadores refletivos.

Este tipo de intervenção não evita a necessidade de implantação de obras de maior porte, contudo reduz a quantidade e gravidade de acidentes enquanto as soluções de grande porte não são implementadas.

4 FATORES QUE CONDICIONAM A OPERAÇÃO DAS TRAVESSIAS URBANAS

Esta etapa do trabalho diz respeito aos principais fatores que condicionam a operação do tráfego de passagem no compartilhamento do espaço da rodovia com o trânsito urbano da cidade existente no entorno. A compreensão destes fatores auxilia na concepção de projetos rodoviários adequados para as travessias urbanas. Os principais fatores abordados nesta seção são: acessibilidade, mobilidade e segurança dos usuários.

4.1 ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE

O conceito de acessibilidade não é recente. Há muitos anos, este termo permanece em discussão relacionado com várias áreas: transportes, engenharia, biologia, geografia, ciências humanas, economia, etc. Diversos autores debatem sobre acessibilidade envolvendo também o conceito de mobilidade. Existem muitas interpretações referentes aos temas, levando a um grande número de definições.

Raia Jr. (2000) cita vários conceitos, de maneira detalhada em seu trabalho, bem como a diferença entre acessibilidade e mobilidade, que muitas vezes são confundidas. Diversos autores são referenciados, dentre eles:

- a) Ingram (1971) define acessibilidade como uma medida de proximidade na ligação entre dois pontos, característica inerente de um lugar para superar uma separação espacial;
- b) Jones (1981) considera que acessibilidade está relacionada com a facilidade que o sistema de transporte e o uso do solo oferece às pessoas para desenvolverem suas atividades;
- c) Sathison e Srinivasan (1998) afirmam que acessibilidade se refere à capacidade de atingir um determinado local e mobilidade é a facilidade para a realização do deslocamento;

d) Sales Filho (1998) considera a provisão e o padrão das condições físicas dos acessos, o uso do solo e o sistema de transportes disponibilizados às pessoas, relacionando acessibilidade ao processo de desenvolvimento urbano.

O termo mobilidade é interpretado pelos diversos autores citados por Raia Jr. (2000) como a capacidade de um indivíduo de se movimentar e a dificuldade que as pessoas encontram na realização dos deslocamentos. A mobilidade depende de variáveis tais como: disponibilidade do sistema de transportes, demanda de viagens, renda do indivíduo, expansão sócio-econômica da região, localização das atividades, possibilidade de empregos, entre outras.

No Brasil, o manual de projeto rodoviário relaciona os termos acessibilidade e mobilidade aos movimentos de veículos na rede e ao nível de serviço das rodovias. A função de atender os acessos disseminados ao longo da rede e a função de servir ao tráfego direto de veículos relaciona diferentes tipos funcionais de rodovias. Acessibilidade está relacionada com a função da rodovia secundária de ligação entre as vias de categorias inferiores e o sistema viário principal. Mobilidade é considerada a facilidade dos deslocamentos no sistema viário (DNER/IPR, 1999a).

Segundo classificação funcional do manual citado, a rede rodoviária brasileira está dividida em sistemas - local, coletor e arterial. O Sistema Arterial deve proporcionar principalmente a função mobilidade, os Sistemas Coletor e Local devem proporcionar acesso aos locais de maior fluxo de tráfego.

A partir das considerações relatadas sobre acessibilidade e mobilidade, elaborou-se para este estudo de travessias urbanas em rodovias arteriais que:

- a) Mobilidade está associada à capacidade do sistema viário de atender à demanda do tráfego direto superando as dificuldades no deslocamento, e;
- b) Acessibilidade está relacionada com a facilidade ou dificuldade de aproximação às atividades urbanas e propriedades ao tráfego local, superando a divisão espacial.

Nas rodovias arteriais que atravessam áreas urbanizadas, o grau de mobilidade é variável, pois a fluidez nestes segmentos da rodovia depende da variação do fluxo de passagem e do maior uso da rodovia para fins de acesso pelo trânsito urbano. Quando o volume de veículos e

pedestres do trânsito local é intenso na hora pico, o tráfego da rodovia se obriga a adequar o ritmo da viagem.

As condições físicas inadequadas de acessos, estacionamentos e passagens de pedestres nas travessias urbanas influenciam os fatores de mobilidade e acessibilidade na operação de tráfego da rodovia.

Os estabelecimentos instalados, muitas vezes sem autorização dos órgãos responsáveis pela rodovia, não seguem padrões construtivos adequados de acessos às propriedades, provocando dificuldades ao veículo no ingresso e egresso. A ausência de estacionamentos junto aos estabelecimentos comerciais induz o motorista a utilizar o acostamento para tal finalidade, gerando condições inseguras ao usuário que está se deslocando na rodovia. Os veículos estacionados no acostamento dificultam a visibilidade do motorista do tráfego de passagem e podem provocar surpresas decorrentes de manobras para estacionar.

Da mesma forma, as travessias de pedestres em pontos disseminados no segmento da rodovia proporcionam desconforto aos motoristas, ocasionando freadas bruscas, colisões e atropelamentos. A circulação desordenada de pedestres, ciclistas, animais, carroças, tratores e, de veículos influenciam nas condições do tráfego de passagem, pois compartilham do mesmo espaço em velocidades e ritmos completamente diferentes.

O maior número de entroncamentos e cruzamentos de ruas com o segmento rodoviário e o péssimo estado de conservação das vias da cidade levam os veículos locais a utilizar a rodovia para pequenos deslocamentos. O tráfego de passagem ocorre em altas velocidades, enquanto que o tráfego local movimenta-se em velocidades menores, dificultando a fluidez na rodovia e expondo os usuários ao risco de acidentes. Segundo Braz (1994), a causa principal de acidentes em rodovias decorre das diferenças de velocidades, resultado de entradas e saídas e interconexões em geral.

Destaca-se, também, a circulação de transporte coletivo e de transporte intermunicipal que utilizam a rodovia como parte do itinerário. A operação de embarque e desembarque de passageiros junto ao acostamento caracteriza-se pelos movimentos de aceleração, de desaceleração e de parada do veículo, necessitando de condições especiais. A carência destas condições provoca interferência na fluidez do tráfego, induzindo freadas bruscas dos veículos da rodovia, provocando filas, por conseguinte, transtornos aos usuários e risco de acidentes.

A legislação brasileira preconiza as seguintes atividades para atingir melhores condições operacionais para as travessias urbanas (DNER/IPR, 1996a):

A autorização de acessos e travessias de pedestres só deverá ser concedida após análise criteriosa da localização destes pontos, tendo em vista, as conveniências da rodovia, as características da malha viária local e as trajetórias de pedestres;
O impedimento do acesso de veículos e pedestres fora dos pontos selecionados, utilizando-se obstáculos físicos (defensas, gradis, vegetação, etc) e;
Eliminação da interação do tráfego local com a longa distância, mediante a criação de pistas laterais, ou realizando melhoramentos nas vias internas da área urbana.

4.2 SEGURANÇA DOS USUÁRIOS

De maneira geral, a preocupação com a segurança e o conforto dos usuários nas estradas concentrou-se nos pontos de acidentes. A relação funcional conflitante entre mobilidade e acessibilidade nas travessias urbanas caracteriza um ambiente de risco potencial de acidentes, sendo necessário o empenho da engenharia rodoviária para melhorar as condições no ambiente aos usuários.

Nesta etapa, são abordados alguns conceitos, estudos e práticas de engenharia, com foco nas questões que envolvem a segurança dos usuários nas travessias urbanas. Optou-se em dividir em duas seções:

- a) ocorrência de acidentes, devido a maior probabilidade de acidentes nas travessias urbanas. Nesta seção, relacionam-se algumas atividades aplicadas à engenharia rodoviária que visam a prevenção de acidentes nestes locais.
- b) velocidade veicular, pois é um elemento chave na segurança do tráfego nas travessias urbanas.

4.2.1 Ocorrência de Acidentes

O crescimento da frota de veículos no país acarretou um acréscimo considerável da taxa de acidentes. Desde 1978, a Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito (DEST) se preocupa com a quantificação econômica das conseqüências dos acidentes de trânsito e com a obtenção de elementos capazes de revelarem as áreas de segmentos críticos, locais onde ocorrem acidentes com uma certa freqüência e que deverão sofrer intervenções. Entre estes segmentos críticos encontram-se as travessias urbanas na rede rodoviária.

Bella e Bidone (1993) afirmam que o monitoramento e identificação dos pontos críticos de acidentes na rodovia, visando a sua eliminação, são fundamentais à segurança da população nas travessias urbanas e à segurança de usuários da rodovia na fase de operação.

Os acidentes e suas conseqüências, segundo Baginski apud Didoné (2000) não podem ser totalmente eliminados, mas podem ser reduzidos através de medidas de engenharia de tráfego que visam proporcionar um sistema viário bem planejado e bem operado.

O documento do DNER/IPR (1998) apresenta uma série de procedimentos visando auxiliar os técnicos na análise e proposição de medidas mais adequadas para a redução de acidentes. Este guia propõe atividades relacionadas ao monitoramento constante das características físicas e operacionais da rodovia e proposições de soluções típicas para as rodovias brasileiras. Com base nos problemas mais comuns em um determinado local e nos tipos de acidentes, o guia apresenta um quadro de possíveis tratamentos, incluindo as travessias urbanas. Para as travessias urbanas de pequenas cidades reporta-se a adoção de medidas, que promovam a redução de velocidade do tráfego direto e a atenção do usuário da rodovia na passagem pelo ambiente urbano.

Nodari (2003) relata em seu trabalho os elementos do tráfego - a via, o usuário e o veículo - e as respectivas interações que exercem influência nos acidentes viários, bem como as duas categorias distintas no gerenciamento da segurança viária: ações reativas (correções) e pró-ativas (precauções). A idéia de um programa de segurança viária reativo concentra-se em tratamentos de correções no ambiente da via, enquanto que a idéia de segurança viária pró-ativa aborda a prevenção de acidentes através da análise e tratamento dos locais da via que apresentam provável risco de acidentes.

Ao longo dos anos, os projetos rodoviários vêm integrando a abordagem de segurança viária pró-ativa e de um sistema de transporte sustentável (TALENS, 1999). O autor descreve os seguintes princípios para atingir condições adequadas de segurança na via:

- a) Uso funcional: evitar o uso incorreto da via, por exemplo: prevenir manobras repentinas no ambiente da via;
- b) Uso homogêneo: prevenir bruscas variações de velocidade, direção e volume;

- c) Uso previsível: evitar componentes na via que gere a dúvida do usuário, relativo ao comportamento do usuário no trajeto.

Com base nestes três princípios, Talens (1999) relata critérios de projeto capazes de obter condições de segurança viária sustentável em rodovias para o sistema rodoviário na Holanda, detalhado em seu trabalho. Talens (1999) visa proporcionar instrumentos às autoridades rodoviárias planejarem uma rede segura. Destacam-se duas situações relacionadas com travessias urbanas.

O Quadro 2 sintetiza estes critérios de projeto para diferentes situações, derivados dos três princípios básicos de Segurança Viária Sustentável.

Situação	Crítérios
Trajetos de transição entre a área urbana e área rural da rodovia (segmento de aproximação à travessia urbana)	<ul style="list-style-type: none"> – Os usuários motorizados devem ser capazes de identificar as condições de operação do tráfego ao ingressar na travessia urbana – A travessia urbana é facilmente reconhecida – A entrada na zona é integrada na paisagem da área urbana – Os dispositivos projetados devem ser uniformes nas travessias urbanas de uma mesma rodovia – O projeto induz a velocidade a ser adotada pelo motorista – A diferença máxima de velocidade entre a situação fora da cidade e dentro da cidade não deve ultrapassar a 30 km/h – A zona de transição não deve oferecer restrições a dirigibilidade do usuário – O motorista deve ser capaz de identificar e seguir as medidas de tráfego indicadas sem dificuldade no percurso – O volume de tráfego determinará a concepção do projeto a ser adotada para o ambiente
Rodovia inserida na área urbana (segmento da travessia urbana)	<ul style="list-style-type: none"> – Velocidade limite entre 50 km/h e 70 km/h – Sinalização horizontal separando os fluxos das faixas de rolamento – Pista com revestimento – Limitações e controles de acessos – Combinações de dispositivos para as travessias de pedestres e ciclistas com as interseções – Proporcionar baias para paradas de ônibus – Propor locais de estacionamento específicos nas áreas urbanizadas sem interferir na rodovia – Faixas especiais para ciclistas separadas das faixas de rolamento para veículos – Adoção de inibidores de velocidade nas interseções – Postes de iluminação com ao menos 6 metros de altura ao longo do segmento

Quadro 2 – Critérios para Segurança Viária Sustentável em Travessias Urbanas

Outra atividade relacionada ao Gerenciamento da Segurança Viária é a Auditoria de Segurança Viária (ASV), usualmente realizada em países como Inglaterra, Dinamarca, Canadá, Austrália e Nova Zelândia.

A ASV tem como objetivo prevenir acidentes em vários estágios, desde a fase de concepção de projeto até a fase de operação da via. Através de *checklists* formais e sistematizados, o examinador avalia o potencial de acidentes dos diversos tratamentos físicos e das condições operacionais para uma via, resultando em um relatório de diagnósticos, prognósticos e recomendações para eliminar as deficiências (LINDAU e NODARI, 2001).

Tabela 3 - Estágios Recomendados para a Realização de ASV em diversos Tipos de Projetos - adaptado de Hildebrand e Wilson (1999) apud Lindau e Nodari (2001)

<i>Estágios da ASV</i>					
<i>Tipo de projeto</i>	<i>Viabilidade</i>	<i>Projeto Preliminar</i>	<i>Projeto Definitivo</i>	<i>Pré-Abertura</i>	<i>Vias em operação</i>
Novas rodovias principais	■	■	■	■	■
Novas rodovias secundárias		■	■	■	■
Grandes modificações na via		■	■	■	
Pequenas modificações na via		■	■		
Moderação do tráfego (Medidas Moderadoras do Tráfego)			■	■	■

Fonte: LINDAU, L. A.; NODARI, C. T. Auditoria da Segurança Viária – Transportes - v. 9, n. 2, p. 54, 2001

A aplicação da ASV para cada estágio possibilita diferentes medidas preventivas de acidentes, exigindo do auditor (ou equipe de auditores) conhecimento técnico e experiência sobre questões de segurança, tráfego e estatística de acidentes.

Ross *et al* (1991), no guia para planejadores e engenheiros, denominado de *Transport and Road Research Laboratory* (TRRL), reporta-se à necessidade da avaliação formal da segurança como instrumento para elaboração de planejamentos, projetos e operação de rodovias e, para melhoramento de pontos críticos.

No Brasil, o Guia de Redução de Acidentes com base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo (DNER/IPR, 1998) propõe identificar os problemas mais críticos e selecionar as medidas de baixo custo mais adequadas, através de *checklist* em quatro situações na rodovia: travessias urbanas, interseções, curvas, pontes e viadutos.

Outra técnica importante no gerenciamento da segurança viária através de ações pró-ativas é a análise de conflitos de tráfego. A técnica envolve estimar a distância do ponto provável do acidente, a velocidade no momento da ação evasiva e determinar o tempo mínimo para o momento do acidente e o nível do conflito (grave ou leve). A aplicação requer observações e descrição do “quase acidente” que possa ocorrer entre os usuários da via num determinado local. Framarim (2003) relata as técnicas de análise de conflito de tráfego, em seu trabalho, incluindo a aplicabilidade no Brasil.

Nodari (2003) menciona que o conflito de tráfego possibilita coletar maior número de dados em um curto tempo para o desenvolvimento de análises, devido a observações de manobras evasivas realizadas pelo motorista para evitar a colisão e não pelo próprio acidente. A técnica é bem sucedida na análise de interseções, portanto aplicável às travessias urbanas.

4.2.2 Velocidade Veicular

Nas rodovias arteriais que atravessam áreas urbanizadas, o fluxo de passagem é obrigado a adequar o ritmo da viagem e a velocidade, devido às condições de mobilidade e acessibilidade que a rodovia assume no compartilhamento do espaço para os deslocamentos de seus usuários. A rodovia necessita compatibilizar a operação do tráfego de passagem ao fluxo de velocidades baixas ao longo do segmento com a finalidade de reduzir o risco de acidentes, principalmente aos habitantes da cidade.

A velocidade deve ser compatível com as condições e circunstâncias do local, de forma que o motorista possa reduzi-la sem provocar transtorno ao fluxo de veículos. Uma velocidade incompatível as condições locais em uma área urbana, torna-se um elemento crítico na segurança dos usuários. Os efeitos da velocidade estão relacionados diretamente a taxa de acidentes, o grau de severidade destes acidentes e o comportamento do usuário motorizado.

Quanto maior a velocidade, maior a capacidade de destruição. A energia do choque resultante de uma colisão corresponde em uma energia dissipada a 20 km/h, 16% da energia dissipada a

50 km/h. Esta capacidade destrutiva explica a mortalidade por atropelamentos para diferentes velocidades (ALDUÁN, 1998).

Tabela 4 – Velocidade de Colisão X Probabilidade de Vítimas

<i>Velocidade de colisão (km/h)</i>	<i>Probabilidade de vítimas fatais (%)</i>
80	100
60	85
40	30
20	10

Fonte: ALDUÁN, A. S. Calmar el Tráfico. 2º ed. Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección general la Vivenda, la Arquitectura y el Urbanismo, Centro de Publicaciones, 1998

A relação entre a velocidade e segurança decorre da dispersão ou variância da velocidade dos veículos no fluxo. Ogden (1996) cita vários autores que relataram a chance de envolvimento em acidentes, seguindo uma distribuição assimétrica tipo U. A Figura 3 apresenta esta distribuição, indicando que o mínimo de acidentes ocorre quando o veículo se encontra entorno da velocidade média ou ligeiramente acima. A probabilidade de acidentes aumenta, quando o veículo em viagem se encontra significativamente acima ou abaixo da velocidade média do fluxo.

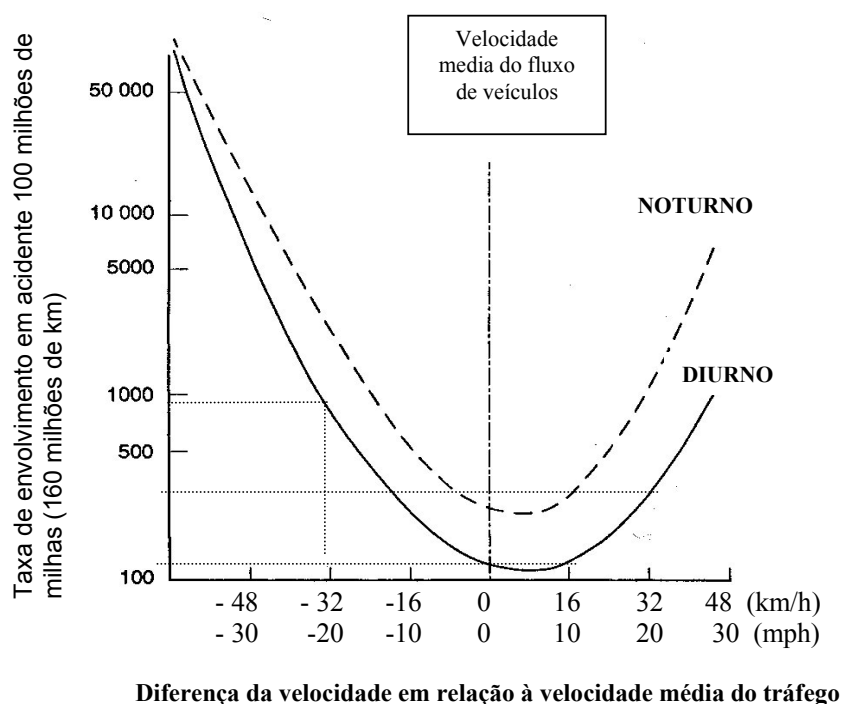


Figura 3 – Relação Velocidade e Acidentes

Fonte: OGDEN, K. W. Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering. Melbourne/AU, p.335, 1996

Lay apud Ogden (1996) cita os fatores, decorrentes de altas velocidades, que contribuem para o risco de acidentes e para o acréscimo de número de mortos em acidentes.

- a) Os veículos tornam-se menos estáveis.
- b) O motorista tem menos tempo para reações perante o conflito.
- c) Outros usuários da via também possuem menos tempo para reagir frente ao perigo.

O autor relata que em áreas urbanas ocorrem duas situações de acidentes em consequência da velocidade. O excesso da velocidade, além da velocidade limite indicada, ou por uma velocidade limite imprópria ao segmento, envolvendo acidentes com motoristas e passageiros dos veículos. A outra situação envolve pedestres e ciclistas, mesmo quando o motorista obedece à velocidade limite.

A determinação da velocidade limite aplicada nas travessias urbanas contribui para disciplinar e acomodar o fluxo de veículos na via, por conseguinte reduzir a exposição dos usuários à probabilidade de acidentes.

O sistema desenvolvido pela *Australian Road Research*, Jarvis e Hoban apud Ogden (1996) considera os seguintes fatores na determinação da velocidade limite para o segmento da rodovia:

- a) ambiente rodoviário: classificação da rodovia, número e largura das faixas de rolamento, presença de passeios e vias laterais, existência de acostamento, alinhamento vertical e horizontal da rodovia;
- b) ambiente das áreas adjacentes a rodovia: a densidade populacional, identificação dos pontos de maior movimentação de pedestres, tais como: escolas, residências e comércio;
- c) usuários e seus movimentos: veículos leves, ônibus, caminhões, ciclistas e pedestres, estacionamentos, tráfego na hora pico, tráfego de viagens de passeio;
- d) velocidade usual: média da velocidade 85 percentil da velocidade;
- e) histórico de acidentes: relatórios de velocidade, problemas de segurança viária, estatísticas;
- f) velocidade utilizada em faixas adjacentes a rodovia: comprimentos das faixas de ingresso e egresso;

LAY, M. G. Handbook of Road Technology, p. 363. London, 1986.

JARVINS, Jr.; HOBAN, C. J. Vlimits: An expert system for speed zone determination in Victoria, ARRB Research Report ARR 155, p. 46. Melbourne/AU, 1988.

g) Outros fatores: interseções, escolas, travessias de pedestres e alinhamento da rodovia.

Várias técnicas são desenvolvidas com foco na redução e controle de velocidades, visando restaurar e permitir a segurança das viagens. Nas travessias urbanas em países do Reino Unido e nos Estados Unidos são aplicadas técnicas de moderação de tráfego, conhecida como Medidas Moderadoras do Tráfego, com a finalidade de harmonizar e acomodar as funções das vias locais e da rodovia com o fluxo de passagem, reduzindo a exposição e conseqüências de acidentes (SKENE, 1999).

Ross *et al* (1991) salienta a importância na implementação de medidas para redução de velocidade do tráfego de passagem nas travessias urbanas como prevenção aos riscos de acidentes. É necessário alertar ao motorista através de sinais e utilizar-se de dispositivos para conduzir gradualmente esta redução de velocidade indicando a utilização de dispositivos para tal finalidade.

Entre outros dispositivos, o uso de fiscalização eletrônica disseminou-se rapidamente no mundo, especialmente nas cidades, também de maneira a minimizar as elevadas taxas de acidentes e disciplinar as velocidades de deslocamentos dos veículos. No Brasil, este conceito no setor rodoviário está em fase mais incipiente que em grandes centros urbanos, contudo, em travessias urbanas, registram-se algumas experiências bem sucedidas (CARNELL e GOLD, 2001, p.33-39), tais como:

- a) Programa de lombadas eletrônicas do DNIT, o exemplo na travessia urbana de Curitiba, Paraná, devido à instalação de lombada eletrônica nas proximidades do km 86 e km 94 da BR-116/PR, foi constatado uma redução de 57% na média mensal de acidentes ao longo do segmento, dados relativos ao período entre 1998 e 1999, fornecidos pela Polícia Rodoviária Federal;
- b) Programa de Fiscalização Eletrônica do DAER/RS, que consiste em “placas inteligentes”, um sensor de avanço de sinal (Caetano), 25 radares do tipo pardal e 19 lombadas eletrônicas, implantados nas rodovias do Estado apontam resultados positivos. Segundo dados do DAER/RS, não houveram feridos envolvidos em acidentes na travessia urbana de Butiá localizada na rodovia BR-290/RS em 1999. Entre o período de 1997 a 1999 ocorreu a redução de 100% do número de feridos e, 42% no número de veículos envolvidos em acidentes.

5 PROJETOS DE TRAVESSIAS URBANAS

Este capítulo apresenta as diretrizes, critérios e soluções adotadas em projetos de travessias urbanas no Brasil e em outros países, que visam melhorar a operação do tráfego, restaurar a qualidade de vida das comunidades e a segurança dos usuários.

5.1 MEDIDAS FÍSICAS E OPERACIONAIS NO BRASIL

A legislação brasileira vigente identifica nas travessias urbanas a ocupação do uso do solo, a segregação urbana e a intrusão visual como impactos negativos de maior significância ao desempenho da rodovia (DNER/IPR, 1996b). Propõe, também, alguns critérios e possíveis soluções para elaboração de projetos com a finalidade de mitigação ou eliminação desses impactos. Os projetos de engenharia nas travessias urbanas devem atender os objetivos básicos e as diretrizes dispostas neste manual.

5.1.1 Objetivos Básicos de Projeto

- a) Adequação do planejamento e da operação das rodovias, de modo a integrá-las ao espaço urbano, minimizando os impactos negativos, tais como seccionamento, ruídos e acidentes.
- b) Reordenamento do uso do solo na área de influência da rodovia.
- c) Compatibilização das redes viárias, local e regional.
- d) Preservação da capacidade da rodovia e manutenção de padrões aceitáveis de operação em termos de fluidez e segurança.

5.1.2 Diretrizes dos Estudos e Projetos

- a) Os resultados obtidos deverão atender simultaneamente ao setor rodoviário e à comunidade, o que pressupõe a participação desta na tomada de decisões.

- b) Os projetos deverão se desenvolver em estreita articulação com as entidades locais, prevendo-se a participação dos diversos níveis de governo nos investimentos necessários à sua implementação.
- c) As soluções de baixo custo deverão ser aplicadas, reduzindo-se os investimentos nas vias marginais e nas que necessitem duplicações.
- d) O governo local deverá assegurar o controle do uso do solo nas áreas lindeiras, visando a sua preservação funcional.
- e) A proteção dos trechos rodoviários urbanos deverá ser efetiva por controle de acessos e de hierarquização do sistema viário local na área de influência da rodovia.
- f) As manobras deverão ser permitidas nas interseções e nos acessos autorizados, impondo-se graus de bloqueio ao trecho.

O tratamento diferenciado é necessário para ordenar e acomodar o tráfego de passagem e o tráfego local nas travessias urbanas. A intervenção na travessia urbana deve ser precedida por estudos preliminares e levantamentos que indiquem informações de modo a priorizar as ações e os tratamentos a serem desenvolvidos. Estes levantamentos na elaboração do trabalho técnico devem contemplar:

- a) caracterização dos trechos de conflitos;
- b) volume de tráfego, por categoria de veículo, em cada trecho ou subtrecho;
- c) número e gravidade dos acidentes, por tipo, em cada subtrecho ou ponto crítico;
- d) existência de projeto de ampliação de capacidade para o trecho e grau de comprometimento do referido projeto.

O tratamento de travessias urbanas no Brasil visa principalmente: reduzir acidentes, segregar o tráfego de passagem, criar canais de acessibilidade às atividades urbanas com segurança para a comunidade e para os usuários da rodovia. Quanto ao crescimento urbano, a legislação brasileira se destina a controlar acessos e definir maior largura para a faixa de domínio da rodovia como parte dos projetos rodoviários, e estabelecer entendimentos com as autoridades municipais para coibir a ocupação urbana desordenada. O Quadro 3 apresenta as medidas de intervenções que possibilitam minimizar os problemas nas travessias urbanas citadas em legislação brasileira.

Medidas	Proposições
Estudos Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento do campo: - Interseções existentes; - Altimetria e planimetria do traçado existente; - Condições das ruas e tráfego da área de influência; - Pavimento existente; - Drenagem existente; - Vias laterais existentes; - Sinalização existente; - Locais geradores de tráfego; - Estacionamentos existentes; - Paradas de ônibus existentes; - Ponto de táxi e de carga e descarga; - Fluxos de pedestres e veículos, ciclistas, veículos de tração animal - Limitações de visibilidade; - Limite da faixa de domínio materializada; - Ingressos e egressos do tráfego urbano; - Pontos críticos e registros de acidentes. - Cadastro de propriedades e benfeitorias; - Existência de plano diretor e projetos municipais; - Projetos de acessos e de ampliação de empresas existentes nas áreas de influência.
Físico-operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Rótulas; - Passarelas; - Passagens inferiores; - Semáforos; - Ondulações transversais; - Sonorizadores; - Balizamento; - Barreiras de segurança; - Pavimentação diferenciada; - Vedação da faixa; - Remanejamento de acessos; - Mudança de circulação em vias paralelas e transversais ao segmento; - Local para estacionamento e de parada para carga e descarga; - Paisagismo; - Alterações na geometria viária; - Iluminação na via; - Sinalização convencional de regulamentação, advertência e indicação; - Sinalização não-convencional de advertência e indicação
Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> - Legislações Municipais; - Audiências públicas para participação da comunidade; - Medidas de interdição com definições de: áreas non aedificandi, usos não permitidos, tamanhos de lotes para parcelamento, - Taxa de ocupação, índice de aproveitamento e gabarito que limitem a intensidade de uso, recuos e afastamentos restritivos, gabarito da via lateral a faixa de domínio, plano viário municipal, consulta prévia antes de efetivar construções urbanas. - Monitoramento das tendências de desenvolvimento socioeconômicas da comunidade

Quadro 3 – Medidas para Projeto de Travessias Urbanas

5.2 MEDIDAS ADOTADAS EM TRAVESSIAS URBANAS NO BRASIL

Os órgãos públicos rodoviários não regulamentaram um manual de projeto e práticas para as travessias urbanas. Desta forma, as informações relacionadas às travessias urbanas se encontram disseminadas em diversos manuais de projeto do DNIT. Esta seção apresenta os tipos de medidas mais freqüentemente adotados em travessias urbanas no Brasil, citados nos manuais e apresentados em projetos executivos consolidados. É importante mencionar que os vários tipos de medidas adotados no Brasil são aplicados em combinações adequadas para cada situação de travessia urbana.

Rua lateral: São vias paralelas à pista principal da rodovia destinada a atender o tráfego local da área urbanizada denominadas de ruas laterais. Normalmente, as ruas laterais são instaladas em ambos os lados da rodovia compreendendo de passeios, canteiros laterais ou estruturas de separação do tráfego de passagem e, locais de ingressos e egressos disciplinados.

Interseções em Nível: As interseções em nível são projetadas em função dos movimentos dos veículos que circulam em um determinado local. Estes movimentos podem ser de cruzamentos, convergências, divergências e entrecruzamentos. A escolha da interseção depende dos conflitos oriundos dos movimentos dos veículos, das condições topográficas locais, do volume e composição do tráfego e dos recursos financeiros disponíveis. Em travessias urbanas apresentam-se tipo gotas com ilhas nas vias secundárias e canteiro central na via principal com faixas e ramos canalizando e ordenando o trânsito dos veículos. As interseções em nível adaptam-se a projetos que necessitam de 5 ou mais ramos de aproximação.

Rótula Cheia ou Rotatória Alongada: são interseções em nível que exigem baixas velocidades de operação pelos veículos que a circulam.

Interseções em Desnível: São viadutos e vias de passagens inferiores com a finalidade de separar totalmente o tráfego entre a via principal e a via secundária. Oferecem maior segurança que as interseções em nível pela ausência de conflitos diretos e pelo número de ramos de acesso, entretanto são esteticamente agressivos à paisagem urbana.

Retornos Operacionais: Estes dispositivos permitem a circulação do veículo para o sentido oposto. Geralmente são utilizados em travessias urbanas de pista dupla entre as aberturas do

canteiro central. O principal objetivo do retorno operacional é regular e controlar os acessos do tráfego local e de deslocamentos menores na rodovia.

Passarelas e Travessias de Pedestres em Passagens Inferiores: São obras utilizadas em locais de maior fluxo de travessias de pedestres. Exigem rampas ou escadas de acesso à passagem, contudo evitam a interferência direta do pedestre no fluxo de veículos.

Travessias de Pedestres em Nível: São passagens marcadas no pavimento transversalmente ao eixo da via com a finalidade de conduzir os pedestres. Estes locais necessitam sinal de advertência e sinal de regulamentação. As travessias de pedestres em nível devem estar associadas a dispositivos de redução de velocidade ou com semáforos. A pintura no pavimento é composta por linhas de cor branca paralelas entre si e ao eixo da rodovia com largura e espaçamento entre elas de 0,40 m e comprimento de 4 m, estendendo-se pelo acostamento quando este for pavimentado. A linha de retenção posicionada transversalmente a pista deve acompanhar estas linhas de travessias de pedestres a 1,20 m indicando o local de parada do veículo.

Sonorizadores: São dispositivos de alerta ao motorista capazes de melhorar a percepção do condutor quanto às mudanças na via por meio de trepidações. Os dispositivos instalados no pavimento são barras com altura de 20 mm espaçadas de 100 mm dispostas transversalmente em toda a largura da pista.

Ondulações Transversais: São dispositivos físicos com a finalidade de reduzir a velocidade dos veículos, precedendo locais de travessias de pedestres em nível. Estes dispositivos devem estar associados a sinais de regulamentação e advertência e exigem velocidades abaixo de 30 km/h. As ondulações transversais são instaladas sobre o pavimento em cor diferenciada a uma altura máxima de 0,10 m e largura variando entre 0,80 e 3,70 m ocupando toda a pista.

Sinalização Convencional de Regulamentação, Advertência e Indicação: Sinalização vertical e horizontal destinadas a transmitir as informações de operação do segmento para os veículos, ciclistas e pedestres. Seguem as normas e especificações de projeto do manual DNER/IPR (1999c) e Código Brasileiro de Trânsito.

Setas e Legendas na Pista: São marcações no pavimento que suplementam as mensagens dos sinais empregados para informar o usuário da via. As setas permitem ordenar e canalizar o fluxo de tráfego nas aproximações das interseções e acessos. As legendas são marcações no

pavimento compostas de letras e números com a finalidade de orientar, advertir e regulamentar as condições de operação da via.

Tachas e Tachões Refletivos: São dispositivos auxiliares à sinalização horizontal. Esses elementos são constituídos por superfícies refletivas, aplicados no pavimento sobre as linhas de pintura longitudinal. Permitem ao motorista melhor visibilidade das condições de operação. Destinam-se a separar as faixas de rolamento quando colocadas no eixo da rodovia e, nas bordas definem o limite entre a faixa e acostamento. Os tachões são utilizados principalmente na canalização do tráfego de veículos. Suas dimensões básicas seguem: tachas de forma quadrada, 100x100mm com altura de 19mm e tachões em forma retangular, 160x250mm com altura de 50mm.

Sinais de Indicação do Perímetro Urbano: Sinalização vertical posicionada na entrada das travessias urbanas, informando ao motorista a extensão a ser percorrida e identificando o local.

Dispositivos Eletrônicos de Controle da Velocidade: São equipamentos eletrônicos que contribuem para a redução de acidentes, promovendo a redução da velocidade operacional dos veículos e a efetiva segurança nas rodovias. Atualmente são adotados os seguintes tipos:

- a) Controlador Eletrônico Ostensivo de Velocidade: mais conhecido como Lombada Eletrônica. São equipamentos fixos com indicadores luminosos de velocidade e instalados, ao lado da pista ou em canteiro central, tipo torre ou sobre a rodovia, tipo pórtico. Estes equipamentos são utilizados em pontos críticos da rodovia, principalmente em travessias urbanas nos locais de maior movimentação de pedestres - escolas, hospitais, fábricas entre outros. Reduzem a velocidade no local em que estão instalados. Possuem sensores que detectam a passagem do veículo e possibilitam identificar o veículo infrator, através de câmera que registra e armazena os dados;
- b) Controlador Eletrônico Discreto de Velocidade: popularmente conhecido como Pardal. São equipamentos eletrônicos destinados a controlar um segmento ou um trecho da rodovia. Sua principal finalidade é disciplinar o usuário à obediência aos limites de velocidades regulamentadas para a rodovia, podendo ser velocidades baixas ou altas. Estes equipamentos são micro câmeras de vídeo, posicionadas de maneira a registrar a imagem dos veículos que excedem a velocidade permitida. Possuem sensores instalados no pavimento que detectam a passagem dos veículos.

Sinalização Semafórica: Constitui-se de um instrumento para o controle total do tráfego de veículos e de pedestres. Sua utilização em uma rodovia está relacionada à densidade da urbanização, volume mínimo de pedestres, taxas de acidentes, interrupção do tráfego e volume veicular mínimo. Requisitos mínimos devem ser avaliados para sua instalação (DNER/IPR, 1999c):

- a) volumes médios de tráfego que se interceptam no período de 8 horas de um dia da semana comparados com volumes mínimos da via principal e da via secundária;
- b) a existência da travessia de no mínimo 190 pedestres em qualquer hora do dia da semana e ocorrência de acidentes no local;
- c) fluxo de cruzamento de veículos cerca de 80% dos valores limites definidos na norma.

Iluminação: A iluminação nas travessias urbanas proporciona condições mais seguras no período noturno. Geralmente é instalada nos principais acessos e interseções ao longo do segmento.

Vegetação: A utilização de vegetação integra a rodovia ao ambiente urbano melhorando o impacto visual. Também, os arbustos são elementos que produzem efeitos contra ofuscamento, de proteção ao ruído, alinhamento e estreitamento de via.

5.3 MEDIDAS MODERADORAS DO TRÁFEGO ADOTADAS EM TRAVESSIAS URBANAS NA EM OUTROS PAÍSES

Apresenta-se a seguir uma descrição sucinta de alguns dos tipos de medidas moderadoras do tráfego, usualmente aplicados em travessias urbanas na Europa.

Existe uma grande variedade de medidas projetadas para reduzir a velocidade dos veículos, melhorar a segurança e mudar para um comportamento moderado de dirigir. Kraus (1995) e Barbosa (2001) mencionam que os vários tipos de medidas alcançam os efeitos desejados em combinações no ambiente e, que dificilmente estas medidas são eficientes isoladamente.

A combinação de medidas vai depender das características da travessia urbana, volumes de tráfego, densidade da população da comunidade e das restrições da área urbana, pelos cruzamentos de vias e de propriedades no entorno da rodovia.

Ondulações de Seção Arredondada: Esses dispositivos são similares aos adotados no Brasil. São lombadas instaladas sobre a via em toda largura da faixa de rolamento com objetivo de redução da velocidade atingindo 30 a 35 km/h. Geralmente são construídos em material asfáltico variando de altura entre 5 a 7,5 cm, normalmente utilizado em conjunto com outras medidas físicas. Para desestimular a aceleração do veículo ao longo de um segmento são instalados com espaçamento entre 50-60 m.

Como indicadores de espaçamento, são utilizadas as seguintes equações na relação da velocidade e a separação das ondulações, baseadas nas velocidades no ponto médio entre as ondulações implantadas em várias cidades inglesas (BARBOSA, 2001).

$$V_{méd} = 19,36 + 0,147 S \quad r = 0,87$$

$$V_{85} = 26,77 + 0,139 S \quad r = 0,80$$

onde: $V_{méd}$, a velocidade no ponto médio entre as ondulações em km/h;

V_{85} , velocidade do percentil 85 no ponto médio entre ondulações em km/h;

S , a separação em metros, e;

r , o coeficiente de correlação.

Sonorizadores: São barras pequenas de efeito de vibração e efeito sonoro, com o objetivo de advertência ao motorista à existência de mudanças no uso da via. São construídos transversalmente ao eixo da faixa de rolamento em coloração diferenciada do pavimento. Também é utilizado em conjunto com outras medidas, sendo a localização apropriada para sua instalação de 50m antes do local ao qual está associado. As dimensões de sonorizadores variam entre os países, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Dimensões para Sonorizadores

Dimensões	Inglaterra	Dinamarca	Holanda (1)	Brasil (3)
Altura	7-15 mm (2)	15-30 mm	20-50 mm	20 mm
Largura e espaçamento das barras	50-200 mm	0,1-1,0 m		
Espaçamento entre os grupos de barras	20-30 m		20-30 m	10 m
Comprimento dos grupos de barras	2,5-6,0 m		3,0-6,0 m	5,0 m

(1) dimensões não devem ser usados em vias arteriais nem em rotas de ciclistas

(2) altura máxima regulamentada

(3) conforme GEIPOT(1985)

Fonte: BARBOSA, H. M. Técnicas de Moderação de Tráfego e Gerenciamento Ambiental, Curso de Moderação de Tráfego/UFRGS. Porto Alegre, 2001

Chicanas: Pontos de estreitamento de vias que provocam um deslocamento em zig-zag no percurso e conseqüentemente reduzem a velocidade, eliminam o caráter linear de um segmento da via.

Estreitamento de pista: A finalidade do estreitamento é limitar a velocidade e as ultrapassagens de veículos, permitindo a passagem de veículos a baixa velocidade. O efeito de estreitamento da via pode ser provocado pela implementação de vegetação, passeios, faixas de pavimento diferenciado, pintura horizontal e canteiros.

Sinalização horizontal e vertical: São sinais adicionais além da sinalização convencional para identificar os pontos de mudança no trajeto, tais como; pontos de travessias de pedestres e ingressos de veículos. Também provocam efeito de estreitamento da via e canalização do fluxo de tráfego.

Ilhas, canteiros, refúgios: Dispositivos utilizados para provocar o efeito de estreitamento na via e, conseqüentemente reduzir a velocidade dos veículos.

Vegetação/arborização: Elementos paisagísticos agradáveis ao ambiente utilizados para definir espaços e funções urbanas. Para não comprometer a visibilidade de motoristas e pedestres, a altura adequada dos arbustos não deve exceder a 0,75 m. Em portais de entrada nas travessias urbanas contribui para a mudança de caráter da via, podendo-se adotar elementos verticais de maior porte e relativamente de baixo custo.

Faixas de alinhamento: São marcações na via alcançando o efeito de estreitamento da via, sendo utilizado a pintura de faixas, texturas e cores diferentes de revestimento entre vias e acostamentos. Também são utilizados passeios proporcionando conforto ao pedestre.

Rotatórias e mini-rotatórias: Tipo de interseção circular que possui a função de canalizar e ordenar o fluxo de tráfego, reduzindo velocidades e permitindo conversões. Podem ser construídas com canteiros, meio-fio ou simplesmente pintadas sobre a via com tachões refletivos.

Mudança de revestimento: O tratamento diferenciado no pavimento é geralmente usado para definir entradas e alertar mudanças no ambiente associado a outro dispositivo. Produz contrastes entre os espaços e seus usos distintos.

Portais de entrada: São elementos de advertência construídos para identificar a entrada da rodovia na cidade, alertando aos motoristas das restrições na área urbana e informando a velocidade permitida no segmento. Os portais podem definir estreitamento da via e provocar a redução da velocidade. São caracterizados normalmente por elementos verticais, vegetação, totens e pórticos, associados à sinalização horizontal e vertical, texturas diferenciadas de pista e legendas estampadas na via.

Mobiliário urbano: O mobiliário urbano é composto por diversos elementos construídos com a finalidade de aumentar a segurança e conforto do pedestre e ciclista. Os equipamentos mais usuais são grades, balizadores, bancos, bicicletários, sinalização de orientação e totens em locais de maior concentração na movimentação de pedestres.

Iluminação: Indicada para todo o segmento da travessia urbana permitindo os deslocamentos com segurança no turno da noite. A iluminação é fundamental nos locais de maior conflito, tais como interseções e travessias de pedestres que necessitam de condições melhores de visibilidade.

5.4 MEDIDAS FÍSICAS E OPERACIONAIS EM OUTROS PAÍSES: Medidas Moderadoras do Tráfego

Os tratamentos na estrutura do sistema viário e os problemas das condições do trânsito para as pequenas e médias cidades que circundam rodovias disseminadas em um sistema rodoviário provocam constantes avaliações dos conceitos de engenharia e de urbanismo.

Em vários países da Europa, Estados Unidos e Austrália a implantação de medidas Moderadoras do Tráfego, conhecidas como medidas de *Traffic Calming*, são adotadas em travessias urbanas.

Estas medidas estão relacionadas com benefícios para o ambiente das cidades e para a segurança viária – redução de velocidade, redução de risco de acidentes e gerenciamento de tráfego. Sendo este termo usado para aplicação na engenharia de medidas físicas projetadas, tais como; projeto de interseções, projeto de sinalização convencional, ondulações na via, sonorizadores, instalações de câmeras de controle de velocidade, estreitamento de via, legendas estampadas na pista, mudança de revestimentos, portais de identificação, rotatórias, faixas de alinhamento, gradis entre outros.

No estudo desenvolvido por Skene (1999) foram apresentadas definições para medidas Moderadoras de Tráfego, registradas em literatura americana e literatura britânica e, diretrizes dessas medidas aplicadas em projeto de travessias urbanas. O autor relatou que:

- a) na definição inglesa, medidas Moderadoras do Tráfego são usadas para conduzir o tráfego de maneira a obter controle de velocidade dos veículos e segurança viária;
- b) na América o conceito se refere a um balanço no ambiente entre o tráfego veicular e tráfego de usuários não motorizados, visa redução dos efeitos negativos – probabilidade de acidente, ruído, poluição do ar, etc - que o veículo provoca para os ciclistas e pedestres;
- c) ambas as definições estão relacionadas com princípios de gerenciamento de segurança, que inclui a regência da velocidade, a acomodação do tráfego e o reconhecimento da função da rodovia no trecho urbano;
- d) a implantação de medidas Moderadoras do Tráfego em travessias urbanas reduz a ineficiência da movimentação do trânsito e da limitação da velocidade, re-estabelece condições seguras aos usuários da rodovia e proporciona harmonia no ambiente rodoviário e urbano.

Skene (1999) define dois princípios de segurança viária, denominados de RUFF e RREC, que convergem aos objetivos de normas brasileiras para a elaboração de projetos de travessias urbanas. Estes princípios correspondem às seguintes diretrizes:

- a) RUFF é sigla para *Road Use Form and Function*: o reconhecimento do campo (uso, características e função da rodovia) é primordial para a determinação e eficiência das medidas propostas em projeto;
- b) RREC é sigla para *Reduce Risk, Exposure and Consequences of a Crash*: a aplicação de técnicas de engenharia deve reduzir a velocidade, evitar congestionamentos e manobras inesperadas, controlar egressos e ingressos de veículos e, conseqüentemente a probabilidade de acidentes.

West (2000) aborda a aplicação de medidas Moderadoras do Tráfego em travessias urbanas no estado de Oregon, Estados Unidos. A *Special Transportation Areas (STA)* desenvolveu o *Oregon Highway Plan* considerando o uso de tais medidas. O objetivo do plano foi

estabelecido com a participação das comunidades e de entidades governamentais, e contempla as seguintes estratégias:

- a) re-estabelecer a qualidade de vida da comunidade;
- b) reduzir a velocidade operacional dos veículos ao longo da travessia urbana;
- c) melhorar a travessia dos pedestres;
- d) implementar rotatórias para a coordenação do fluxo de tráfego;
- e) melhorar proposições para o trânsito de veículos de emergências: bombeiros, ambulâncias e viaturas policiais.

Ehrlich (2000) afirma que a implantação de projetos para restaurar a qualidade de vida das cidades que circundam um segmento de rodovia e a segurança das viagens alcança maior eficácia trabalhando com a participação das comunidades. O autor realça a experiência com a comunidade de *Arden, Delaware* em 1,6 km de travessia urbana. As seguintes metas foram estabelecidas juntamente com a população:

- a) desencorajar o trânsito de veículos locais na via de passagem proporcionando melhorias nas vias adjacentes;
- b) reduzir a velocidade operacional dos veículos;
- c) incrementar a segurança para pedestres;
- d) manter a capacidade da rodovia;
- e) melhorar a aparência das estruturas viárias visando harmonia com a cidade;
- f) proporcionar acessos seguros às atividades da comunidade.

Para atingir tais objetivos o plano propõe a instalação das seguintes medidas físico-operacionais:

- a) interseções e rotatórias;
- b) câmeras controladoras de velocidade;
- c) estreitamento de seções na rodovia;
- d) semáforos para travessias de pedestres;
- e) sistema da onda verde para trânsito de veículos de emergência;
- f) paisagismo;
- g) textura diferenciada do pavimento.

Ambos os exemplos citados para a elaboração de planos de melhorias de travessias urbanas envolvendo a comunidade não relatam a sistemática do trabalho desenvolvido em conjunto com a população.

No Reino Unido, o *Village Speed Control Working Group* (VISP) registrou para o órgão governamental - *Department of Environment, Transport and the Regions* (DETR), o relatório consultivo nº 01/94 – Summary, relacionado às medidas Moderadoras de Tráfego com a finalidade de controlar e reduzir velocidades.

O VISP monitorou medidas físico-operacionais em 24 pequenas cidades no Reino Unido, sendo 9 locais relativos às rodovias que atravessam áreas urbanas.

Estas medidas foram implantadas em travessias urbanas de cidades pequenas, existentes em segmentos de rodovias de categoria principal na rede, que apresentaram as características de:

- a) rodovia com 10% de tráfego pesado, no mínimo;
- b) volume diário médio (VDM) maior que 8.000 veículos.

O objetivo do estudo foi verificar se as medidas projetadas reduzem a velocidade operacional dos veículos de forma a manter, o fluxo, na velocidade limite regulamentada para o segmento. Os dados coletados têm base nas observações de 85 percentil da velocidade de veículos que trafegam através do segmento. Este estudo e os resultados obtidos do monitoramento dessas medidas implantadas foram apresentados resumidamente no relatório consultivo nº 01/00 (DETR, 2000a).

A Tabela 6 apresenta as rodovias, travessias urbanas e velocidades regulamentadas deste estudo.

Observa-se, na Tabela 6, que o VDM das rodovias e o percentual de tráfego pesado são elevados, a população indica pequenas cidades e, a maior redução da velocidade limite regulamentada é de 32 km/h para núcleos urbanos menores.

Tabela 6 – Travessias Urbanas em Rede Rodoviária do Reino Unido

<i>Rodovia</i>	<i>Travessia Urbana</i>	<i>VDM 2 sentidos</i>	<i>% de veículos pesados</i>	<i>Nº de habitantes da cidade</i>	<i>Velocidade limite anterior às medidas (km/h)</i>	<i>Velocidade limite após medidas instaladas (km/h)</i>
A59 (T)	Copster Green, Lancashire	11.500	18%	400	96	64
C162/C171	Costessey, Norfolk	5.500	10%	5.400	48	32
A49(T)	Crave Arms, Shropshire	9.000	15%	1.900	64	48
A49(T)	Dorrington, Shropshire	9.000	16%	350	48	48
A483(T)	Pant, Shropshire	8.000	16%	1.200	64	48
A6(T)	Great Glen, Leicestershire	17.000	10%	3.900	48	48
A1079(T)	Hayton, East Riding of Yorkshire	17.000	15%	150	96	64
A47(T)	Thorney, Cambridgeshire	13.000	20%	2.200	48	48
A36(T)	West Wellow, Hampshire	16.500	18%	3.370	80	64

Fonte: *DETR-Enviroment transport Regions, UK Department for Transport, Local Governments and The Regions, Traffic Advisory Leaflets 01/00. Traffic Calming in Villages on Major Roads. London, 2000a.*

Os tipos de medidas físico-operacionais instalados apresentam pequenas variações de uma travessia urbana para outra. De maneira geral, existe uniformidade dos tratamentos. Sendo eles:

1. Para entrada da cidade
 - Portais com elementos verticais indicando a velocidade limite
 - Pavimento com textura diferenciada
 - Legenda da velocidade limite pintada na pista
 - Placas com mensagens, tais como: “DIRIJA DEVAGAR”, “POR FAVOR, DIRIJA COM CUIDADO”
 - Pintura de faixas em zig-zag nas bordas da pista (*dragon's teeth*)

2. Ao longo do segmento
 - Rotatórias
 - Controladores eletrônicos de velocidades
 - Chicanas
 - Almofadas, plataformas e ondulações transversais
 - Refúgios de saída da pista

Os resultados obtidos na redução efetiva das velocidades operacionais apresentados concluíram que nas entradas de travessia urbana ocorreram:

- a) redução de velocidade em relação à velocidade operacional original, variando de 5 km/h a 21 km/h;
- b) a maior redução de velocidade nas entradas de travessias urbanas de maior velocidade limite anterior às medidas;
- c) a pintura de borda zig-zag implantada, conhecida como *Dragon's Teeth*, agregada a instalação dos portais e da sinalização vertical, atingiu reduções de velocidade de 12 km/h a 16 km/h.

Ao longo do segmento de travessia urbana apresentaram as seguintes conclusões em relação ao controle de velocidade:

- a) redução de velocidade com a instalação das medidas em relação à velocidade operacional original, variando de 4 km/h a 20 km/h;
- b) câmaras de controle de velocidade mostraram uma redução de velocidade cerca de 32 km/h em relação à velocidade anterior;
- c) individualmente as medidas ao longo do segmento reduziram em torno de 20 km/h da velocidade anterior;
- d) a velocidade operacional somente não ultrapassa a velocidade limite nos locais de chicanas, ondulações e câmeras eletrônicas;
- e) a sinalização vertical e horizontal tem maior efeito para a entrada da travessia urbana que ao longo do segmento;
- f) medidas físicas, tais como: rotatórias, ondulações e chicanas em entrada de travessia urbana alcançam maior redução da velocidade operacional que a sinalização vertical e horizontal.

O DETR (2000b), também, avaliou os efeitos da redução de velocidade operacional destas medidas Moderadoras de Tráfego, relativo à redução de acidentes. O estudo envolveu 56 áreas urbanizadas com medidas Moderadoras do Tráfego instaladas no período entre 1992 e

1997, com velocidades limites regulamentadas para 48 km/h e 64 km/h e, estatísticas de acidentes de 07 anos antes e 05 anos depois da implantação.

Os dados coletados foram divididos em 3 grupos:

- a) Via Urbana: dados de estudos realizados pelo VISP em 15 vias urbanas de pequenas cidades;
- b) Rodovia: dados coletados de estudos do VISP em 9 travessias urbanas, citadas na tabela 6;
- c) Outros: 32 outras áreas urbanizadas de estudos adicionais, sem distinção da via.

As tabelas 7, 8, e 9 apresentam os resultados obtidos do estudo.

Tabela 7– Média de Acidentes Ocorridos por Ano nas Travessias Urbanas Avaliadas

Comparação das médias	Antes das obras	Depois das obras	Redução nas ocorrências	<i>Alteração nas ocorrências</i>
Média do nº de acidentes Leves ocorridos	19,7	19,2	0,5	- 2 %
Media do nº de acidentes Graves ocorridos com mortes	6,8	2,7	4,1	- 60 %
Total da média do nº de acidentes ocorridos	26,5	22,0	4,5	- 17 %
Período avaliado	1986 -1993	1994 - 1998		

Fonte: DETR – *Environment transport regions, UK Department for Transport, Local Governmentes and The Regions, traffic Advisory 11/00. Village Traffic Calming – Reducing Accidents*. London, 2000b.

Tabela 8 – Correlação entre a Redução de Velocidade Operacional e a Taxa de Acidentes

Redução de velocidade	<i>Alteração nas ocorrências de acidentes</i>
0,0 - 3,2 km/h	-10 %
4,8 - 6,4 km/h	-14 %
8,0 - 9,6 km/h	-32 %
> = 11,2 km/h	-47 %

Fonte: DETR – *Environment transport regions, UK Department for Transport, Local Governmentes and The Regions, traffic Advisory 11/00. Village Traffic Calming – Reducing Accidents*. London, 2000b.

Tabela 9 – Percentual da Redução de Número de Vítimas por Tipo de Acidente

<i>Grupo de acidentes</i>	<i>Leves</i>	<i>Graves com mortes</i>	<i>Todos os acidentes</i>
Usuários motorizados	-15 %	-52 %	-25 %
Com pedestres	-15 %	-49 %	-30 %
Com crianças pedestres	-03 %	-77 %	-40 %
Com ciclistas	-35 %	-52 %	-39 %
Com crianças ciclistas	-52 %	-49 %	-51 %
Todos os usuários não motorizados	-26 %	-50 %	-35 %

Fonte: *DETR – Environment transport regions, UK Department for Transport, Local Governmentes and The Regions, traffic Advisory 11/00. Village Traffic Calming – Reducing Accidents. London, 2000b.*

A partir dos resultados, o DETR/UK concluiu que, com a aplicação de medidas Moderadoras do Tráfego ocorreram:

- a) redução de 25 % do total de acidentes e 50 % dos acidentes graves e fatais;
- b) redução total de acidentes onde a velocidade reduziu de 12 km/h em relação à velocidade original;
- c) a cada redução de 1,60 km/h reduz 4,3 % de todos os tipos de acidentes;
- d) a cada redução de 1,60 km/h reduz 10 % dos acidentes com mortes;
- e) redução do número de motoristas que excedem a velocidade limite em 30 pontos percentuais;
- f) maior redução de acidentes com medidas físicas de maior impacto na redução de velocidade.

Lovell *et al* (1994) apresentaram casos de implantação de medidas Moderadoras de Tráfego para o controle de velocidade e para redução de taxas de acidentes em rodovias que atravessam pequenas cidades inglesas. O Quadro 4 apresenta alguns dos casos relatados e monitorados após a implantação dos dispositivos, entre o período de 1992 e 1994.

Local	Objetivo	Medidas Instaladas	Dados
Devon: Halberton	Redução da velocidade e melhorias na segurança viária	- Portais de entrada informando a velocidade limite permitida, agregando ilha central com 1,20 m de comprimento entre as faixas com legenda estampada na via de ingresso, asfalto avermelhado na extensão da ilha e postes com placa informando o local do efeito.	Nº acidentes: Antes _____ 02 em 03 anos Depois _____ 03 em 02 anos Velocidade: Antes _____ 70 km/h Depois _____ 57,6 km/h VDM: 2000 Velocidade Limite: 48 km/h
Kent: Matfield Village	Redução de velocidade, redução das taxas de atropelamentos	- Portal de entrada com sinal da velocidade limite, nome da vila e frase de alerta a motorista na passagem.	Nº acidentes: Antes _____ 07 em 03 anos Depois _____ 03 em 18 meses Velocidade: Antes _____ 64 km/h Depois _____ 60,8 km/h VDM : 6900 Velocidade Limite: 48 km/h
Oxfordshire Nunebam Courtenay	Redução de taxas de acidentes e de velocidade	- Câmera de controle de velocidade e portais de entrada	Nº acidentes: Antes _____ 04 em 03 anos Depois _____ 01 em 11 meses Velocidade: Antes _____ 75,2 km/h Depois _____ 65,6 km/h VDM: acima de 10.000 Velocidade Limite: 48 km/h
Kent: Sarre	Redução de velocidade e taxas de acidentes com tráfego de veículos pesados	- Portais de entrada, passeios, chicana, mini-rotatórias de acesso à cidade com faixas em textura de pavimento diferenciado.	Nº acidentes: Antes _____ 11 em 03 anos Depois _____ 0 em 08 meses Velocidade: Antes _____ 75,2 km/h Depois _____ 54,4 km/h VDM: acima de 10.000 Velocidade Limite: 48 km/h
Kent: Brasted	Redução de taxas de acidentes fatais com pedestres e de velocidade	- Portais de entrada, chicanas, passeios, legenda na pista com mensagem “DEVAGAR”	Nº acidentes: Antes _____ 09 em 03 anos Depois _____ 01 em 05 meses Velocidade: Antes _____ 64 km/h Depois _____ 56 km/h VDM: 13.500 Velocidade Limite: 48 km/h

Quadro 4 - Medidas Moderadoras do Tráfego em travessias urbanas no Reino Unido

Nestes casos foram observados que:

- a) as velocidades ainda se desenvolvem acima da velocidade limite, mas que ocorreram reduções da velocidade operacional em relação ao antes e depois da implantação das medidas de 5 % a 27 %;
- b) as taxas de acidentes tendem a diminuir consideravelmente nos locais que foram instaladas chicanas e mini-rotatórias;
- c) no caso de Devon as medidas instaladas reduziram a velocidade, contudo não a taxa de acidentes, que aumentou em 0,8 %, indicando que a combinação de medidas propostas não foi suficiente para atingir melhoria na segurança. Sendo necessário investigações específicas no local e melhoria de projeto. O guia não menciona qualquer parecer técnico.

Estes estudos relatados demonstram que a experiência em outros países envolve constantes avaliações e pesquisas sobre a eficácia de medidas físicas projetadas para as travessias urbanas. A engenharia aplica conceitos de gerenciamento de tráfego, gerenciamento de velocidade e segurança viária para a harmonia entre o ambiente rodoviário e urbano, contingente em um sistema rodoviário.

A abordagem de vários autores internacionais sobre as medidas Moderadores de Tráfego, apresentada nesta seção, converge para as diretrizes e objetivos relativos às travessias urbanas das normas rodoviárias brasileiras vigentes. Técnicos de engenharia buscam acomodar o tráfego de passagem e o tráfego local, reduzir a exposição a acidentes e restaurar a segurança para os usuários das travessias urbanas.

A experiência brasileira, em medidas Moderadoras do Tráfego, aplica-se na revitalização de bairros residenciais em grandes cidades tais como, Belo Horizonte e São Paulo, criando um ambiente de hierarquização viária, de redução de velocidade operacional de veículos e de influência ao comportamento do motorista (KRAUS, 1997; BHTRANS, 1999). Entretanto, o setor rodoviário no Brasil não assume tais medidas aplicadas as travessias urbanas.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 INTRODUÇÃO

Esta etapa do trabalho investigou um programa de melhorias das condições encontradas em travessias urbanas existentes na rede rodoviária arterial de cidades de pequeno e médio porte, no Estado do Rio Grande do Sul.

O estudo de caso verificou, nestas travessias urbanas, os fatores de mobilidade do tráfego de passagem e de acessibilidade urbana no que se reporta às questões conflitantes desta relação e às soluções propostas para minimizar os problemas identificados. Os usuários da rodovia desejam realizar suas viagens com fluidez no tráfego, os habitantes das comunidades desejam facilidade de acessos para as atividades urbanas e ambos desejam segurança e conforto em seus trajetos.

O propósito deste estudo foi avaliar a tipologia de problemas e soluções no processo de melhorias das travessias urbanas e auxiliar técnicos na definição de diretrizes para a elaboração de projetos.

Este estudo de caso teve sua base de dados no programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul (DNER, 1996-2001), que envolve as principais rodovias federais utilizadas para viagens inter-regionais, interestaduais e internacionais, que passam por várias cidades. O programa tem com objetivo melhorar os aspectos físicos e operacionais da rodovia, de maneira a obter padrões aceitáveis para a fluidez do tráfego de passagem, ordenação do tráfego local e menor impacto negativo à comunidade.

Este programa abrange 32 relatórios, disponíveis no arquivo de documentos do DNIT. Cada relatório de projeto segue o padrão de apresentação para projeto de engenharia do órgão, dividido em estudos preliminares, relatório dos projetos e plantas. Apresentam informações

referenciais tais como: data, nome do município, rodovia, trecho e extensão da travessia urbana.

Os projetos foram elaborados por diferentes empresas de engenharia e consultoria, selecionadas através de concorrência pública por determinação do Ministério de Transportes. O termo de referência determinou as diretrizes básicas para a elaboração dos projetos, dispostos no edital de concorrência. Além disto, durante o desenvolvimento dos trabalhos ocorreram reuniões entre as empresas projetistas e a coordenação do Planejamento do 10º Distrito/DNER, atualmente a cargo do DNIT, com o objetivo de monitorar o andamento dos serviços, discutir as particularidades de cada travessia urbana e uniformizar as propostas de melhorias.

O programa não envolveu medidas de planejamento urbano. Contudo, os projetistas reforçaram a necessidade de regulamentação e fiscalização da ocupação do uso do solo e de planejamento viário urbano pela administração dos municípios. Relataram que as medidas de interdição nas áreas adjacentes aos limites da faixa de domínio da rodovia são necessárias para minimizar os conflitos nas travessias urbanas.

A abrangência deste trabalho limitou-se à avaliação dos problemas identificados e das soluções propostas pelos projetistas. Este estudo de caso não analisa a eficácia de cada dispositivo projetado e nem os custos de implantação de cada travessia urbana.

A partir das considerações sobre acessibilidade e mobilidade relatadas no capítulo 4, assume-se neste estudo de travessias urbanas em rodovias arteriais que:

- a) Mobilidade está associada à capacidade do sistema viário de atender à demanda do tráfego direto, superando as dificuldades no deslocamento, e
- b) Acessibilidade está relacionada com a facilidade de aproximação das atividades urbanas e propriedades ao tráfego local, veicular ou não, superando a divisão espacial.

6.1.1 Identificação dos Projetos Analisados

A Tabela 10 apresenta a relação dos projetos em seqüência cronológica, a extensão do trecho, o número de habitantes de cada cidade (IBGE, 1996) e o orçamento geral para cada travessia urbana. Neste estudo, a título de padronização e atualização dos dados, optou-se por representar os valores de orçamento em dólar americano. Cabe salientar que o DNIT possui

tabela periódica de preços unitários para cada serviço previsto em orçamento. A instituição considera, para atualização dos valores, as variações do sistema monetário nacional, com base nos indicadores da Fundação Getúlio Vargas.

Tabela 10– Relação dos Projetos de Travessias Urbanas

Referência do Projeto	Nome da Travessia Urbana	Extensão do trecho (m)	População (nº de habitantes)	Orçamento (US\$)
DNER, 1996a	Morro Reuter	1.500	4.737	971.589,76
DNER, 1996b	Santiago	5.700	51.070	2.428.977,55
DNER, 1997a	Passo Fundo	2.180	156.333	814.914,84
DNER, 1997b	Dois Irmãos	2.460	17.997	1.548.558,50
DNER, 1997c	Barra do Ribeiro	1.000	10.889	419.466,63
DNER, 1997d	Nova Petrópolis	1.972	15.298	792.334,29
DNER, 1997e	Santo Antônio do Planalto	1.000	2.047	414.347,84
DNER, 1997f	Soledade	4.440	28.303	2.001.713,53
DNER, 1997g	Três Cachoeiras	3.000	9.272	2.262.385,53
DNER, 1997h	Terra de Areia	4.500	10.732	3.453.523,58
DNER, 1998a	Pouso Novo	560	2.207	272.119,96
DNER, 1998b	São Gabriel	4.000	60.605	2.566.330,47
DNER, 1999a	Guaíba	3.200	85.969	1.438.981,77
DNER, 1999b	Lajeado	1.730	62.819	707.808,53
DNER, 1999c	Pântano Grande	3.000	10.401	1.570.326,13
DNER, 1999d	Butiá	2.500	19.553	996.069,92
DNER, 1999e	Minas do Leão	1.000	7.186	442.045,22
DNER, 1999f	Santa Cruz do Sul	5.000	100.433	2.100.964,71
DNER, 2000a	Ijuí	4.060	75.575	2.315.646,48
DNER, 2000b	Carazinho	1.120	56.959	170.183,55
DNER, 2000c	Mato Castelhano	1.600	2.267	988.164,13
DNER, 2000d	Lagoa Vermelha	4.400	29.402	698.842,38
DNER, 2000e	São Bernardo	2.000	Sem registro	345.415,11
DNER, 2000f	Vacaria	4.900	58.534	2.396.590,80
DNER, 2000g	Campestre da Serra	1.460	3.054	182.039,29
DNER, 2000h	Galópolis	1.300	Sem registro	84.497,95
DNER, 2000i	Vila Cristina	1.100	Sem registro	558.184,93
DNER, 2000j	Cruz Alta	740	71.135	377.278,24
DNER, 2000l	Frederico Wesphalen	2.000	27.300	1.114.358,27
DNER, 2000m	Sarandi	3.060	17.854	529.672,01
DNER, 2000n	Erechim	4.160	81.932	1.909.575,97
DNER, 2001	Rosário do Sul	3.700	40.897	750.895,84

Segundo a classificação pelo número de habitantes apresentada no capítulo 2, foram identificadas 22 cidades de pequeno porte e 10 cidades de médio porte. Nestes segmentos, o volume diário varia entre 2000 e 6000 veículos, apresentando no mínimo 20% de tráfego pesado.

As travessias urbanas estão localizadas ao longo das principais rodovias federais no Estado:

- a) BR-101/RS: Terra de Areia, Três Cachoeiras;

- b) BR-116/RS: São Bernardo, Vacaria, Campestre da Serra, Dois Irmãos, Barra do Ribeiro, Nova Petrópolis, Galópolis, Morro Reuter, Vila Cristina, Guaíba;
- c) BR-153/RS: Erechim;
- d) BR-158/RS: Cruz Alta;
- e) BR-285/RS: Ijuí, Carazinho, Passo Fundo, Mato Castelhano, Lagoa Vermelha;
- f) BR-290/RS: Rosário do Sul, Pântano Grande, Butiá, São Gabriel, Minas do Leão;
- g) BR-287/RS: Santiago;
- h) BR-386/RS: Santo Antônio do Planalto, Pouso Novo, Frederico Wesphalen, Sarandi, Soledade, Lajeado;
- i) BR-471/RS: Santa Cruz do Sul.

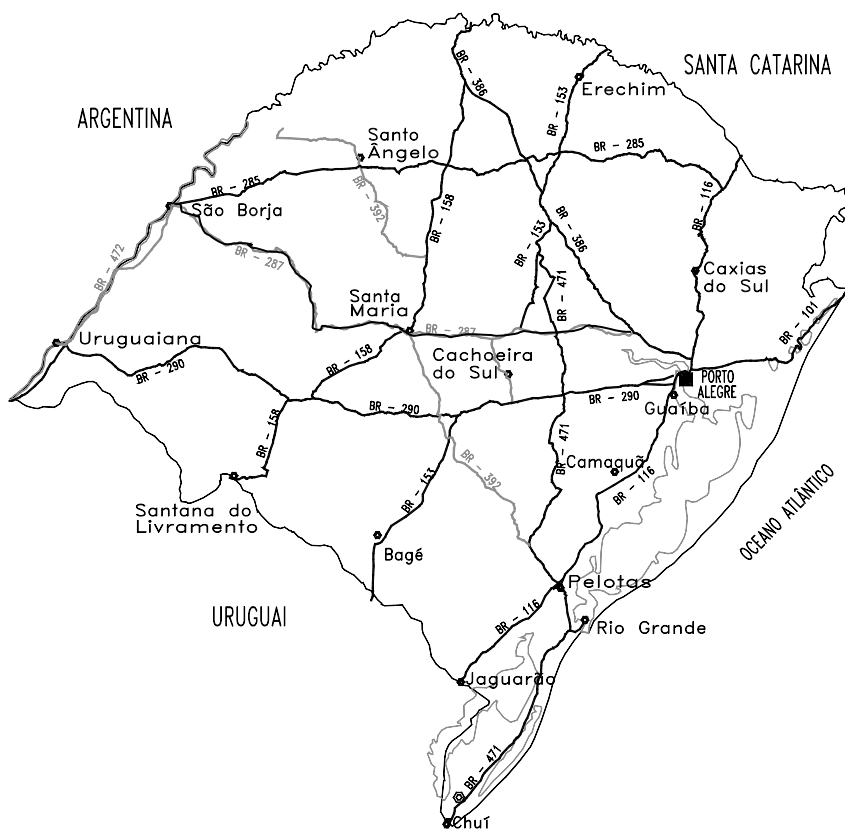


Figura 4 - Rodovias Federais que integram o Programa de Melhorias das Travessias Urbanas no Rio Grande do Sul

Observa-se na Figura 4, que estas rodovias, classificadas em rede arterial no sistema rodoviário nacional, são responsáveis pelos principais movimentos no Rio Grande do Sul. Os traçados integram diferentes regiões, municípios, estados e países vizinhos. Sem dúvida, melhorar as condições técnicas e operacionais nestes segmentos é uma medida básica no planejamento de transportes do sistema rodoviário.

Segundo informações do DNIT, as restrições financeiras do setor rodoviário permitiram somente a implantação de algumas das soluções propostas das travessias urbanas de São Gabriel e de Rosário do Sul, na rodovia BR-290/RS. As travessias urbanas de Terra de Areia e de Três Cachoeiras foram integradas ao projeto de duplicação da BR-101/RS, trecho Divisa RS/SC – Osório. As travessias urbanas de Pântano Grande, Butiá e Minas do Leão foram integradas ao projeto de duplicação da BR-290/RS, trecho Entrocamento da BR-116/RS – Pântano Grande. Os demais projetos de travessias urbanas aguardam recursos financeiros disponíveis para a execução das obras.

Na ocasião da implantação dessas obras, possivelmente, serão necessárias revisões e adequações de projetos em consequência da defasagem ente o período de elaboração de projeto e período de execução.

6.1.2 Ferramentas de Avaliação Aplicadas nas Etapas de Análise

Com o objetivo de organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a realizar a análise deste estudo de caso, foram aplicadas as seguintes ferramentas de avaliação quantitativa e qualitativa da qualidade, conforme a seqüência de utilização (KUME, 1993; MOURA, 1994; WERKEMA, 1995; PARASURAMAN *et al*, 1985):

a) Estratificação: Baseada em fatores oportunos a cada situação em estudo, a técnica consiste em dividir uma população em diversos subgrupos (estratos), sem repetições dos dados disponíveis. Esta ferramenta permitiu dividir os problemas identificados nos relatórios e dividir as soluções propostas pelos projetistas em relação aos fatores que condicionam a operação das travessias urbanas em: mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade.

b) Folha de Verificação: Técnica para organizar, classificar e quantificar os dados disponíveis para a análise. Esta ferramenta foi utilizada para quantificar as soluções propostas pelos projetistas, classificando-as por porte de cidade em relação aos mesmos fatores de

mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade, apropriados na estratificação. A partir desta verificação, foi possível identificar indicadores das medidas de projeto adotadas.

c) Gráfico de Barras: Esta ferramenta foi utilizada para visualizar a tipologia das soluções propostas aos 32 projetos de travessias urbanas.

d) Matriz de Relações (Tipo L): Técnica que cruza causas e efeitos em matriz, estimulando o pensamento multidimensional através da investigação sistemática das relações. Esta técnica permitiu relacionar as soluções propostas para cada problema citado e, quantificar o grau de importância relativa das soluções adotadas no programa. Inicialmente, a ferramenta foi aplicada pelo autor e, posteriormente, por um grupo de engenheiros do DAER/RS.

e) Análise de Lacunas: Técnica que consiste em revelar discrepâncias através da comparação entre a expectativa e o desempenho dos serviços. Essas discrepâncias, também conhecidas como *gaps*, indicam dificuldades a serem ajustadas na prestação dos serviços ao consumidor. Segundo Parasuraman (1985), a percepção da qualidade dos serviços depende da diferença entre a expectativa do serviço (ES) e a percepção do serviço (PS), possibilitando ao gestor direcionar os investimentos ou ações para alcançar o ideal na qualidade desses serviços ao consumidor. Esta ferramenta foi adaptada para comparar os resultados das matrizes de relações.

6.1.3. Estrutura do Estudo de Caso

Este estudo de caso foi desenvolvido através das seguintes seções:

- a) Avaliação dos Problemas Identificados;
- b) Identificação das Soluções de Engenharia Adotadas;
- c) Indicadores de Medidas de Projeto e Componentes das Soluções;
- d) Uniformidade das Soluções Propostas;
- e) Panorama do Programa de Melhorias das Travessias Urbanas.

6.2 AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Os problemas relatados nos projetos avaliados possuem naturezas diferentes, porém não estão identificados pelos projetistas. Observaram-se, problemas físicos e problemas operacionais. Alguns problemas são decorrentes de outros, como, por exemplo, os “Pontos críticos de acidentes”, citado em relatório. Os problemas em travessias urbanas estão, em geral, correlacionados, apesar de os relatórios carecerem de informações.

Notou-se também que os projetistas identificam como problema o elevado tráfego de carga pesada, porém esta questão é uma característica inerente a uma rodovia arterial, responsável pelos principais movimentos na rede. A rodovia tem como função servir ao transporte de carga e aos veículos com conforto e segurança. O uso e a ocupação do solo, nas áreas adjacentes a rodovia, são citados como problemas de influência ao segmento. Esta questão não depende da atuação dos projetistas, porque são necessárias ações efetivas dos municípios.

No programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul, 40% dos relatórios de projetos apresentam relatos de problemas. Entretanto, os projetistas não descreveram os problemas e não explicaram os conflitos gerados no tráfego e os conflitos para a segurança dos usuários. Desta forma, a interpretação técnica apresentada para os problemas citados pelos projetistas tem como base à revisão bibliográfica e a experiência profissional pessoal. A avaliação destes problemas foi realizada em relação aos fatores de mobilidade do tráfego de passagem e de acessibilidade da comunidade.

6.2.1 Relação dos Problemas

Esta seção apresenta os problemas identificados mais frequentemente pelos projetistas nas travessias urbanas e apresenta alguns comentários para as possíveis soluções dos problemas listados.

6.2.1.1 Entroncamentos e cruzamentos inadequados de ruas da cidade, ingressos e egressos não controlados de veículos na rodovia e acessos não planejados aos postos de serviços e abastecimento

Estes problemas, identificados em relatórios, estão relacionados com entradas e saídas de veículos, provenientes dos bairros da cidade e propriedades adjacentes, sem a provisão de

faixas que conduzam gradativamente o motorista para a faixa de rolamento da rodovia ou para interseções que permitam o cruzamento.

As más condições físicas das vias da cidade e os espaçamentos entre os acessos à rodovia são fatores que contribuem para ingressos e egressos freqüentes e, muitas vezes, bruscos e repentinos no tráfego de passagem. O motorista do tráfego de passagem pode realizar freadas inesperadas e guinadas de direção ao perceber estas entradas ou saídas de veículos, por conseguinte aumentando a probabilidade de acidentes.

Para o motorista do trânsito local, situado na via secundária ou acesso, existe a dificuldade de observar os dois sentidos de tráfego de veículos da rodovia, bem como a de perceber o tempo de brecha para realizar a travessia para o outro lado da cidade ou entrar na rodovia.

Faixas estreitas e prováveis depressões do pavimento nos acessos agravam o efeito de ingresso e egresso dos veículos na rodovia, pois dificultam a manobra do veículo.

A limitação dos pontos de acessos, o dimensionamento de faixas de aceleração e desaceleração e a provisão de interseções adequadas para os veículos entrarem, saírem e cruzarem a rodovia são relevantes para acomodar o fluxo de veículos e induzir à velocidade compatível no ingresso e egresso.

6.2.1.2 Rótulas vazadas e interseções deficientes de acesso à cidade

As interseções em nível integram os principais pontos de movimentação de veículos entre moradias, empresas e principais estabelecimentos. Os diversos tipos de interseções são projetados com a finalidade de assegurar a circulação ordenada de veículos nas travessias urbanas.

As rótulas vazadas são consideradas problemáticas nas travessias urbanas, porque priorizam o fluxo da via principal e mantêm altas velocidades de operação do tráfego de passagem. Desta forma, quando o volume do tráfego de passagem é intenso, o motorista da via secundária tem dificuldade de visibilidade e de percepção do tempo de brecha para atravessar ou entrar na rodovia. Quando o volume do tráfego não é intenso, é possível ao veículo da via secundária ingressar diretamente na faixa da rodovia, provocando surpresas ao motorista da via principal, como manobras inesperadas e, conseqüentemente, risco de acidentes.

Algumas interseções são mal projetadas, geralmente, apresentando ramos de aproximação em distâncias e raios inadequados para a entrada e saída de veículos. Esta faixa bem dimensionada conduz o fluxo de veículos no ingresso para outra via e induz o motorista a manter velocidade e direção seguras. Caso contrário, tornam-se pontos contribuintes a acidentes.

A localização das interseções e os espaçamentos entre elas são fatores a serem analisados no contexto das travessias urbanas. A falta desses dispositivos estimula a realização de manobras inseguras para acessar as atividades urbanas, enquanto que o excesso de interseções dificulta a fluidez do tráfego de passagem.

As interseções, em geral, necessitam de condições geométricas e de sinalização que favoreçam a visibilidade, garantam a trafegabilidade segura dos veículos e a acessibilidade às atividades urbanas.

6.2.1.3 Ruas laterais existentes interrompidas em condições precárias

As ruas laterais, vias paralelas à rodovia, são destinadas a atender o trânsito urbano. Quando estas ruas se encontram em condições precárias de pavimentação e de traçado inacabado, o motorista local tem dificuldade de deslocamento entre os bairros da cidade, utilizando a rodovia para realizar os pequenos trajetos.

Esse volume de veículos urbanos interfere no tráfego de passagem, pelas diferenças entre velocidades de operação, provocando atrasos nas viagens e, muitas vezes, ocorrências de acidentes e congestionamentos na rodovia.

A combinação do projeto de ruas laterais e interseções bem planejadas permite a ordenação do tráfego urbano, reduzindo o número de veículos locais no espaço da rodovia.

6.2.1.4 Sinalização convencional precária e mal conservada

De modo geral, a sinalização disciplina o motorista na condução do veículo. A demarcação nas faixas de rolamento conduz o tráfego, controla a ultrapassagem de veículos e identifica as travessias de pedestres na via. A sinalização vertical adverte, regula, indica e aponta o local de risco no ambiente. A sinalização horizontal e a sinalização vertical contribuem positivamente para as condições de segurança nas travessias urbanas.

A má condução do veículo pelo motorista pode estar associada às condições precárias de sinalização. A localização, as dimensões, as cores e a visibilidade dos sinais são elementos fundamentais para atrair a atenção do motorista, transmitir mensagens e assegurar a assimilação da informação ao motorista, principalmente em condições climáticas adversas.

A deficiência desses elementos provoca dificuldades ao motorista do tráfego de passagem para reconhecer as diferenças no segmento da rodovia por onde ele irá se deslocar. O motorista necessita de informações relativas às restrições no alinhamento da rodovia, à presença de interseções, à movimentação de pedestres, às direções de trajetos e aos controles de velocidades, para poder avaliar as condições de trafegabilidade no segmento.

A ausência de sinalização e a falta de manutenção contribuem para a realização de manobras inadequadas, altas velocidades e ocorrência de acidentes. O excesso de placas colabora para o motorista não assimilar as informações necessárias. Portanto, a sinalização deve ser bem planejada, instalada e mantida com a finalidade de contribuir para uma operação segura na travessia urbana.

6.2.1.5 Movimento intenso de pedestres nos acostamentos e travessias de pedestres

Nas travessias urbanas, os veículos, pedestres e ciclistas compartilham o mesmo espaço, expondo-se ao risco de acidentes. Geralmente, a movimentação de pedestres nas travessias urbanas é indisciplinada, devido à falta de dispositivos adequados. As travessias de pedestres, normalmente, ocorrem em qualquer ponto ao longo do segmento da rodovia, porque a falta de passeios faz com que o pedestre use o acostamento para os seus trajetos.

Os pedestres têm dificuldade de avaliar o tempo de brecha para atravessar a via e os viajantes têm dificuldade de avaliar a distância e o tempo para diminuir a velocidade frente à trajetória dos pedestres e ciclistas. O risco potencial de acidente é identificado por freadas, saídas laterais, desvios e aceleração dos veículos frente a paradas repentinas, mudanças de direção, recuo e aceleração dos pedestres e ciclistas.

Travessias de pedestres devem ser bem localizadas e projetadas com a finalidade de oferecer aos usuários condições seguras. O projeto de travessia de pedestres exige identificar os pontos de concentração de pessoas e adotar uma combinação de elementos, tais como sinalização, passeios, gradis, iluminação e outros, para que o pedestre utilize a travessia.

6.2.1.6 Estacionamento junto às propriedades nos acostamentos e paradas de ônibus

Os estabelecimentos ao longo das travessias urbanas, na sua maioria, não apresentam locais próprios para estacionamento de veículos. Na ausência de ruas laterais, ocorre o uso dos acostamentos da rodovia para paradas de veículos e para as operações de desembarque e embarque de passageiros do transporte coletivo.

O estacionamento de veículos locais em acostamentos acontece por tempo prolongado e o uso do acostamento para paradas de ônibus ocorre em manobras bruscas de entrada e saída. A ausência de baías para paradas de ônibus, também, possibilita paradas irregulares na pista, ocasionando filas de veículos, congestionamentos e risco de acidentes.

O acostamento se destina a paradas emergenciais e temporárias de veículos do tráfego de passagem, assim como à proteção da estrutura do pavimento aos efeitos de erosão e ao acúmulo de águas pluviais na pista, permitindo boas condições de trafegabilidade na rodovia.

Em projetos de travessias urbanas é necessário prever baías de paradas de ônibus em pontos de boa localização e refúgios de paradas para estacionamentos. Quando a travessia urbana apresenta ruas laterais, as paradas de ônibus e os estacionamentos devem ser remanejados para estas vias.

6.2.1.7 Pontos críticos de acidentes e velocidades altas de operação

Tradicionalmente, as travessias urbanas apresentam pontos de grande concentração de acidentes, sendo consideradas segmentos críticos da rodovia. Estes locais decorrem de problemas físicos e operacionais ao longo do segmento.

Os pontos críticos de acidentes estão correlacionados às deficiências da geometria da rodovia, às condições do pavimento da pista e acostamentos, à sinalização precária e à falta de provisões adequadas à acessibilidade da comunidade.

O movimento intenso de pedestres e a travessia de pedestres, ciclistas e veículos em qualquer ponto do segmento da via, as ultrapassagens impróprias de veículos e as paradas repentinas de veículos na via contribuem para a probabilidade de acidentes. As altas velocidades operacionais dos veículos e as manobras confusas, conciliadas à ausência de regulamentação da velocidade limite são fatores críticos na severidade dos acidentes.

6.2.1.8 Presença de estabelecimentos geradores de tráfego e ocupação do uso do solo desordenada e não planejada

A área urbanizada junto à rodovia está caracterizada, principalmente, pela presença de estabelecimentos comerciais, indústrias, escolas, clubes, postos de abastecimentos e de serviços, atendendo tanto à comunidade do município quanto aos viajantes de maiores deslocamentos. A infra-estrutura da rodovia é compartilhada com a da área urbana para atender essas viagens, contribuindo para o desenvolvimento dessas atividades, consideradas geradoras de tráfego.

Observa-se a tendência na intensificação e crescimento linear das propriedades ao longo dos segmentos rodoviários e, conseqüentemente, o aumento da movimentação de veículos, pedestres e ciclistas, provocando diversos conflitos de tráfego e condições inseguras ao usuário, abordados nos itens anteriores.

A ausência de planejamento urbano e fiscalização na ocupação do uso do solo nas travessias urbanas permite a ruptura da acessibilidade urbana e a descaracterização da função da rodovia. A qualidade de vida na comunidade e o nível de serviço da rodovia tendem à deterioração.

A ocupação do uso do solo desordenada ao longo das travessias urbanas é problemática, contudo o programa não envolveu medidas institucionais de planejamento urbano. Desta forma, este problema citado na seção não foi considerado para a estratificação em relação aos fatores de mobilidade do tráfego e acessibilidade da comunidade.

6.2.2 Estratificação dos Problemas

A partir da avaliação apresentada nesta seção e de diretrizes da legislação brasileira, citados na seção 5.1 deste trabalho, foi possível estratificar os problemas identificados considerando seu impacto predominantemente: na mobilidade do tráfego de passagem ou na acessibilidade da comunidade.

Problemas associados à mobilidade do tráfego de passagem estão relacionados à manutenção de padrões aceitáveis de fluidez na rodovia. Os problemas de acessibilidade da comunidade estão relacionados à necessidade de proteção da circulação urbana, considerando dificuldades de ordenação da movimentação de pedestres e veículos pela presença da rodovia.

A ferramenta tem como característica representar a lógica de raciocínio com base na avaliação de quem a utiliza. Apresenta-se a seguir a estratificação dos problemas identificados em relatórios de projeto no Quadro 5.

<i>Fatores</i>	<i>Problemas identificados pelos projetistas</i>
<i>Mobilidade do tráfego de passagem</i>	Entroncamento e cruzamento de ruas da cidade Ingressos e egressos de veículos não controlados na rodovia Acessos não planejados aos postos de abastecimento Sinalização convencional precária e mal conservada Estacionamentos de propriedades nos acostamentos Paradas de ônibus sem baía
<i>Acessibilidade da comunidade</i>	Movimento intenso de pedestres Rótulas vazadas e interseções deficientes de acesso à cidade Ruas laterais interrompidas e em condições precárias Pontos críticos de acidentes Velocidades altas de operação pelo motorista da rodovia

Quadro 5 - Problemas das Travessias Urbanas

6.3 IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENGENHARIA ADOTADAS

Esta etapa do estudo tem a finalidade de identificar as soluções propostas para os problemas citados no programa, observar a frequência das proposições dos projetos avaliados e identificar indicadores das medidas adotadas no programa.

No desenvolvimento do estudo foram aplicadas as técnicas de estratificação e folha de verificação classificatória, visando a otimização no processo de análise dos dados.

A ferramenta de estratificação permitiu identificar as soluções propostas através da divisão em grupos, considerando a influência sobre os fatores de mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade. A estratificação das soluções propostas, apresentada no Quadro 6, tem como base a estratificação dos problemas.

O agrupamento das soluções adotadas para a mobilidade do tráfego de passagem está relacionado à preservação da fluidez do fluxo de veículos na rodovia, controlando acessos e sinalizando restrições da via. Os problemas de acessibilidade da comunidade estão relacionados à proteção da circulação urbana, criando canais de acesso às atividades urbanas e medidas visando à redução de acidentes.

Apresenta-se a seguir a estratificação da tipologia de soluções propostas pelos projetistas no Quadro 6.

<i>Fatores</i>	<i>Soluções propostas pelos projetistas</i>
<i>Mobilidade do tráfego de passagem</i>	Utilização de pavimento diferenciado na identificação de acessos Definição dos locais de ingresso e egresso na rodovia entre interseções Implantação de retornos operacionais em segmentos de pista dupla Duplicação de pista com canteiro central Interseção em desnível Placa de regulamentação de restrição no estacionamento junto aos acostamentos Barreira rígida entre pista dupla Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais Instalação de placa de indicação de início e fim do perímetro urbano Execução de refúgios para paradas de ônibus
<i>Acessibilidade da comunidade</i>	Complementação ou implantação de rua lateral Implantação de passeios junto às ruas laterais Implantação de rótula e interseções de acesso à cidade Adequações geométricas das interseções existentes de acesso à cidade Regulamentação da velocidade limite do trecho através de sinalização Projeto de iluminação ao longo do trecho Construção de ciclovias junto às ruas laterais Recuperação de passarelas existentes Pintura no local definido para a travessia de pedestre em nível Inclusão de placa de indicação para movimento de pedestres Instalação de semáforos com amarelo piscante e semáforos para pedestres em locais de movimento intenso Implantação de redutor eletrônico de velocidade que monitora o segmento

Quadro 6 - Soluções de Engenharia Adotadas nos Projetos Avaliados

As soluções propostas pelos projetistas são adequadas a cada particularidade de travessia urbana, significando que as intervenções são aplicadas considerando características tais como: extensão da travessia urbana, intensidade da movimentação de pedestres e ciclistas, volume do tráfego local e condições físicas existentes. Para cada travessia urbana adotam-se diferentes combinações de soluções citadas no Quadro 6.

De maneira geral, as soluções propostas nos projetos visam organizar, canalizar, restringir e conduzir a movimentação dos veículos e conseqüentemente proporcionar fluidez ao tráfego de veículos, além de induzir pedestres e ciclistas a realizar suas trajetórias em locais apropriados. Desta forma, as interferências entre movimentação dos usuários motorizados e circulação dos usuários não motorizados e as ocorrências de acidentes em pontos críticos podem ser reduzidas ao longo da travessia urbana.

Quanto às questões problemáticas de ocupação do uso do solo, os relatórios definem a demarcação da faixa de domínio em plantas do projeto e uma estimativa orçamentária das desapropriações necessárias para realizar a nova largura dessa faixa em relação ao novo gabarito da rodovia na extensão das travessias urbanas. A demarcação da faixa de domínio é materializada em campo através das cercas de limite das propriedades lindeiras.

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER/IPR, 1999a), a definição para faixa de domínio é:

Área compreendendo a rodovia e suas instalações correlatas e faixas adjacentes legalmente delimitadas, de propriedade ou sob domínio ou posse do órgão rodoviário e sobre o qual se entende sua jurisdição. Deve ser prevista com largura suficiente para conter as instalações necessárias aos serviços de controle da operação da rodovia e permitir sua conservação, proteção e sua futura expansão.

As soluções apresentadas nos relatórios de projeto do programa de Melhorias das Travessias Urbanas no Rio Grande do Sul são indicadas em legislação brasileira. A utilização dos tipos de medidas descritas em manuais rodoviários brasileiros de projetos permite a uniformidade das proposições para travessias urbanas. Portanto, a uniformidade da tipologia de soluções adotadas permite aos usuários se familiarizem com as trajetórias e, conseqüentemente, que haja maior confiança na realização de seus deslocamentos.

Uma descrição sucinta de cada uma das soluções disposta no Quadro 6 foi apresentada no capítulo 5, seção 5.2, deste trabalho.

6.4 INDICADORES PARA PROJETO DE TRAVESSIAS URBANAS

6.4.1 Soluções Propostas no Programa

Esta seção teve como finalidade verificar a tendência de melhoria nos fatores de mobilidade do tráfego de passagem e acessibilidade da comunidade em relação às soluções propostas pelos projetistas. Se as soluções tendem a melhorar predominantemente a mobilidade do tráfego de passagem ou se tendem a melhorar a acessibilidade da comunidade no contexto do programa.

A ferramenta de verificação classificatória permitiu quantificar o número de soluções adotadas pelos projetistas em relação aos fatores de mobilidade do tráfego de passagem e de acessibilidade à comunidade por porte de cidade, definido como:

- a) Núcleos urbanos: cidades com número de habitantes menor que 10.000;
- b) Cidade Pequena: cidades com número de habitantes entre 10.000 e 50.000;
- c) Cidade Média: cidades com número de habitantes entre 50.000 e 160.000.

A Tabela 11 apresenta a folha de verificação classificatória das soluções propostas pelos projetistas. Esta tabela foi organizada mantendo a estratificação da tipologia de soluções apresentada na seção 6.3.

Tabela 11 – Quantidades das Soluções Propostas pelos Projetos Avaliados

Nº Total de Travessias Urbanas		09	13	10	32	
Porte da Cidade		Núcleo Urbano	Cidade Pequena	Cidade Média	Total/Solução	
Soluções propostas						
MOBILIDADE DO TRÁFEGO	Execução de refúgio para parada de ônibus	02	04	04	10	
	Utilização de Pavimento diferenciado na identificação de acessos	04	07	03	14	
	Definição dos locais de ingressos e egressos à rodovia entre interseções	03	02	01	06	
	Implantação de retornos operacionais em segmentos de pista dupla	03	03	06	12	
	Duplicação de pista com canteiro central	02	01	01	04	
	Interseção em desnível	02	01		03	
	Placa de regulamentação de restrição a estacionamento junto aos acostamentos	01	01		02	
	Barreira rígida entre pistas duplas	01			01	
	Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais	09	10	08	27	
	Instalação de placa de indicação de início e fim do perímetro urbano	05	05	06	16	
	SUB-TOTAL DAS MEDIDAS DE MOBILIDADE DO TRÁFEGO	32	34	29	95	
	ACESSIBILIDADE DA COMUNIDADE	Implantação de Passeios junto às ruas laterais	02	04	05	11
		Implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade	09	11	10	30
Adequações geométricas das interseções existentes de acesso à cidade			01	01	02	
Regulamentação de velocidade limite do trecho através de sinalização		05	09	06	20	
Complementação ou implantação de rua lateral		07	07	10	24	
Projeto de iluminação ao longo do trecho				02	02	
Construção de ciclovias junto às ruas laterais				01	01	
Recuperação de passarelas existentes		01		01	02	
Pintura no local definido para a travessia de pedestre em nível		02	05	05	12	
Inclusão de placa de indicação para movimento de pedestres		03	07	04	14	
Instalação de semáforos com amarelo piscante e semáforos para pedestres em locais de movimento intenso		04	06	03	13	
Implantação de redutor eletrônico de velocidade que monitora o segmento			01	01	02	
SUB-TOTAL DAS MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE DA COMUNIDADE		33	51	49	133	
TOTAL	65	85	78	228		

OBS.: as células vazias da tabela representam quantidade igual a zero

A partir da Tabela 11, foram elaboradas as seguintes relações e percentuais para medidas voltadas à mobilidade e acessibilidade.

O percentual calculado para mobilidade baseou-se na relação entre o número de soluções que visam melhorar a mobilidade do tráfego de passagem pelo número total de soluções. O percentual calculado para a acessibilidade teve base na relação entre o número de soluções que visam predominantemente facilitar os acessos às atividades urbanas pelo número total de soluções.

Tabela 12 - Medidas do Estudo de Caso voltadas à Mobilidade e Acessibilidade

	Nº de soluções (Núcleo Urbano)	Nº de soluções / Nºtotal (%)	Nº de soluções (Cidade Pequena)	Nº de soluções / Nºtotal (%)	Nº de soluções (Cidade média)	Nº de soluções / Nºtotal (%)	Nº total de soluções	(%)
Mobilidade	32	14,04	34	14,91	29	12,72	95	41,67
Acessibilidade	33	14,47	51	22,37	49	21,49	133	58,33
Nº total de soluções	65	28,51	85	37,28	78	34,21	228	100,00

Analisando a Tabela 12, foi possível identificar algumas indicações dos efeitos desejados pelos projetistas, tais como:

- a) Medidas que visam priorizar a acessibilidade da comunidade, representa 58,33 %
- b) Medidas que visam priorizar a mobilidade do tráfego de passagem, representa 41,67 %;
- c) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nos núcleos urbanos:
 $33/65 = 50,77 \%$
- d) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nas cidades pequenas:
 $51/85 = 60,00 \%$
- e) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nas cidades médias:
 $49/78 = 62,82 \%$
- f) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nos núcleos urbanos:
 $32/65 = 49,23 \%$

g) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nas cidades pequenas:

$$34/85 = 40,00 \%$$

h) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nas cidades médias:

$$29/78 = 37,18 \%$$

i) A proporção de medidas voltadas à acessibilidade da comunidade aumenta e que a proporção de medidas que visam a mobilidade do tráfego de passagem diminui quanto maior o porte da cidade

6.4.2 Componentes das Soluções: Obras Físicas, Sinalização e Equipamentos Eletrônicos

As soluções propostas no programa avaliado foram classificadas em obras físicas, elementos de sinalização e equipamentos eletrônicos de tráfego. A Tabela 13 apresenta o número de soluções propostas e o percentual em relação ao total de soluções voltadas à mobilidade e acessibilidade.

Tabela 13 – Componentes das Soluções Adotadas no Programa Avaliado

Compon.	Soluções Propostas	Mobilidade	Nº soluções de mobilidade / nº sol. total (%)	Accessibilidade	Nº soluções de acessibilidade / nº sol. total (%)	Total	Nº de soluções / nº sol. total (%)
Obras Físicas	Implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade			30	13,16	122	53,51
	Complementação ou implantação de Rua Lateral			24	10,53		
	Utilização de Pavimento diferenciado na identificação de acessos	14	6,14				
	Definição dos locais de ingressos e egressos na rodovia entre interseções	06	2,63				
	Implantação de retornos operacionais em segmentos de pista dupla	12	5,26				
	Adequações geométricas nas interseções existentes de acessos à cidade			02	0,88		
	Barreira rígida entre pistas duplas	01	0,43				
	Implantação de Passeios junto às ruas laterais			11	4,82		
	Execução de refúgios para parada de ônibus	10	4,38				
	Projeto de iluminação ao longo do trecho			02	0,88		
	Construção de ciclovias junto às ruas laterais			01	0,43		
	Recuperação de passarelas existentes			02	0,88		
	Duplicação de pista com canteiro central	04	1,75				
	Interseção em desnível	03	1,32				
SUB-TOTAL	50	21,93	72	31,58	122	53,51	
Sinalização	Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais	27	11,84			91	39,91
	Regulamentação de velocidade limite do trecho através de sinalização			20	8,77		
	Pintura no local definido para a travessia de pedestre em nível			12	5,26		
	Inclusão de placa de indicação para movimento de pedestres			14	6,14		
	Instalação de placa de indicação de início e fim do perímetro urbano	16	7,02				
	Placa de regulamentação de restrição a estacionamento junto aos acostamentos	02	0,88				
	SUB-TOTAL	45	19,74	46	20,17		
Equ. El.	Instalação de semáforos			13	5,70	15	6,58
	Implantação de redutor eletrônico de velocidade			02	0,88		
	SUB-TOTAL			15	6,58		
TOTAL		95	41,67	133	58,33	228	100

A partir da Tabela 13 podem-se depreender as seguintes conclusões:

- a) das soluções propostas para o programa de Melhorias das Travessias urbanas do Rio Grande do Sul, 53,51 % contempla implantação de obras físicas, 39,91 % de sinalização e 6,58 % de equipamentos eletrônicos;
- b) 31,58 % são obras físicas relacionadas diretamente à acessibilidade da comunidade e 21,93 % à mobilidade do tráfego de passagem;
- c) a sinalização melhora as condições de operação tanto para a mobilidade quanto para a acessibilidade na mesma proporção.

6.5 UNIFORMIDADE DAS SOLUÇÕES DO PROGRAMA

A uniformidade nos projetos ao longo de uma mesma rodovia proporciona ao motorista reconhecer o ambiente por onde ele se desloca, permitindo interpretar adequadamente as restrições que a via lhe impõe e executar ações seguras na direção do veículo. O julgamento incorreto do motorista acarreta em risco de acidentes.

A redução dos problemas de operação ao longo de um mesmo percurso evita a dúvida do usuário ao transitar nas travessias urbanas, contribuindo para a redução da taxa de acidentes. Desta forma, a uniformidade dos dispositivos se torna fundamental para as condições de segurança no transporte.

Os tipos de soluções adotadas nas travessias urbanas foram quantificados no Quadro 7 e foram organizados em um gráfico de barras em ordem numérica decrescente. O Quadro 7 apresenta as travessias urbanas agrupadas por rodovia. A Figura 5 apresenta o gráfico visualizando os tipos de soluções adotadas para as travessias urbanas do programa em questão.

As extensões de cada travessia urbana estão apresentadas na Tabela 10 na seção 6.1.1 deste estudo de caso.

Rodovias Federais do RS	BR-101		BR-116								BR-153	BR-158	BR-285					BR-290					BR-287	BR-386					BR-471	Nº de segmentos					
	Três Cachoeiras	Terra de Areia	Morro Reuter	Dois Irmãos	Nova Petrópolis	Barra do Ribeiro	Guaíba	São Bernardo	Vacaria	Campestre da Serra	Galópolis	Vila Cristina	Erechim	Cruz Alta	Carazinho	Mato Castelhano	Passo Fundo	Ijuí	Lagoa Vermelha	Pântano Grande	Butiá	Minas do Leão	São Gabriel	Rosário do Sul	Santiago	Santo Antônio do Planalto	Soledade	Pouso Novo	Lajeado		Frederico Westphalen	Sarandi	Santa Cruz do Sul		
Implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30	
Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais				X	X	X	X		X	X	X				X	X		X	X	X		X		X	X	X	X		X	X		X	X	27	
Complementação ou implantação de Rua Lateral	X	X	X	X	X		X		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	24	
Regulamentação de velocidade limite do trecho através de sinalização	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X	X	X	X		X			X		X		X							20	
Instalação de placa de indicação de início e fim do perímetro urbano	X	X	X	X				X	X		X	X		X		X	X	X		X	X						X						X	16	
Inclusão de placa de indicação de pedestres	X	X	X	X	X		X		X						X	X		X	X	X									X						14
Utilização de Pavimento diferenciado na identificação de acessos	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X			X	X		X		X				14	
Instalação de semáforos com amarelo piscante e semáforos travessias de pedestres	X	X	X	X	X		X				X								X		X	X	X					X				X		13	
Pintura no local definido para a travessia de pedestre em nível				X					X	X			X	X	X		X	X	X					X					X	X				12	
Implantação de retornos operacionais nas extremidades do segmento	X	X		X	X		X	X			X									X	X	X			X			X						12	
Implantação de Passeios junto às ruas laterais				X				X			X	X		X	X		X	X					X	X							X			11	
Execução de refúgios para parada de ônibus	X	X		X			X												X		X			X				X				X		10	
Definição dos locais de ingressos/egressos à rodovia entre interseções			X								X				X			X		X					X									6	
Duplicação de pista com canteiro central	X	X						X							X																			4	
Interseção em desnível	X	X																										X						3	
Adequações geométricas nos locais de acessos existentes																				X		X												2	
Instalação de redutor eletrônico de velocidade que monitora o segmento									X																							X		2	
Projeto de iluminação ao longo do trecho																									X								X	2	
Instalação de placa de restrição ao estacionamento nos acostamentos											X													X										2	
Recuperação de passarelas existentes																					X											X		2	
Construção de barreira rígida entre pista dupla																											X					X		2	
Construção de ciclovias junto às ruas laterais																																X		1	

Quadro 7 - Tipologia das Soluções Adotadas no Programa de Melhorias das Travessias Urbanas do RS

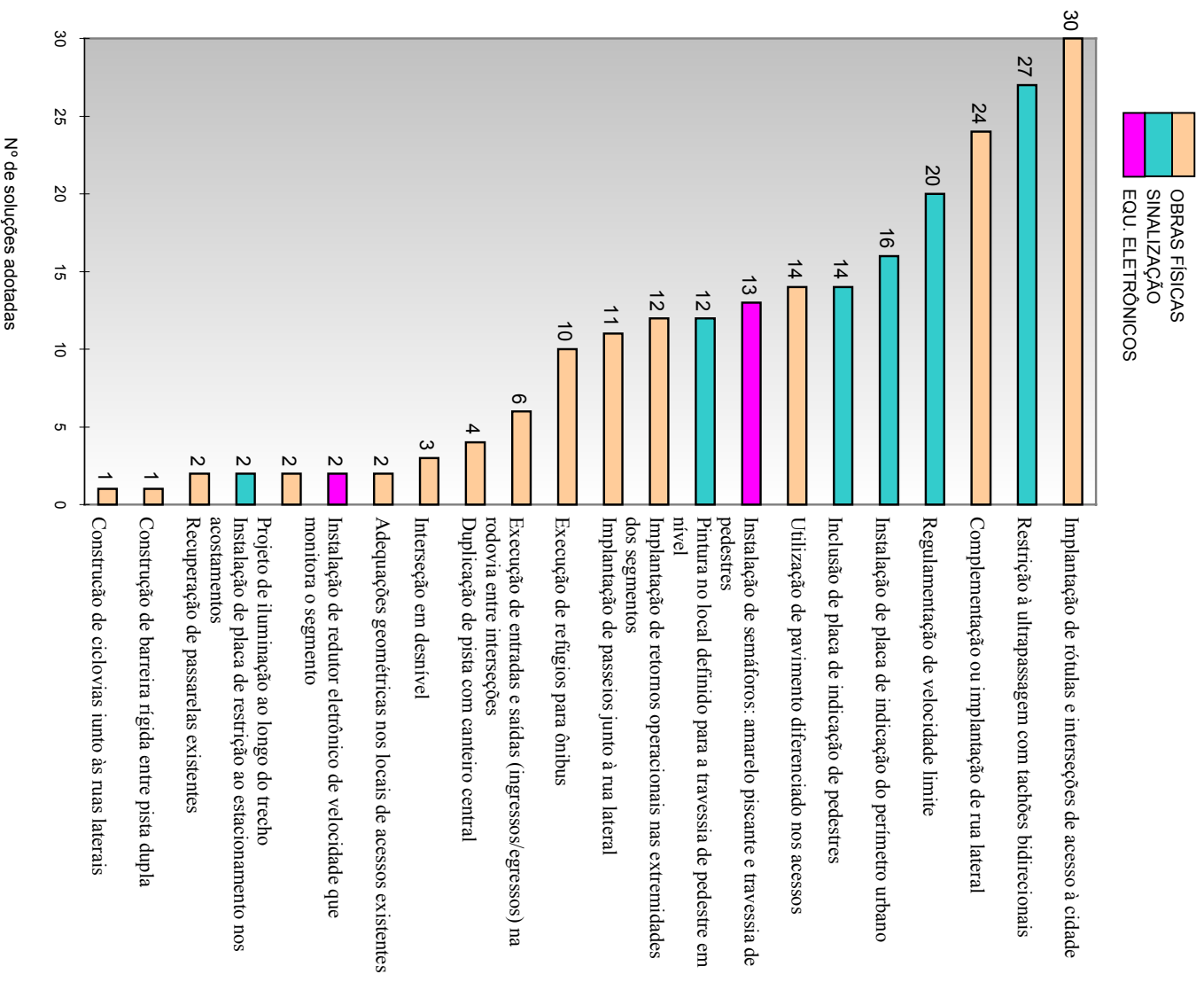


Figura 5 – Quantidade de Soluções Propostas pelos Projetistas

Para a análise da uniformidade das soluções do programa, é necessária a verificação do levantamento cadastral dos tipos de soluções antes existentes e bem implantadas. A planta do projeto geométrico de cada travessia urbana apresenta esse cadastro juntamente com as novas soluções propostas em projeto executivo, contudo as soluções existentes não foram analisadas. Inicialmente, os projetistas procuram manter as boas soluções existentes, integrando-as ao novo projeto, de forma a obter uma combinação de soluções que visam melhorias da travessia urbana.

A verificação da melhoria total das soluções do programa ocorre na comparação das soluções existentes e das novas soluções projetadas, relacionando o “antes” e o “depois”.

Com base na Figura 5 foi possível verificar o número de travessias urbanas, do programa avaliado, por tipo de solução. São elas:

- a) Implantação de rótulas e interseções de acesso principal à cidade para 30 dos segmentos.
- b) Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais para 27 das travessias urbanas em pista simples.
- c) Complementação ou implantação de rua lateral para 24 das travessias urbanas.
- d) Regulamentação de velocidade limite através de sinalização para 20 dos segmentos.
- e) Instalação de placa de indicação do perímetro urbano, para 16 dos segmentos.
- f) Inclusão de placa de indicação de pedestres para 14 dos segmentos.
- g) Utilização de pavimento diferenciado nos acessos para 14 dos segmentos.
- h) Instalação de semáforos para travessias de pedestres em 13 travessias urbanas, incluindo placas e marcação na pista.
- i) Pintura no local definido para travessias de pedestres em nível para 12 dos segmentos;
- j) implantação de retornos operacionais nas extremidades de 12 segmentos;
- k) implantação de passeios junto à rua lateral para 11 dos segmentos;
- l) execução de refúgios para ônibus para 10 travessias urbanas.

As demais soluções apresentam baixa frequência de proposição, pois na maioria das vezes exprimem necessidades particulares do ambiente, tais como: recuperação de passarelas existentes, construção de barreira rígida entre pista dupla e duplicação de pista com canteiro central.

Observa-se a coerência na tipologia de soluções do programa, porém não é possível afirmar que existe uniformidade das propostas para as travessias urbanas.

As medidas físicas e operacionais atendem às condições de operação e segurança da via, controlando acesso de veículos e pedestres, mediante a criação das vias laterais, eliminando a interação do tráfego local com de longa distância. Estas medidas encontram-se dispostas na IPA 04 (DNER/IPR, 1996 a), mas não realizam melhoramentos nas vias internas da área urbana, ação que necessita a interface com as autoridades locais.

O programa de Travessias Urbanas no Rio Grande do Sul segue as diretrizes preconizadas em legislação brasileira vigente, conforme apresentado no capítulo 5. Contudo, observou-se que a seleção de medidas propostas nos relatórios analisados não contempla tratamentos com uso de ondulações, sonorizadores e paisagismo.

A aplicação destas medidas dentre o conjunto de técnicas de moderação de tráfego consiste em propiciar condições eficientes na redução de velocidade, especialmente em situações de travessias de pedestres. A utilização de vegetação também melhora o impacto visual e sonoro no ambiente, auxilia no efeito de canalização do fluxo de pedestres e caracteriza mudança do caráter da via.

Outras medidas de moderação de tráfego, em combinação com tratamentos convencionais para áreas típicas de travessias urbanas, poderão melhorar os resultados na segurança de pedestres e ciclistas. Podem ser recomendadas medidas tais como:

- a) portais: elementos verticais importantes para caracterizar a travessia urbana e alertar o motorista sobre a mudança de uso da via e a velocidade que deve ser aplicada no trecho;
- b) pintura na pista indicando a velocidade limite;
- c) pintura horizontal com efeito de estreitamento de pista;
- d) gradil junto às travessias de pedestres.

6.6 PANORAMA DO PROGRAMA DE MELHORIAS DAS TRAVESSIAS URBANAS DO RIO GRANDE DO SUL

Esta seção do estudo tem por objetivo a análise da tipologia das soluções propostas para o programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul em relação aos problemas identificados nos relatórios. Esta etapa não avalia os detalhes construtivos adotados

no projeto geométrico e projeto de sinalização. Fez-se o uso das seguintes ferramentas de avaliação gerencial: Matriz de Relações e Análise de Lacunas.

No processo de análise foram consideradas as soluções propostas apresentadas em gráfico de barras na seção 6.5.

A técnica da Matriz de Relações consistiu em estabelecer as relações e as intensidades entre os problemas e as soluções para travessias urbanas do programa. A ferramenta tem como regra marcar um símbolo quando se detecta uma relação, que representa a intensidade desta relação. Usualmente atribuem-se valores numéricos a estes símbolos com o objetivo de quantificar o seu grau de importância relativa. O grau das relações ou intensidade das relações é definido pela própria técnica, conforme indicado a seguir (MOURA, 1994).

Símbolo	Intensidade da Relação	<i>Grau da Relação</i>
●	Relação forte	09 pontos
⊕	Relação média	03 pontos
△	Relação fraca	01 ponto

A aplicação da matriz de relações baseia-se na percepção técnica de um grupo, sendo necessário o conhecimento da ferramenta para seu uso mais eficaz. Os resultados de avaliação tendem a um consenso e atingem maior consistência. Entretanto, Moura (1994) admite a possibilidade de aplicação das ferramentas gerenciais da Qualidade por uma única pessoa.

Inicialmente, a ferramenta foi aplicada pelo autor, representando a visão de projetista. Posteriormente, a aplicação foi ampliada para um grupo de engenheiros fiscais de projetos do Departamento de Estudos e Projetos do DAER/RS, representando a visão do gestor. Através da intensidade das relações da matriz foi possível levantar os resultados de avaliação para as soluções de projeto adotadas no programa sob dois pontos de vista.

A análise de lacunas, em aplicação tradicional, (PARASURAMAN *et al*, 1985) consiste em revelar discrepâncias através da comparação entre a expectativa e percepção dos serviços. Essas discrepâncias, também conhecidas como *gaps*, indicam dificuldades a serem ajustadas na prestação dos serviços ao consumidor. Parasuraman *et al* (1985) apresenta 5 *gaps* ou lacunas para verificar possíveis discrepâncias entre um cliente e um provedor de serviços.

Para o presente estudo de caso foi analisado o *gap* 1 que consiste da discrepância entre o que o cliente espera do serviço e como o prestador de serviço gerencia esta expectativa, ou seja, a

discrepância da visão do cliente (gestor) em relação a importância das soluções propostas e a visão do serviço (projetista).

6.6.1 Importância das Soluções Adotadas para os Problemas Identificados em Relatórios de projetos

Os problemas identificados nos relatórios e as soluções do gráfico (Figura 5) foram dispostos em uma matriz com o objetivo de estabelecer o grau de importância de cada solução proposta para os problemas citados nos relatórios avaliados.

Os problemas foram organizados em colunas, agrupados em problemas operacionais e físicos. As soluções propostas foram dispostas nas linhas da matriz.

Para auxiliar no preenchimento da matriz foi adotada a metodologia proposta por Ribeiro *et al* (2001). A seguinte questão foi elaborada:

Se a solução X for implantada, resolve o problema Y?

- a) Se a resposta for **Sim**, representa um relacionamento forte (09) entre a solução e o problema;
- b) Se a resposta for **Parcialmente**, representa um relacionamento moderado (03) entre a solução e o problema;
- c) Se a resposta for **Talvez**, representa um relacionamento fraco (01) entre a solução e o problema; enquanto que,
- d) Se a resposta for **Não**, representa que não existe relacionamento entre a solução e o problema (em branco).

A Figura 6 e a Figura 7 apresentam, respectivamente, os resultados da avaliação do autor (projetista) e a avaliação da equipe de técnicos do Departamento de Estudos e Projetos do DAER (gestores) para a matriz de relações entre as soluções adotadas e os principais problemas identificados em relatórios de projeto. Na Figuras 8, ambas as matrizes de relacionamentos (Figuras 6 e 7) foram apresentadas juntas para facilitar a visualização das diferenças das relações detectadas no preenchimento. Os símbolos posicionados a direita das células representam as relações da Figura 6 (projetista) e os símbolos posicionados a esquerda das células representam as relações da Figura 7 (gestores).

Problemas / Soluções	PROBLEMAS OPERACIONAIS										PROBLEMAS FÍSICOS			Somatório
	Pontos críticos de acidentes	Altas velocidades de operação	Ingressos e egressos não controlados	Movimento intenso de pedestres	Perda da capacidade e NS da rodovia	Sinalização precária e mal conservada	Rótulas vazadas e interseções deficientes	Acessos não planejados p/ postos abastec.	Ruas laterais interrompidas e precárias	Ruas da cidade direto na rodovia	Paradas de ônibus sem baixa	Estacionamento nos acostamentos		
Implantação de rótulas e interseções de	●	●	●	△	⊕		●	⊕	⊕	●				55
Restrição à ultrapassagem com tachões	●	●	⊕		⊕	●	⊕							36
Complementação ou implantação de rua lateral	●		●		⊕		△	●	●	●	⊕	⊕		55
Regulamentação de velocidade limite	●	●		⊕		⊕	⊕							27
Instalação de placa do perímetro urbano	⊕	⊕		⊕		⊕								12
Inclusão de placa de indicação de pedestres	⊕	⊕		⊕		⊕								12
Utilização de pavimento diferenciado	⊕	△	⊕	⊕			△							14
Instalação de semáforos	●	●		●		△								28
Pintura de trav.de pedestres em nível	●	⊕		●		●								30
Implantação de retornos operacionais			●				●							18
Implantação de passeios junto a rua lateral				●										9
Execução de refúgios para ônibus	⊕		△							●				13
Execução de entradas e saídas entre interseções	●		●				●							27
Duplicação de pista com canteiro central	●				●									18
Interseção em desnível	●		●		●		●	△						37
Adequações geométricas em acessos existentes	●	⊕	△	⊕	△		●	●						35
Instalação de redutor eletrônico de velocidade	●	●		⊕										21
Iluminação ao longo do trecho	●			⊕										12
Instalação de Placa de restrição estacionamento	△											●		10
Recuperação de passarelas existentes	●													18
Construção de barreira rígida em pista dupla	⊕		△	●	△			△						15
Construção de ciclovias junto a rua lateral	⊕				△									4

Figura 6 - Matriz de relacionamentos (visão do projetista)

Problemas / Soluções	PROBLEMAS OPERACIONAIS								PROBLEMAS FÍSICOS				Somatório
	Pontos críticos de acidentes	Altas velocidades de operação	Ingressos e egressos não controlados	Movimento intenso de pedestres	Perda da capacidade e NS da rodovia	Sinalização precária e mal conservada	Rótulas vazadas e interseções deficientes	Acessos não planejados p/ postos abastec.	Ruas laterais intermptas e precárias	Ruas da cidade direto na rodovia	Paradas de ônibus sem baixa	Estacionamento nos acostamentos	
Implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade	●	●	●	⊕	⊕		●	●	⊕	△			55
Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais	●	⊕	△			●	⊕	△					26
Complementação ou implantação de rua lateral	●		●		●		△	●	●	●	●	●	73
Regulamentação de velocidade limite	⊕	⊕			△	△	△						9
Instalação de placa do perímetro urbano	⊕	⊕				△	△						8
Inclusão de placa de indicação de pedestres	⊕	⊕		⊕		△							10
Utilização de pavimento diferenciado	⊕	⊕	●			△	⊕	●					28
Instalação de semáforos	●	●	●	●			●						45
Pintura de trav.de pedestres em nível	⊕	⊕		●	⊕	⊕							21
Implantação de retornos operacionais		△	⊕		△			⊕					8
Implantação de passeios junto a rua lateral				●							⊕		12
Execução de refúgios para ônibus	⊕		△	△	⊕						●		17
Execução de entradas e saídas entre interseções	●		●		⊕			⊕		⊕			27
Duplicação de pista com canteiro central	●		⊕		●		△	△		△			24
Interseção em desnível	●		●		●		●	⊕					39
Adequações geométricas em acessos existentes	●	⊕	△		●		●	●					40
Instalação de redutor eletrônico de velocidade	●	●		⊕			⊕						24
Iluminação ao longo do trecho	●					△							10
Instalação de Placa de restrição estacionamento	⊕				△							●	13
Recuperação de passarelas existentes	●			●	⊕								21
Construção de barreira rígida em pista dupla	⊕		⊕	●	△			⊕					19
Construção de ciclovias junto a rua lateral	⊕				△								4

Figura 7 - Matriz de relacionamentos (visão dos gestores)

Problemas / Soluções	PROBLEMAS OPERACIONAIS											PROBLEMAS FÍSICOS				Somatório	Somatório
	Pontos críticos de acidentes	Altas velocidades de operação	Ingressos e egressos não controlados	Movimento intenso de pedestres	Perda da capacidade e NS da rodovia	Sinalização precária e mal conservada	Rótulas vazadas e interseções deficientes	Acessos não planejados p/ postos abastec.	Ruas laterais interrompidas e precárias	Ruas da cidade direto na rodovia	Paradas de ônibus sem baixa	Estacionamento em acostamentos					
Implantação de rótulas e interseções de	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	△ ⊕	⊕ ⊕		● ● ⊕ ⊕	⊕ ●	⊕ ⊕	● △						55	55
Restrição à ultrapassagem com tachões	● ● ● ●	⊕ ⊕	⊕ △		⊕	● ●	⊕ ⊕	△								26	36
Complementação ou implantação de rua lateral	● ● ● ●		● ●		⊕ ●		△ △	● ● ● ●	● ● ● ●	⊕ ●	⊕ ●					73	55
Regulamentação de velocidade limite	● ⊕	● ⊕		⊕	△	⊕ △	⊕ △									9	27
Instalação de placa do perímetro urbano	⊕ ⊕	⊕ ⊕		⊕		⊕ △	△									8	12
Inclusão de placa de indicação de pedestres	⊕ ⊕	⊕ ⊕		⊕ ⊕		⊕ △										10	12
Utilização de pavimento diferenciado	⊕ ⊕	△ ⊕	⊕ ●	⊕		△	⊕	●								28	14
Instalação de semáforos	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●		△	●									45	28
Pintura de trav.de pedestres em nível	● ⊕	⊕ ⊕		● ● ● ●	⊕	● ⊕										21	30
Implantação de retornos operacionais		△	● ⊕		△		●	⊕								8	18
Implantação de passeios junto a rua lateral				● ● ● ●							⊕					12	9
Execução de refúgios para ônibus	⊕ ⊕		△ △	△	⊕						● ●					17	13
Execução de entradas e saídas entre interseções	● ● ● ●		● ● ● ●		⊕			● ⊕		⊕						27	27
Duplicação de pista com canteiro central	● ● ● ●		⊕		● ● ● ●		△	△		△						24	18
Interseção em desnível	● ● ● ●		● ● ● ●		● ● ● ●		● ● ● ●	△ ⊕								39	37
Adequações geométricas em acessos existentes	● ● ● ●	⊕ ⊕	△ △	⊕	△ ●		● ● ● ●	● ● ● ●								40	35
Instalação de redutor eletrônico de velocidade	● ● ● ●	● ● ● ●		⊕ ⊕			⊕									24	21
Iluminação ao longo do trecho	● ● ● ●			⊕		△										10	12
Instalação de Placa de restrição estacionamento	△ ⊕				△							● ●				13	10
Recuperação de passarelas existentes	● ● ● ●			● ● ● ●	⊕											21	18
Construção de barreira rígida em pista dupla	⊕ ⊕		△ ⊕	● ● ● ●	△			△ ⊕								19	15
Construção de ciclovias junto a rua lateral	⊕ ⊕				△ △											4	4

Figura 8 - Matriz consolidada de relacionamentos

Apresentam-se, a seguir, ponderações consideradas pelo autor e equipe de engenheiros, durante o preenchimento das matrizes.

- a) A complementação ou a implantação de rua lateral está relacionada à acessibilidade da comunidade. A via em extensão e o pavimento adequado fazem com que o motorista local realize seus deslocamentos, entre os bairros da cidade, sem utilizar a rodovia para pequenos trajetos. A rua lateral conduz o trânsito local para as interseções, controlando os cruzamentos, saídas e entradas na rodovia. Conseqüentemente, esta medida reduz as interferências no tráfego de passagem, o volume na rodovia e a probabilidade de acidentes. Adicionalmente, estas vias possibilitam o estacionamento de veículos e paradas para o transporte coletivo.
- b) A implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade possibilita acessibilidade da comunidade em travessias urbanas. Estes dispositivos, bem projetados e instalados, ordenam o tráfego de veículos nos cruzamentos e acessos à rodovia e influenciam na redução de velocidade dos veículos. Em combinação com as ruas laterais, disciplinam o motorista local para cruzar, entrar e sair da rodovia.
- c) A instalação de semáforos é destinada para pontos de maior concentração de pedestres. O uso de sinalização semafórica está associado ao controle total do tráfego de veículos e pedestres, interrompendo o tráfego e proporcionando segurança nas travessias de pedestres. Segundo o grupo de técnicos, estes dispositivos localizados em cruzamento de vias estão relacionados com controle de ingressos e egressos à rodovia. Já, na avaliação do autor, a instalação de semáforo influencia negativamente na mobilidade do tráfego de passagem, recomendando o seu uso para os locais de movimento intenso de pedestres em travessias urbanas.
- d) A utilização de pavimento diferenciado nos acessos produz contraste visual na faixa, auxiliando na sinalização para diferenciar a mudança de ambiente.
- e) A implantação de tachões bidirecionais reforça a visibilidade dos limites das faixas de rolamento da rodovia. Este efeito apresenta um melhor delineamento das faixas de tráfego, conduzindo o fluxo e restringindo a ultrapassagem. Por conseguinte, os tachões bidirecionais influenciam na redução da velocidade dos veículos, o delineamento provoca a sensação de estreitamento de pista e altera o comportamento do motorista.

- f) A pintura para definição de travessias de pedestres em nível é marcada transversalmente ao eixo da rodovia, com a finalidade de conduzir os pedestres. A aplicação da tinta no pavimento bem executada e bem conservada é facilmente visualizada pelo motorista. Contudo, estes locais necessitam de sinalização vertical posicionada antes do local, a fim de advertir o usuário motorizado da presença de pedestres no trecho adiante da rodovia. O projeto de travessia de pedestres exige identificar os pontos de concentração de pessoas e adotar uma combinação de elementos, tais como sinalização, passeios, gradis, iluminação e outros, para que o pedestre utilize a travessia.
- g) A inclusão de placa de indicação de pedestres está associada à sinalização vertical nos locais de movimentação de pedestres, influenciando no comportamento do motorista. Geralmente, são instaladas em locais de travessias de pedestres.
- h) A regulamentação de velocidade limite está associada à operação do tráfego de veículos em um segmento. Nas travessias urbanas, as placas de regulamentação de velocidade são destinadas à redução da velocidade operacional do tráfego de passagem na mudança de ambiente e à redução da probabilidade de acidentes com mortes. Entretanto, segundo o consenso do grupo, esta proposição isoladamente não resolve os problemas identificados em travessias urbanas. A regulamentação da velocidade limite em combinação com dispositivos bem projetados e implantados possibilita disciplinar o motorista. Segundo o autor, as placas de regulamentação auxiliam em ambiente de movimentação de pedestres, pois influenciam o comportamento do motorista para a redução de velocidade.
- i) A instalação de placa de indicação do perímetro urbano é destinada a informar o usuário da rodovia sobre a mudança de ambiente no trajeto, influenciando o comportamento do motorista na condução do veículo. Desta forma, o motorista percebe que irá compartilhar o espaço da rodovia com a movimentação de pedestres e com o trânsito urbano.
- j) A implantação de retornos operacionais nas extremidades dos segmentos, bem projetada e executada, possibilita o movimento do tráfego de veículos para o lado oposto. Segundo o autor, o principal objetivo dos retornos operacionais em combinação com as interseções é o de regular e ordenar os acessos no ambiente da travessia urbana, principalmente, de pequenas extensões. Contudo, o grupo abordou que os retornos operacionais instalados em segmentos de pista dupla podem prejudicar a fluidez do tráfego que os mesmos visam proporcionar.

- k) A execução de refúgios para ônibus, bem projetado e implantado, possibilita a operação de embarque e desembarque de passageiros em condições seguras. O veículo utiliza faixa adequada para sair, parar e retornar a via, evitando paradas irregulares e manobras repentinas no fluxo da rodovia. Os ingressos e egressos de ônibus ocorrem em velocidade compatível a movimentação de veículos e pedestres. A localização dos refúgios para paradas de ônibus associada aos pontos de maior concentração de pedestres permite a ordenação da circulação de pedestres. Estes dispositivos necessitam de sinalização vertical e horizontal, a fim de informar aos usuários motorizados e não motorizados. Paradas de ônibus deslocadas para as ruas laterais elimina a operação de embarque e desembarque do transporte coletivo na rodovia, ou seja, elimina a entrada e o retorno do veículo para a via, permitindo velocidades maiores ao fluxo de passagem, por conseguinte maior fluidez nos deslocamentos.
- l) Execução de entradas e saídas entre interseções está relacionada ao controle de acessos para a rodovia. Segundo o grupo de técnicos, entradas e saídas bem localizadas influenciam na fluidez do tráfego de passagem, ordenando os movimentos de ingressos e egressos dos veículos. Estes dispositivos necessitam a execução de elementos de bloqueio entre os acessos permitidos ao longo do trecho, evitando o ingresso direto de veículos que cruzam a rua lateral para a rodovia, provenientes de ruas da cidade e configurando a separação do espaço rodoviário e espaço urbano.
- m) A duplicação de pista visa adequar a capacidade e o nível de serviço da rodovia. Está relacionada com o volume de tráfego de passagem e a necessidade de fluidez para os deslocamentos. O canteiro central evita o acesso à esquerda, conduzindo os veículos para as interseções ou acessos adequados aos movimentos de retorno.
- n) A instalação de interseção em desnível visa a segregação do tráfego de passagem e local, em cruzamentos de vias de maior concentração de veículos. Permite maior mobilidade do tráfego de passagem e maior acessibilidade da comunidade às atividades urbanas com o mínimo de conflito. As interseções em desnível podem ser executadas sobre a rodovia, viadutos ou sob a rodovia, passagens inferiores.
- o) Adequações geométricas em acesso existentes ordenam o tráfego de veículos nos cruzamentos e acessos à rodovia. Estes dispositivos, bem projetados e instalados,

influenciam na redução de velocidade dos veículos. Em combinação com as ruas laterais, disciplinam o motorista local para cruzar, entrar e sair da rodovia.

- p) Instalação de redutor eletrônico de velocidade está associada à redução de acidentes e a adequação da velocidade de operação dos veículos na via, por conseguinte, promovendo a segurança dos usuários motorizados e não motorizados. Estes equipamentos podem ser utilizados e instalados junto às interseções ou rótulas existentes deficientes a redução da velocidade.
- q) A instalação de placa de restrição ao estacionamento nos acostamento, recuperação de passarelas existentes e construção de barreira rígida em segmento de pista dupla são medidas voltadas para condições particulares de travessias urbanas. Estas medidas, que visam o tratamento localizado, promovem a mobilidade do tráfego de passagem e segurança dos usuários. A barreira rígida permite o bloqueio de passagem para a pista oposta e a passarela permite livre acesso dos pedestres ao outro lado da rodovia.
- r) Construção de ciclovias junto à rua lateral, iluminação ao longo do trecho e implantação de passeios junto às ruas laterais são medidas que promovem maior segurança e conforto para os habitantes da cidade. As ciclovias e passeios permitem ordenar a movimentação de ciclistas e pedestres, livrando-os da interferência do tráfego de veículos. A iluminação é fundamental em locais críticos de visibilidade aos motoristas nos deslocamentos noturnos. Esta medida é adequada ao ambiente urbano, pois promove a segurança dos usuários em geral como prevenção de acidentes e aos crimes.

O grau de importância das soluções propostas para os problemas das travessias urbanas resultado da avaliação do autor está relacionado com a execução das ruas laterais, obras de interseções e restrição à ultrapassagem, que visam segregar e ordenar o tráfego de passagem. O grau de importância das soluções propostas para os problemas das travessias urbanas levantado pelo grupo está relacionado com a execução das ruas laterais, obras de interseções e instalações de semáforos, a fim de controlar totalmente o tráfego de veículos e pedestres.

Observam-se algumas diferenças de intensidade de relações entre as matrizes. Entretanto, nota-se que segundo a percepção apresentada em ambas as matrizes, o conjunto de soluções propostas visa resolver principalmente os problemas operacionais, que influenciam na acessibilidade da comunidade, mobilidade do tráfego de passagem e segurança dos usuários.

6.6.2 Comparação do Grau de Importância Atribuído em Matriz de Relacionamentos

A análise de lacunas é uma técnica utilizada para comparação entre a expectativa e percepção dos serviços prestados. Esta técnica, aplicada ao monitoramento das soluções de projeto após a implantação, seria útil para auxiliar na análise da adequação dos projetos às necessidades locais. Esta técnica sinaliza ao gestor a necessidade de investigação de outros parâmetros na validação das medidas para o programa, principalmente onde ocorrem grandes discrepâncias.

Os relacionamentos das matrizes permitiram o cálculo da discrepância do grau de importância atribuído as soluções propostas em relação aos problemas identificados em relatórios avaliados, baseado nas duas matrizes, preenchidas pelo projetista e pelos gestores. A Tabela 14 apresenta as discrepâncias das expectativas levantadas entre a visão do projetista da matriz de relações (Figura 6) e a matriz de relações da visão do gestor (Figura 7).

Tabela 14 – Discrepâncias do Grau de Importância Atribuído em Matrizes

Soluções Adotadas em 32 travessias urbanas	Matrizes de relações		Lacunas
	A1 Gestores	A2 Projetista	
Implantação de rótulas e interseções de acesso à cidade	55	55	0
Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais	26	36	-10
Complementação ou implantação de rua lateral	73	55	18
Regulamentação de velocidade limite	9	27	-18
Instalação de placa de indicação de perímetro urbano	8	12	-4
Inclusão de placa de indicação de pedestres	10	12	-2
Utilização de pavimento diferenciado nos acessos	28	14	14
Instalação de semáforos: amarelo piscante e de travessias de pedestres	45	28	17
Pintura no local definido para travessias de pedestres	21	30	-9
Implantação de retornos operacionais nas extremidades dos segmentos	8	18	-10
Implantação de passeios junto à rua lateral	12	9	3
Execução de refugio para ônibus	17	13	4
Execução de entradas e saídas na rodovia entre interseções	27	27	0
Duplicação de pista com canteiro central	24	18	6
Interseção em desnível	39	37	2
Adequações geométricas nos locais de acessos	40	35	5
Instalação de redutor eletrônico de velocidade que monitora o segmento	24	21	3
Iluminação ao longo do trecho	10	12	-2
Instalação de placa de restrição ao estacionamento nos acostamentos	13	10	3
Recuperação de passarelas existentes	21	18	3
Construção de barreira rígida entre pista dupla	19	15	4
Construção de ciclovias junto às ruas laterais	4	4	0

Apresenta-se na Figura 9 o gráfico de barras, que representa as lacunas ou discrepâncias do grau das relações atribuídas às soluções adotadas para resolver os problemas identificados em

relatório de projeto, elaborado com base nos valores da Tabela 14. A Figura 9 foi organizada em um gráfico de barras representando a visão dos gestores em ordem numérica decrescente e um gráfico de barras representando a visão do projetista para as soluções listadas correspondendo a seqüência da visão dos gestores.

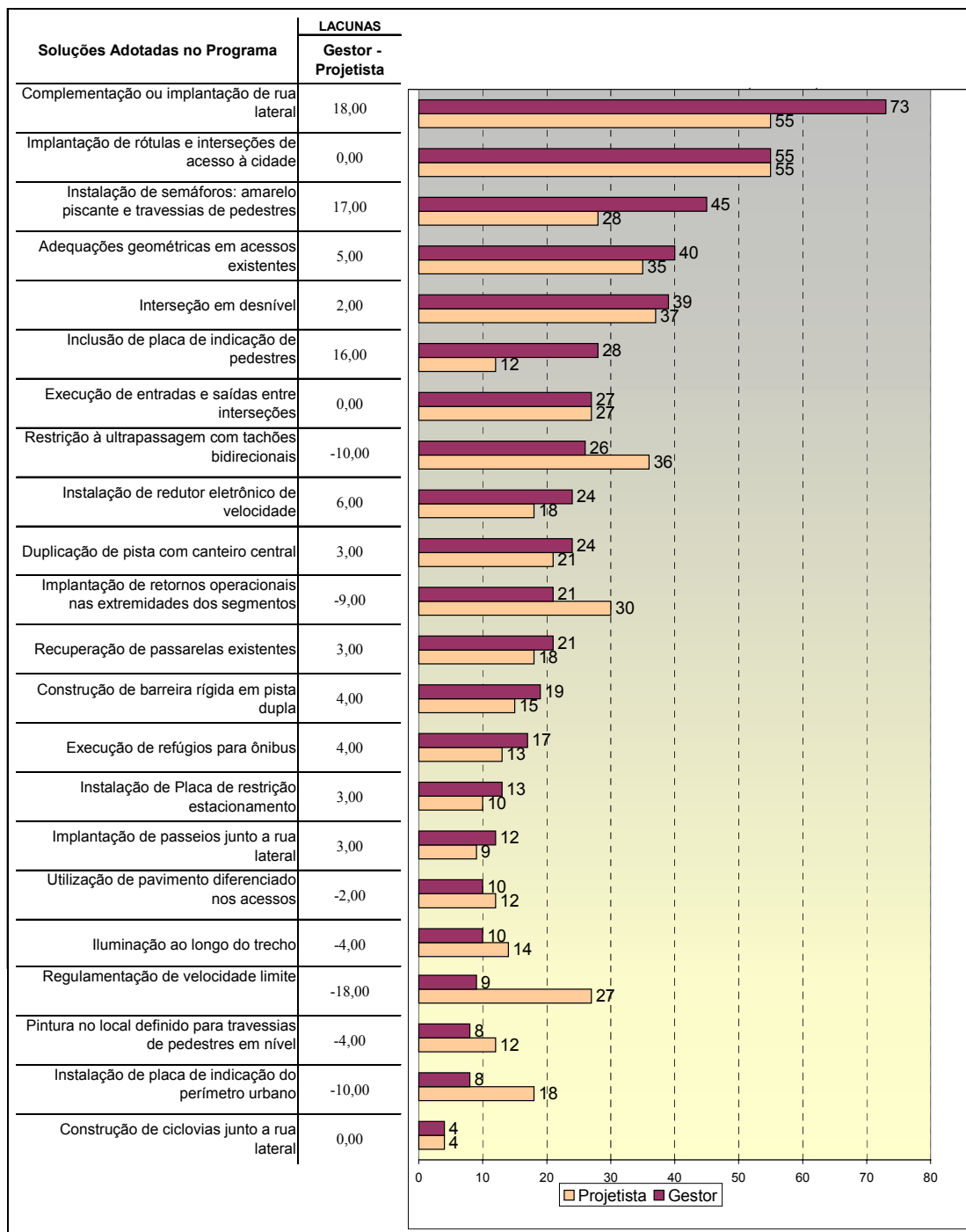


Figura 9- Indicativo das discrepâncias

Na Figura 9, observam-se as lacunas ou discrepâncias entre a visão do projetista e a visão dos gestores em relação ao grau de importância relativo a algumas soluções adotadas para os problemas das travessias urbanas identificados em relatórios de projetos executivos. Sendo elas:

- a) Para as medidas propostas de complementação ou implantação de ruas laterais, instalação de semáforos e instalação de placas de indicação a movimento intenso de pedestres, as lacunas indicam que a importância atribuída pelo gestor à implantação destas medidas para resolver os problemas das travessias urbanas do programa do Rio Grande do Sul é maior que a do projetista.
- b) Para as medidas de restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais, de regulamentação da velocidade limite, de implantação de retornos operacionais nas extremidades dos segmentos, instalação de placa de indicação do perímetro urbano, significa que a importância atribuída pelo gestor à implantação destas medidas é menor importância que a do projetista.

A análise de lacunas não indica a necessidade de correções de parâmetros de projeto geométrico e projeto de sinalização. A técnica é útil aos avaliadores de projetos, a fim de direcionar a análise criteriosa dos itens que apontam discrepância.

A seção 6.6.1 apresenta as ponderações consideradas pelo autor e equipe de engenheiros, durante o preenchimento das matrizes, abordando o ponto de vista para a discrepância constatada na análise de lacunas, referente aos projetos executivos das obras a serem implantadas. A redução das diferenças entre técnicos e gestores pode levar a melhor compreensão das questões que envolvem as travessias urbanas e um melhor desempenho dos resultados.

Após a implantação do programa, recomenda-se um monitoramento de cada dispositivo executado, bem como uma análise das combinações de soluções adotadas, relativo à relação funcional de mobilidade e acessibilidade do segmento e à segurança dos usuários. A pesquisa de satisfação dos usuários nas travessias urbanas e a comparação do antes e depois da implantação do programa, será útil para o empenho do setor rodoviário nas melhorias das travessias urbanas da rede nacional.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi contribuir com informações úteis relacionadas às condições físicas e operacionais de travessias urbanas para a concepção de projetos executivos.

Os segmentos de rodovias que possuem uma concentração populacional nas áreas adjacentes são denominados Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas ou, simplesmente, Travessias Urbanas. As travessias urbanas apresentam condições operacionais especiais, devido à movimentação dos usuários motorizados e não motorizados, sendo necessário um tratamento adequado que promova a fluidez do tráfego de passagem e a acessibilidade às atividades urbanas e, por conseguinte, segurança aos usuários.

Este trabalho de conclusão do curso de mestrado apresentou uma investigação de um programa de melhorias para as travessias urbanas em rede rodoviária arterial no Estado do Rio Grande do Sul, que envolve cidades de pequeno e médio porte. O estudo de caso foi realizado com base em 32 projetos de engenharia de travessias urbanas em rodovias federais utilizadas para viagens inter-regionais, interestaduais e internacionais, que passam por várias cidades. Estes projetos, disponíveis no arquivo de documentos do DNIT, foram elaborados no período de 1996 a 2001.

A partir do estudo de caso, foi possível identificar os aspectos físicos que influenciam os problemas e fatores que condicionam a operação das travessias urbanas, comparar práticas de projetos brasileiros e internacionais, verificar a frequência da tipologia de soluções adotadas em um conjunto de projetos e definir indicadores para projeto de travessias urbanas.

7.1.1 Aspectos Físicos e Operacionais que Influenciam os Problemas das Travessias Urbanas de Pequenas e Médias Cidades

As definições de medidas de interdição para áreas non aedificandi - uso de solo não permitidos, parcelamento de lotes, taxa de ocupação, monitoramento das tendências de desenvolvimento sócio-econômico das comunidades e legislações municipais - são necessárias para a implantação de projetos de travessias urbanas, bem como o comprometimento entre gestores públicos, setores do governo, comunidades e técnicos.

A ocupação e o uso do solo desordenado e, geralmente, linear ao longo das rodovias brasileiras é consequência da falta de planejamento urbano e viário dos municípios. O crescimento linear das cidades instaladas ao longo das rodovias é uma tendência real. Os conflitos em travessias urbanas tendem a continuar, independentemente das medidas físicas e operacionais articuladas pelo setor rodoviário, caso o planejamento urbano não seja efetivado pelos órgãos governamentais. A ruptura da acessibilidade urbana e da mobilidade do tráfego de passagem está relacionada com a intensificação linear das cidades ao longo da rodovia.

A favelização, a segregação urbana, a invasão da faixa de domínio da rodovia, a infraestrutura de ruas laterais em condições precárias e a falta de regulamentação dos acessos caracterizam a ausência do planejamento urbano pelas instituições públicas.

A relação funcional conflitante entre mobilidade e acessibilidade caracteriza um ambiente de risco potencial de acidentes, sendo necessário o empenho da engenharia rodoviária para melhorar as condições no ambiente aos usuários. A mobilidade e a acessibilidade envolvem padrões de segurança aos usuários nas travessias urbanas. O fluxo de passagem necessita adequar o ritmo da viagem e a velocidade de operação, pois a rodovia assume o compartilhamento do espaço com o tráfego de veículos locais, pedestres e ciclistas.

Uma velocidade veicular incompatível as condições locais de uma área urbana torna-se um elemento crítico na segurança dos usuários, principalmente para os pedestres. A falta de tratamento especial permite maior velocidade do tráfego de passagem, por conseguinte aumenta a probabilidade de acidentes nas travessias urbanas.

As condições físicas de uma rodovia que atravessa pequenas e médias cidades se tornam aspectos de agressão e de ameaça aos usuários, em geral, quando apresentam problemas em sua infra-estrutura. As deformações e os buracos na pista, os desníveis entre pista e

acostamentos, as interseções inadequadas, a sinalização horizontal e vertical precárias e a ausência de baías para paradas de ônibus e táxis, entre outros, determinam o grau de dificuldade no trânsito de veículos.

As travessias urbanas na rede rodoviária brasileira apresentam condições físicas e operacionais deficientes, tratamentos inadequados e dispositivos precários. No estudo de caso, os problemas físicos e operacionais relatados possuem naturezas diferentes, porém não estão identificados pelos projetistas.

Nos relatórios não foram apresentadas descrições, diagnósticos e correlações dos problemas de influência nos fatores de mobilidade do tráfego de passagem ou acessibilidade da comunidade. Observou-se, nos relatórios de projetos avaliados, que não foram apresentadas relações claras entre os problemas levantados e as soluções propostas na memória descritiva.

7.1.2 Projetos Brasileiros X Projetos Internacionais

As legislações brasileiras, na determinação de diretrizes para o projeto de travessias urbanas, dispõem as informações disseminadas entre os vários manuais do DNER, atualmente a cargo do DNIT, o que dificulta aos técnicos projetistas a consonância com as abordagens dispostas.

As soluções propostas no programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul representam as intervenções básicas de projetos de travessias urbanas em conformidade com a legislação no Brasil.

Comparando os aspectos analisados na revisão e no estudo de caso, pode-se inferir alguns pontos relevantes sobre as travessias urbanas no Brasil relacionados com os de outros países. As ações e intervenções nas travessias urbanas brasileiras e em países do Reino Unido, Europa, Estados Unidos e Austrália encontram-se em patamares consideravelmente diversos.

De maneira geral, no Brasil, para a elaboração de projetos e execução de obras rodoviárias, ocorre dificuldade de obtenção de recursos financeiros aos novos investimentos. Esta realidade tem levado à elaboração de programas de baixo custo no setor de transporte, implementadas nas principais rotas do sistema rodoviário nacional, necessitando para as travessias urbanas proposições alternativas de soluções adequadas e de novos paradigmas. Aos projetistas cabe a sistematização de processos com a finalidade de atingir melhor desempenho nos resultados, contudo a implantação de medidas institucionais e soluções para as travessias urbanas ainda é incipiente.

Em outros países, já citados no trabalho, é comum a intervenção em travessias urbanas, obtendo resultados efetivos na mitigação do conflito entre a mobilidade e a acessibilidade. Além destes resultados, as instituições e os profissionais são pró-ativos, no sentido de ampliar as condições de segurança, desenvolvendo estudos, integrando medidas moderadoras de tráfego no conjunto de soluções de projeto e integrando conceitos de engenharia de tráfego, de segurança viária e de gerenciamento de velocidade para os projetos de travessias urbanas.

As instituições internacionais adotam, implantam e monitoram as soluções com a finalidade de atingir melhores resultados na operação das travessias urbanas. A análise comparativa entre o antes e o depois da implantação ou implementação de soluções, proporciona a maturação de projetos e correções de diretrizes.

Os projetos brasileiros e internacionais encontram-se em consonância em relação a algumas diretrizes de projeto: adequar a operação da rodovia de maneira a integrar a circulação urbana, ordenar e acomodar o tráfego de veículos e reduzir a ocorrência de acidentes. Novos critérios são integrados aos projetos de travessias urbanas em outros países, baseados na seguinte filosofia: prevenir o uso incorreto da via pelo motorista, evitar variações bruscas da velocidade, direção e volume de veículos e evitar componentes na via que gere dúvida ao usuário. No Brasil, essa filosofia ainda não é explícita em relatórios de projetos.

7.1.3 Freqüência da Tipologia de Soluções Adotadas em um Conjunto de Projetos

A tipologia de soluções adotadas em maior número de vezes no programa avaliado foram:

- a) implantação de rótulas e interseções de acesso principal à cidade para 30 dos segmentos;
- b) restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais para 27 das travessias urbanas em pista simples;
- c) complementação ou implantação de rua lateral para 24 das travessias urbanas;
- d) regulamentação de velocidade limite através de sinalização para 20 dos segmentos;
- e) instalação de placa de indicação do perímetro urbano, para 16 dos segmentos;
- f) inclusão de placa de indicação de pedestres para 14 dos segmentos;
- g) utilização de pavimento diferenciado nos acessos para 14 dos segmentos;
- h) instalação de semáforos para travessias de pedestres em 13 travessias urbanas, incluindo placas e marcação na pista;

- i) pintura no local definido para travessias de pedestres em nível para 12 dos segmentos;
- j) implantação de retornos operacionais nas extremidades de 12 segmentos;
- k) implantação de passeios junto à rua lateral para 11 dos segmentos;
- l) execução de refúgios para ônibus para 10 travessias urbanas.

Observa-se a coerência na tipologia de soluções do programa. As medidas físicas e operacionais atendem às condições de operação e segurança da via, controlando acesso de veículos e pedestres, mediante a criação das vias laterais, eliminando a interação do tráfego local com de longa distância, conforme diretrizes dispostas em legislação brasileira. A utilização dos tipos de medidas descritas em manuais rodoviários brasileiros de projetos permite a uniformidade das proposições para travessias urbanas, porém não é possível afirmar que existe uniformidade das propostas para as travessias urbanas.

7.1.4 Indicadores para Projeto de Travessias Urbanas

A partir do percentual calculado para mobilidade baseado na relação entre o número de soluções que visam melhorar a mobilidade do tráfego de passagem pelo número total de soluções e do percentual calculado para a acessibilidade com base na relação entre o número de soluções que visam predominantemente facilitar os acessos às atividades urbanas pelo número total de soluções foi possível levantar algumas indicações dos efeitos desejados pelos projetistas no programa de Melhoria das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul, tais como:

- j) Medidas que visam priorizar a acessibilidade da comunidade, representa 58,33 %
- k) Medidas que visam priorizar a mobilidade do tráfego de passagem, representa 41,67 %;
- l) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nos núcleos urbanos:
 $33/65 = 50,77 \%$
- m) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nas cidades pequenas:
 $51/85 = 60,00 \%$
- n) Medidas voltadas à acessibilidade da comunidade nas cidades médias:
 $49/78 = 62,82 \%$
- o) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nos núcleos urbanos:
 $32/65 = 49,23 \%$

p) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nas cidades pequenas:

$$34/85 = 40,00 \%$$

q) Medidas voltadas à mobilidade do tráfego de passagem nas cidades médias:

$$29/78 = 37,18 \%$$

r) A proporção de medidas voltadas à acessibilidade da comunidade aumenta e que a proporção de medidas que visam a mobilidade do tráfego de passagem diminui quanto maior o porte da cidade.

Das soluções propostas para o programa de Melhorias das Travessias Urbanas do Rio Grande do Sul, pode-se depreender que 53,51 % envolvem a implantação de obras físicas, 39,91 % de sinalização e 6,58 % de equipamentos eletrônicos e que a sinalização melhora as condições de operação tanto para a mobilidade quanto para a acessibilidade na mesma proporção.

O conjunto de soluções adotadas em projetos avaliados visou resolver principalmente os problemas operacionais, que influenciam na acessibilidade da comunidade, mobilidade do tráfego de passagem e segurança dos usuários.

Observaram-se algumas discrepâncias no grau de importância das soluções adotadas em relação aos problemas identificados levantadas pela visão de projetista e visão dos gestores. Sendo elas:

a) Para as medidas propostas de complementação ou implantação de ruas laterais, instalação de semáforos e instalação de placas de indicação a movimento intenso de pedestres, as lacunas indicam que c é maior que a do projetista. Significa que na visão do gestor a implantação destas medidas é de maior importância para resolver os problemas das travessias urbanas do programa do Rio Grande do Sul.

b) Para as medidas de restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais, de regulamentação da velocidade limite, de implantação de retornos operacionais em segmentos de pista dupla e instalação de placa de indicação do perímetro urbano, a importância atribuída pelo gestor é menor que a apontada pelo projetista. Significa que na visão do gestor, que a implantação destas medidas é de menor importância para resolver os problemas das travessias urbanas.

A redução das diferenças entre técnicos e gestores pode levar para um melhor desempenho nos resultados em travessias urbanas no Brasil.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Após a implantação do programa, recomenda-se um monitoramento de cada dispositivo executado, bem como uma análise das combinações de soluções adotadas, relativo à relação funcional de mobilidade e acessibilidade do segmento e à segurança dos usuários. A pesquisa de satisfação dos usuários nas travessias urbanas e a comparação do antes e depois da implantação do programa, será útil para o empenho do setor rodoviário nas melhorias das travessias urbanas da rede nacional.

A amplitude deste trabalho de conclusão não esgotou questionamentos e informações referentes às travessias urbanas. No desenvolvimento da pesquisa não foram realizadas avaliações técnicas da eficácia dos dispositivos adotados em projetos de travessias urbanas, dos detalhes construtivos dos tratamentos e não foram realizadas análises de custo/benefício de projetos de travessias urbanas.

Para a melhoria dos processos que envolvem as travessias urbanas na rede rodoviária brasileira, sugere-se:

7.2.1 Recomendações para Trabalhos Futuros

- a) Estudo para determinação da relação custo /benefício das obras rodoviárias em travessias urbanas;
- b) Estudos da velocidade operacional em relação à velocidade limite e a influência na probabilidade de acidentes nas travessias urbanas;
- c) Análise de conflitos de tráfego nas travessias urbanas (o quase acidente);
- d) Pesquisas dos efeitos da velocidade limite para cada medida física e operacional implantada na travessia urbana;
- e) Estudos de Medidas Moderadoras de Tráfego para travessias urbanas brasileiras como soluções alternativas para o gerenciamento da velocidade e redução de acidentes, integradas ao conjunto de medidas adotadas;

f) Pesquisa de satisfação do usuário de tráfego de passagem e da comunidade nas travessias urbanas.

7.2.2 Ações Técnicas e Institucionais

- a) Avaliação econômica da ocorrência de acidentes em travessias urbanas;
- b) Monitoramento e fiscalização do crescimento urbano nas rodovias arteriais;
- c) Normatização e sistematização do planejamento urbano de pequenas e médias cidades presentes nas travessias urbanas brasileiras;
- d) Elaboração de Manual de Projetos de Travessias Urbanas;
- e) Priorização das travessias urbanas nos investimentos rodoviários.

REFERÊNCIAS

- ALDUÁN, A. S. **Calmar el Tráfico**. 2º ed. Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General la Vivenda, la Arqutectura y el Urbanismo, Centro de Publicaciones, 1998.
- ARY, J. C.A. e RAPHUL, C. A. **Tratamento das Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas**. Brasília: GEIPOT/EBTU – Ministério dos Transportes, 1986.
- BARBOSA, H. M. **Técnicas de Moderação de Tráfego e Gerenciamento Ambiental**. Curso de Moderação de Tráfego/UFRGS. Porto Alegre, 2001.
- BELLIA V.; BIDONE, E. D. **Rodovias Recursos Naturais e Meio Ambiente**. EDUFF - Editora Universitária. Rio de Janeiro, 1993.
- BHTRANS, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Manual de Medidas Moderadores de Tráfego – Traffic Calming**. Belo Horizonte, 1999.
- BRAZ, J. T. **Novos Conceitos para Definição e Configuração Viária das Entradas e Saídas nas Vias Principais**. In: Congresso da ANPET, 8., 1994, Recife. Anais... (p 313-322).
- CANNELL A. E. R.; GOLD P. A. **Reduzindo Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. Washington (DC),2001.
- CARDOSO, S.H.; MARCON A.F.; APS M.; MARCELLO J.R. **Proposta para Implantação de Centros de Análise e Controle de Acidentes (CACA) em Órgãos Rodoviários e de Via Urbanas**.In: Reunião Anual de Pavimentação,29., 1995, Cuibá.
- DAER - RS. **Normas de Projetos Rodoviários – Projeto Geométrico de Interseções**. Porto Alegre, 1991.
- DETR – Enviroment Transport Regions, UK Department for Transport, Local Governments and The Regions, Traffic Advisory Leaflets 01/00. **Traffic Calming in Villages on Major Roads**. London 2000a. Disponível em: <<http://www.ite.org>> Acesso em: 21/10/2001.
- DETR – Enviroment Transport Regions, UK Department for Transport, Local Governments and The Regions, Traffic Advisory Leaflets 11/00. **Village Traffic Calming Reducing Accidents**. London, 2000b. Disponível em: <<http://www.ite.org>> Acesso em: 14/09/2001.
- DIDONÉ, Luis Antônio. **Análise e Tratamento da Segurança Viária em Rodovias**. Florianópolis, 2000. Tese de Mestrado, UFSC.
- DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Manual de Projeto e Práticas Operacionais para a Segurança Rodoviária**. Brasília, 1976.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Instruções de Proteção Ambiental das Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais**. Brasília, 1996a.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Manual para Ordenamento do Uso do Solo nas Faixas de Domínio e Faixas Lindeiras**. Brasília, 1996b.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Guia de Redução de Acidentes com Base em medidas de Engenharia de Baixo Custo**. Rio de Janeiro, 1998.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Brasília, 1999a.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Manual de Reabilitação de Pavimentos**. Brasília, 1999b.

DNER/IPR – Ministério dos Transportes. **Manual de Sinalização Rodoviária**. Brasília, 1999c.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, km 216,00 ao km 217,50- localidade de Morro Reuter, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1996a.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-287/RS, km 395,85 ao km 401,45-localidade de Santiago, Enecon Engenheiros e Economistas Consultores. Porto Alegre, 1996b.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-285/RS, RS/434(para Ciríaco)-entroncamento RS/135(A), entroncamento RS/135(A)-entroncamento RS/135(B)(Passo Fundo), código do PNV 285BRS0180 e 285BRS0185, km 290+188 ao km 292+068-localidade de Passo Fundo, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 1997a.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento RS/235 (para Nova Petrópolis)-entroncamento RS/239 (para Campo Bom), código do PNV 116BRS3150, km 220,74 ao km 223,20-localidade de Dois Irmãos. Porto Alegre, 1997b.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento BR-290(B) (para Pântano Grande)-entroncamento RST/717 (para Tapes), código do PNV 116BRS3275 e 116BRS3290, km 319,00 ao km 320,00-localidade de Barra do Ribeiro, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1997c.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento RS/452-entroncamento RS/239 (para Campo Bom), código do PNV 116BRS3150, km 188+000 ao km 184+971,806-localidade de Nova Petrópolis, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1997d.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento BR-285/377(B)-entroncamento BR-153(A)/RS/223, código do PNV 386BRS0190. km 191+172 ao km 192+172-localidade de Santo Antônio do Planalto, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 1997e.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento BR-153(A)/RS/223-entroncamento RS/332(B), código do PNV 386BRS0210 e 386BRS0280, km 243,62 ao km 248,06-localidade de Soledade, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 1997f.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-101/RS, entrocamento RS/494-entrocamento RS/486(para Terra de Areia), código do PNV 101BRS54350, km 21,84 ao km 24,84-localidade de Três Cachoeiras, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1997g.

DNER - Ministério dos Transportes, Melhorias das Travessias Urbanas, Projeto Executivo, BR-101/RS, entroncamento RS/417-entroncamentoRS/484(para Maquiné) código do PNV 101BRS4365, km 43,60 ao km 48,10-localidade de Terra de Areia, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1997h.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento RS/332(B)-entroncamento BR-453(A)/RS/130 (para Lajeado), código do PNV 386BRS0235, km 299+690 ao km 300+250-localidade de Pouso Novo, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 1998a.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-290/RS, entroncamento BR-473(A)/BR-158(A), código do PNV 290BRS0270 e 290BRS0290, km 417,00 ao km 421,00-localidade de São Gabriel, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1998b.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento BR-290(B) (para Pântano Grande)-entroncamento RS/709 (para Barra do Ribeiro), código do PNV 116BRS3270, km 299,00 ao km 302,20-localidade de Guaíba, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999a.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento BR-453(A)/RS/130 (para Lajeado)-entroncamento BR-453(B)/RS/129 (Estrela), código do PNV 386BRS0250, km 341,00 ao km 342,73-localidade de Lajeado, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999b.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-290/RS, entrocamento RST/471-entroncamentoRST/474(Pantano Grande), código do PNV 290BRS170, km 212,00 ao km 215,00-localidade de Pântano Grande, Incorp Consultoria Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999c.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-290/RRS, entroncamento BR-470-entroncamento BR-471 (para Pântano Grande), código do PNV 290BRS0170, km 172,96 ao km 175,46-localidade de Butiá, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999d.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-290/RS, entroncamento BR-470-entroncamento BR-471 (Pântano Grande), código do PNV 290BRS0170, km 182,20 ao km 183,20-localidade de Minas do Leão, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999e.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-471/RS, entroncamento BR-287 (para Santa Cruz do Sul)-entroncamento RS/409 (para Vera Cruz), código do PNV 471BRS0050, km 125,00 ao km 130,00-localidade de Santa Cruz do Sul, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 1999f.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-285/RS, entroncamento RS/155 (para Ijuí)-entroncamento RS/342(A)522 (para Cruz Alta), código do PNV 285BRS0320, km 456+300 ao km 460+600-localidade de Ijuí, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000a.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-285/RS, entroncamento RS/142 (para Carazinho)-entroncamento BR-377(B), código do PNV 285 BRS0050, km 383+000 ao km 381+880-localidade de Carazinho, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000b.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-285/RS, entroncamento BR-285 Acesso a mato Castelhana, código do PNV, 285BRS0110, km 151+940 ao km 153+540-localidade de Mato Castelhana, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000c.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-285/RS, entroncamento BR-470(B)(Lagoa Vermelha)-entroncamento RS/126, código do PNV 285BRS0150, km 199,20 ao km 203,60-localidade de Lagoa Vermelha, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000d.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento RS/437 (São Bernardo)-entroncamento BR-453(A) (para Ana Rech), código do PNV 116 BRS3070, km 142,40 ao km 140,40-localidade de São Bernardo, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000e.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento BR-285(A)-entroncamento BR-285(B)Vacaria, código do PNV 116BRS3020, km 36+400 ao km 41+300-localidade de Vacaria, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000f.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento RS/122 (para Samuel)-entroncamento RS/437 (São Bernardo), código do PNV 116BRS3050, km 78+300 ao km 76+840-localidade de Campestre da Serra, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000g.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, fim de pista dupla-entroncamento RS/122, código do PNV 116BRS3110, km 170+500 ao km 171+800-localidade de Galópolis, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000h.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-116/RS, entroncamento RS/452-entroncamento RS/235 (para Nova Petrópolis), código do PNV 116BRS3130, km 184+100 ao km 183+000-localidade de Vila Cristina, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000i.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-158/RS, entroncamento BR-377(A) (Cruz Alta)-entroncamento BR-377(B)/481/RS/342, código do PNV 158BRS1240, km 194+850 ao km 195+590-localidade de Cruz Alta, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000j.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento RS/324-entroncamento RS/150 (Frederico Wesphalen), código do PNV BRS0090, km 30+000 ao km 32+900-localidade de Frederico Wesphalen, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000l.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-386/RS, entroncamento RS/569-entroncamento RS/404 (Sarandi), código do PNV 386BRS0150, km 131+500 ao km 133+740-localidade de Sarandi, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000m.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-153/RS, entroncamento BR-480/RS/479-entroncamento RS/135, código do PNV 153BRS1663, km 51+400 ao km 47+240-localidade de Erechim, Geometric Engenharia e Geologia Ltda. Porto Alegre, 2000n.

DNER - Ministério dos Transportes. **Melhorias das Travessias Urbanas**. Projeto Executivo, BR-290/RS, entroncamento BR-101 (Osório)-entroncamento BR-293(B) (Fronteira BR/AR), código do PNV 290BRS0330, km 478,80 ao km 482,50-localidade de Rosário do Sul, Incorp Consultoria e Assessoria Ltda. Porto Alegre, 2001.

DNER/GEIPOT/INURB – Ministério dos Transportes. **Programa de Travessias Urbanas /BR-101/SC - Municípios de Biguaçu, Palhoça e São José**. Brasília, 1986.

DNER/IME – Ministério dos Transportes. **Relatórios do Estudo de Impacto Ambiental-EIA – Projeto de Ampliação da Capacidade Rodoviária das Ligações com Países do Mercosul – BR-101 Florianópolis(SC) – Osório(RS)**. Brasília, 2001. Volume 4 – Anexo 4 –

Auscultação das Reivindicações das Comunidades Existentes ao Longo do Segmento. CD-Rom.

EHRlich, H. **Innovative Concept designs for Major Routes Traversing our Small Towns: Village of Hocjesin, city of Castle and Villages of Arden.** ITE Annual Meeting Compedium. Washington (DC), 2000. Disponível em: <<http://www.ite.org>> Acesso em: 21/10/2001.

FILHO A. G.; ALMEIDA E.M.V.; CABRAL L. E.; LIMA N.L. **Identificação e Análise da Situação das Travessias Urbanas nas Rodovias sob Jurisdição do DER/MG.** Belo Horizonte, 1998. Monografia apresentada no Programa de Capacitação para Curso de Especialista em Engenharia Rodoviária – V Curso de Pós-Graduação – PUC/ Instituto de Educação Continuada.

FRAMARIM, C. S. **Procedimento para Monitorar medidas voltadas à Redução dos Acidentes no Sistema Viário.** Porto Alegre, 2003. Tese de Mestrado, PPGEP/UFRGS.

KOCH, R. **O Princípio 80/20 – O Segredo de se Realizar Mais com Menos** - editora Rocco. Rio de Janeiro, 2000.

KRAUS, M. F. C. **Moderação de Tráfego. Recomendações e Critérios, visando sua aplicação nas áreas urbanas brasileiras.** Rio de Janeiro, 1997. Tese de Mestrado. COPPE/UFRJ.

KUME, H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade.** São Paulo. ed. Gente. 1993.

LINDAU, L. A.; NODARI, C. T. Auditoria da Segurança Viária. Transportes – v. 9, n. 2, p. 48, 2001.

LOVELL, A.; BAKER M.; BENNETT J. *et al.* **Traffic Calming in Practice.** County Surveyors' Society/Landor Publishing. London, 1994.

MOURA, E. **As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade** - Makron Books. São Paulo, 1994.

MT/DNER. **Relatório do Sistema Rodoviário Nacional – Rede do Plano Nacional Viário – PNV.** Brasília, 2001.

NODARI, C. T. **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples.** Porto Alegre, 2003. Tese de Doutorado, PPGEP/UFRGS.

OGDEN, K. W. **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering.** Institute of Transport, Department of Civil Engineering, Monash University. Melbourne, 1996.

PARASURAMAN, A.; BERRY, L.I. e ZEITHAML, V.A. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implication for Future Research. Journal of Marketing, v. 49, p.41-50, 1985.

POYARES, C. N.; PORTUGAL, L. S. **Elementos de Apoio à Decisão por Políticas de Desestímulo ao Uso de Automóveis em Áreas Centrais.** In: Congresso da ANPET, 8., 1999, Anaisp. 744-745.

RAIA JR., A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais.** Tese de Doutorado, EESC/USP. São Carlos, 2000.

RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E.; DANILEVICZ, A. M. F. **A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços.** Porto Alegre: Feeng / UFRGS, 2001.

ROSS, A.; BAGULEY, C.; HILLS, B.; MCDONALD, M.; SILCOK, D. **Towards Safer Roads in Developing Countries, A Guide for Planners and Engineers.** TRRL, Transport and Road Research Laboratory. London, 1991.

SKENE M. **Traffic Calming “ On arterial Roadways?”** - ITE Annual Meeting Compedium. Washington (DC), 1999-. Disponível em: <<http://www.ite.org>> Acesso em: 10/09/2001.

TALENS, H. **Design Aspects for Sustainable Safe Roads – CROW.** Netherlands, Internacional Conference Traffic Safety on Two Continents, Swden, 1999, p. 20-22.

TRINTA, Z. A. **Contribuição ao Estudo das Travessias Urbanas de Pequeno e Médio Porte por Rodovias de Longo Curso.** Tese de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Básicas para o Gerenciamento do Processo.** Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia, UFMG. Belo Horizonte, 1995.

WEST, J. E. **Arterial Traffic Calming – Is it an Oxymoron?** - ITE Annual Meeting Compedium. Washington (DC), 2000. Disponível em: <<http://www.ite.org>> Acesso em: 21/10/2001.

APÊNDICES

Apêndice A – Características das Travessias Urbanas

<i>Referência do Projeto</i>	<i>Travessia Urbana</i>	<i>Nº de hab.</i>	<i>Rodovia</i>	<i>Trecho</i>	<i>Extensão (m)</i>	<i>Relevo</i>	<i>Faixa de Domínio (m)</i>	<i>VMD (vph)</i>	<i>% de Veículo Pesado</i>
DNER, 1996 a	Morro Reuter	4.737	BR-116	Km 216 –km 217,50	1500	Montanhoso	50		
DNER, 1996 b	Santiago	51.070	BR-287	Km 395,85-km 401,45	5700	Ondulado	80		29
DNER, 1997 a	Passo Fundo	156.333	BR-285	Entroc.RS/434(Ciriaco)-Entroc.BR-135(A)	2180	Ondulado	40	3826	48
DNER, 1997 b	Dois Irmãos	17.997	BR-116	Entroc.RS/235(Nova Petrópolis)-Entroc.RS/239(Campo Bom)	2460	Montanhoso	70		20
DNER, 1997 c	Barra do Ribeiro	10.889	BR-116	Entro BR-190(B)(Pântano Grande)-Entroc.RST 717(Tapes)	1000	Não indicado	60		
DNER, 1997 d	Nova Petrópolis	15.298	BR-116	Entroc.RS/452-Entroc.RS/239(Campo Bom)	1971,80	Montanhoso			
DNER, 1997 e	Santo Antônio do Planalto	2.047	BR-386	Entroc.BR-285/BR-377-Entroc.BR-153(A)/RS-223	1000	Ondulado	70	3486	50
DNER, 1997 f	Soledade	28.303	BR-386	Entroc.BR-153(A)-Entroc.RS/332(B)	4440	Ondulado	70	4644	58
DNER, 1997 g	Três Cachoeiras	9.272	BR-101	Entroc.RS/494-Entroc.RS/286(Terra de Areia)	3000	Plano	60		
DNER, 1997 h	Terra de Areia	10.732	BR-101	Entroc.RS/417-Entroc.RS/484 (Maquiné)	4500	Plano	60		
DNER, 1998 a	Pouso Novo	2.207	BR-386	Entroc.RS/322(B)-Enroc. BR-453(A)/RS-130(Lageado)	560	Ondulado	70	5678	60
DNER, 1998 b	São Gabriel	60.605	BR-290	Entroc. BR-473(A)/BR-153(A)	4000	Não indicado	70		
DNER, 1999 a	Guaíba	85.969	BR-116	Entroc.BR-290(B)(Pântano Grande)-Entroc. RS-709(Barro do Ribeiro)	3200	Não Indicado	60		
DNER, 1999 b	Lageado	62.819	BR-386	Entroc.BR-453/RS-130(Lageado)-Entroc.BR-453/RS-129(Estrela)	1730	Ondulado	90		
DNER, 1999 c	Pântano Grande	10.401	BR-290	Entroc.RST/470-Entroc.RST/471(Pantano Grande)	3000	Não Indicado	60		
DNER, 1999 d	Butiá	19.553	BR-290	Entroc.RST/470-Entroc.RST/471(Pantano Grande)	2500	Ondulado	60		
DNER, 1999 e	Minas do Leão	7.186	BR-290	Entroc. BR-470-Entroc.BR-471(PântanoGrande)	1000	Não Indicado	60		

<i>Referência do Projeto</i>	<i>Travessia Urbana</i>	<i>Nº de hab.</i>	<i>Rodovia</i>	<i>Trecho</i>	<i>Extensão (m)</i>	<i>Relevo</i>	<i>Faixa de Domínio (m)</i>	<i>VMD (vph)</i>	<i>% de Veículo Pesado</i>
DNER, 1999 f	Santa Cruz do Sul	100.433	BR-471	Entroc.BR-287(Santa Cruz do Sul)- Entroc.RS-409(Vera Cruz)	5000	Não indicado	70		
DNER, 2000 a	Ijuí	75.575	BR-285	Entroc.RS/155-Entroc.RS/342	4300	Ondulado	80	4750	57
DNER, 2000 b	Carazinho	56.959	BR-285	Entroc.RS/142 (Carazinho) -Entroc. BR- 377(B)	1120	Ondulado	70	4298	44
DNER, 2000 c	Mato Castelhanao	2.267	BR-285	Entroc. BR-285 –acesso a Mato Castelhanao	1600	Ondulado	70		30
DNER, 2000 d	Lagoa Vermelha	29.402	Br-285	Entroc.RS/470-Entroc.RS-126	4400	Não informado	70	5870	57
DNER, 2000 e	São Bernardo	Sem registro	BR-116	Entroc. RS/437(São Bernardo)- Entroc.BR-453(A)(Ana Rech)	2000	Montanhoso	30	3946	61
DNER, 2000 f	Vacaria	58.534	BR-116	Entroc.BR/285 (A)-Entroc.BR285 (B) Vacaria	4900	Ondulado	40 e 70	5057	57
DNER, 2000 g	Campestre da serra	3.054	BR-116	Entroc. RS/122 (p/ Samuel)-Entroc. RS/437(São Bernardo)	1460		40	2299	57
DNER, 2000 h	Galópolis	Sem registro	BR-116	Fim da pista dupla-RS/452	1300	Montanhoso	30	3130	58
DNER, 2000 i	Vila Cristina	Sem registro	BR-116	Entroc.RS/452-Entroc.RS/235	1100	Montanhoso	50	4066	60
DNER, 2000 j	Cruz Alta	71.135	BR-158	Entroc. BR-377(A)-Entroc.BR- 377(B)/RS-481/RS342	740	Ondulado	70	3250	42
DNER, 2000 l	Frederico Wesphalwn	27.300	BR-386	EntrocRS/324-Entroc.RS/150	2900	Ondulado	50	4008	21
DNER, 2000m	Sarandi	17.854	BR-386	EntrocRS/569-Entroc.RS/404	3060	Ondulado	70	5706	26,58
DNER, 2000 n	Erechim	81.932	BR-153	Entroc.BR-480/RS-479 – Entroc. RS-135	4160	Não Indicado	60	2944	60
DNER, 2001	Rosário do Sul- Entroc.BR- 377(A)	40.897	BR-290	Entroc.BR-101(Osório)- Entroc.BR293(B) (Fronteira Brasil/Argentina)	3700	Ondulado	70	2133	40

Apêndice B – Fichas de levantamento das informações identificadas em relatório

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Morro Reuter BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Velocidade diretriz consagrada na via principal diverge daquela correspondente ao tráfego local, refletindo em perda de capacidade, redução de velocidade da rodovia e trajetórias confusas. – Observa-se que o motorista que se aproxima em alta velocidade pouco altera seu comportamento no sentido de adequá-lo às condições de segurança viária que o grau de urbanização adjacente impõe, decorrendo as demais situações inadequadas. – Em 1992, o km 220 teve 4 acidentes. Em 1993, o km 219+600 (2). Em 1994, o ano mais trágico, os km 217+200, 218+100, 218+500, 220 apresentaram o mesmo índice de acidentes (3 cada). E, em 1995, o km 219 foi o mais crítico do trecho, apresentando 7 acidentes. – A sinuosidade da BR 116, o greide acidentado e a visibilidade comprometida agravam a situação 	<ul style="list-style-type: none"> – Demarcação de faixa de 15m além da faixa de domínio para evitar edificações futuras. – Foram acrescentadas interseções com finalidade específica e ruas laterais. – Largura das ruas laterais é de 7,00m, com 2 faixas de tráfego ou ultrapassagem de veículos estacionados. – As ruas da cidade passam a entroncar as ruas laterais, com exceção do acesso principal ao centro. – Os raios de concordância das esquinas das ruas locais com as laterais não serão menores que 5,00m. – Entre retornos ou locais de postos de serviço foram providenciadas agulhas de ligação. – Foram instaladas uma sinaleira com duas luzes amarelas piscantes, fixadas nos pórticos que delimitam o perímetro urbano. – Usou-se zebrações, linhas demarcadoras e separadoras, setas indicativas, tachões refletivos bidirecionais e pavimento diferenciado em áreas de bifurcação

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Santiago BR-287/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Em 80% do contorno de Santiago a visibilidade é inferior a 450m. - Algumas ruas da cidade de Santiago, incluindo acesso principal, entroncam com a via. 	<ul style="list-style-type: none"> - 15m de faixa não edificável. - Delimitação do início e fim do perímetro urbano por meio de rótulas fechadas para retorno, cruzamento, interligação das ruas laterais e redução de velocidade. - Construção de ruas laterais, de sentido único, em ambos os lados da rodovia. - Execução de refúgios para ônibus, passeios e faixas para pedestres em locais com ilhas separadoras de fluxos da via principal. - Disposição de tachões refletivos bidirecionais ao longo de todo percurso para proibir a ultrapassagem. - Iluminação conveniente em todo o percurso. - RT1 – km 0+300; RT2 – km 1+140; - RT3 – km 1+820; RT4 – km 4+500; RT5 – km 5+520
Passo Fundo BR-285/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - Do km 292+368 até o km 291+648 foi implantada pista dupla com 6,25m de largura cada e canteiro central variável. - Do km 292+068 até o km 290+548: implantação de ruas laterais dos 2 lados da pista com 7,2m de largura, separadas da pista ao longo do curso por canteiros de 1,5m. - RT1 - km 292+168; RT2 - km 290+968; RT3 - km 290+448. - Faixa não edificável de 15m. - Previstas placas de regulamentação, advertência e indicação. - Foram utilizados balizadores, tachões e tachas.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Dois Irmãos BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – A distribuição dos acidentes no segmento é bem uniforme com 1 acidente a cada 200 a 300 m. No entanto, há locais onde são registrados índices mais elevados. Dentre esses pontos, podemos citar: 221+500; 222; 223; 228. Em 1992 registrou-se 8 acidentes no km 229, porém foi um ano atípico. – Velocidade nas vias divergente da rodovia BR/ 116. – Perda de capacidade no segmento. – Redução de velocidade. – Trajetórias confusas. – Dificuldade de adaptação às condições de velocidade do segmento. 	<ul style="list-style-type: none"> – 15m de faixa na edificável. – Delimitar o período urbano com rótulas fechadas com função de retorno, cruzamento, interligação com ruas laterais e redutor de velocidade. – RT1 – km 0+140; RT2 (acesso a Dois Irmãos) – km 0+970; RT3 – 2+340 (km de projeto). – Ruas laterais de 7m de sentido em ambos os lados da pista. – Refúgios para ônibus, passeio e faixa para pedestres. – Proibição de ultrapassagem ao longo de todo percurso com tachões. – Disposição de semáforos de 2 luminárias alternadas na cor amarela, caracterizando o início da zona urbana. – O acesso a Dois Irmãos é feito direto pela BR 116 na RT2, já os outros acessos são feitos pelas ruas laterais. – Zebrados, linhas demarcadoras e separadoras, setas indicativas, tachinhas na entrada das RTs, pavimento diferenciado. – Placas regulamentadoras, indicativas e educativas.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Barra do Ribeiro BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Percebe-se perda da capacidade no segmento, redução de velocidade, trajetórias hesitantes e confusas. – O motorista que se aproxima em alta velocidade oferece resistência em adequar seu comportamento. – Acidentes: Em 1992, o km 318 e o km 322 foram os pontos críticos. Em 1993 foram: km 318+500, km 318+900, 323+100, 323+900. Em 1994 houve poucos acidentes. Em 1995 o km crítico foi o km 324. – O fluxo de cruzamento se desenvolve sobre a rodovia, isto é, não existem incorporações com função de retorno. 	<ul style="list-style-type: none"> – Traçado permanece inalterado, acrescentando-se uma rótula separadora na via principal e o alargamento para introdução do retorno no ramo secundário. A rótula se encontra no Km 319+440m. – Foram especificadas placas regulamentadoras, indicativas e educativas usuais. – A sinalização horizontal, além da usual, apresenta tachões refletivos bidirecionais e tachinhas refletivas demarcando as faixas ao longo das rótulas e pavimento diferenciado para diminuir dúvidas oriundas de percurso. – Demarcação de 15m além da faixa de domínio para área não edificável.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Nova Petrópolis BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Ocupação nas imediações interfere negativamente no fluxo do trecho, dada a divergência entre a velocidade local e a velocidade da via principal. – Perda de capacidade no segmento, redução de velocidade, trajetórias hesitantes e confusas, pouca segurança dada a velocidade diretriz da BR 290. – Nas proximidades do km 184 foram registrados 16 acidentes no período de 1992 a 1995. – Todo o trecho entre o km 183 e 185 tem, na média dos anos estudados, em torno de 9 acidentes por ano. – Existem na margem atividades relacionadas a postos de atendimento a motoristas, com turismo, produtos locais, restaurantes, com seu acesso principal localizado no extremo norte da travessia 	<ul style="list-style-type: none"> – Delimitar o início e fim do perímetro urbano por meio de rótulas fechadas localizadas nos Km 183+440(RT1), 184+840(RT2), 184+920(RT3), com função de retorno, cruzamento, interligação das ruas laterais e redutor de velocidade. – Construção de ruas laterais, de sentido único, em ambos os lados da via principal, entre RT1 e RT2. – Pavimento diferenciado para alertar motorista da entrada dos acessos. – Execução de refúgios para ônibus. – Disposição de tachões refletivos bidirecionais ao longo de todo o percurso, proibindo ultrapassagens. – Caracterização do início da área urbana com disposição de semáforos de duas luminárias amarelas alternadas. – Demarcação dos limites das faixas não edificáveis, 15m após o limite da faixa de domínio.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Santo Antônio do Planalto BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca segurança e desordem na interseção. - Fluxo prejudicado no trecho 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de rótula cheia no Km 191+772m no acesso aos dois lados de Sto Antônio do Planalto. - Acesso para rua Adolfo Schneider. - A Rótula prevê possibilidade de retorno e acessos direcionados a Carazinho, Soledade, acesso leste e oeste a Sto Antônio do Planalto. - Pavimento diferenciado na entrada do acesso a rua Adolfo Schneider. - Largura de pistas com faixa de mão única, prevendo ultrapassagem de veículos parados. - Uso de balizadores, tachões, tachas e grupos focais.
Soledade BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - 20 m de faixa não edificável. - RT1 – 0+100m → acesso ao parque de exposição de Soledade; - RT2 – 1+550m → retorno; - RT3 – 3+115m → acesso principal a Soledade. - Km 0+000 a 3+110, ruas laterais de 8m em ambos os lados, com calçada de 2,50m e Km 3+110 a 4+200, rua lateral apenas na direita. - Pavimento diferenciado na entrada dos acessos para diminuir erros de trajetória. - Placas indicativas e educativas. - Balizadores, tachões, tachas e grupos focais.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Três Cachoeiras BR-101/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Na soma dos anos de 1992, 93, 94 e 95 foram registrados, entre os kms 21+840 e 24+840, 36 acidentes. Destes, 7 foram no km 24+000. - Entre o km 21+840 e o km 23+000, foram registrados 6 acidentes. - Entre o 23 e o 24, tivemos 21 acidentes. - Entre o km 24+000 e o km 24+840, obteve-se 9. - Perda de capacidade no segmento, redução da velocidade, trajetórias hesitantes e confusas. - Resistência do motorista em se adaptar à velocidade da travessia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Duplicação da pista ao longo de toda a travessia. - Construção de ruas laterais ao longo de toda a travessia, em ambos os lados (do km 22 ao 24+840) da via principal, com largura variando de 5 a 7m. - Refúgio para ônibus. - Disposição de semáforos com duas luminárias amarelas demarcando início da área urbana. - Rótulas com função de delimitação do início e do fim do perímetro urbano, cruzamento, retorno, interligação das ruas laterais e redução de velocidade. - Rótula fechada (RT1) – km 21+940; Rótula fechada (RT2) – km 24+680. - Duas rótulas interligando ruas laterais em passagem inferior à BR 101. Kms 22+930 e 23+585. - Para canteiros divisores, rótulas e ilhas adotou-se meio-fio do tipo transponível, as ruas locais e laterais deverão ser delimitadas por meio-fio do tipo convencional. - Placas regulamentadoras, indicativas e educativas usuais. - Zebrados, linhas demarcadoras, separadoras e setas indicativas, tachões, tachinhas demarcando faixas ao longo das rótulas. - Utilização de pavimento diferenciado para alertar motoristas da entrada em acessos

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Terra de Areia BR-101/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Foram registrados 54 acidentes entre 1992 e 1995 na travessia. - Do km 43+600 ao 45 → 13 acidentes. - Do km 45 ao 46 → 21 acidentes. - Do km 46 ao 47 → 14 acidentes. - Do km 47 ao 48+100 → 6 acidentes. - Porém, os kms críticos foram o km 46 (10 acidentes) e o km 45+500 (6 acidentes). - Perda de capacidade no segmento, redução de velocidade, trajetórias hesitantes e confusas. - Resistência do motorista em se adaptar em se adaptar à velocidade da travessia 	<ul style="list-style-type: none"> - 15m de faixa não edificável. - Duplicação da pista ao longo de toda a travessia. - Refúgios para ônibus. - Construção de ruas laterais ao longo de toda a travessia, em ambos os lados das vias principais. Aquelas apresentando uma largura variável de 5 a 7m. - Disposição de semáforos com duas luminárias amarelas demarcando início da área urbana. - Utilização de pavimento diferenciado para alertar os motoristas da entrada em acessos. - Rótula fechada (RT1) com função de cruzamento, retorno, interligação das ruas laterais e redutor de velocidade. No km 470+920. - Interconexão BR101/RS486/RS230, acesso a Curumim (km 43+500) a leste e a Ratinga a oeste. - Introdução de rótulas (retornos) intermediárias e 3 passagens inferiores em locais apropriados interligando ruas laterais, nos kms: 45+290; 46+000; 46+940. - Para canteiros divisores, rótulas e ilhas adotou-se meio-fio do tipo transponível, as ruas laterais deverão ser delimitadas por meio-fio do tipo convencional. - Placas regulamentadoras, indicativas e educativas usuais. - Zebrados, linhas demarcadoras, separadoras e setas indicativas, tachões, tachinhas demarcando faixas ao longo das rótulas.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Pouso Novo BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Fluxo da rodovia municipal prejudicado pela intensidade de veículos na interseção. - Pouca segurança na interseção devido à velocidade dos veículos que trafegam na rodovia principal e a entrada de outros veículos na mesma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de rótula cheia no Km 299+990m no acesso a Pouso Novo. - Viaduto sobre a BR 386 para acesso a Forqueta. Não competem ao projeto. - Foi adotada a faixa de domínio já existente. - Larguras das pistas com faixas e mão única, prevendo ultrapassagem de veículos parados. - Na rótula foi prevista a possibilidade de acesso e retorno para veículos direcionados a Soledade, Lageado e acesso a Pouso Novo. - Utilização de zebrados, sargentos, balizadores, tachas, tachões, grupos focais e divisor New Jersey.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
São Gabriel BR-290/RS	<ul style="list-style-type: none"> - A ocupação nas imediações tem grande interferência negativa no fluxo do trecho dada a divergência entre a velocidade local e a da via principal. - Perda de capacidade no segmento, redução de velocidade, trajetórias hesitantes e confusas, pouca segurança devido à velocidade diretriz da BR 290. - Os Km 420 e 417 apresentam dados somados de 1994 e 1996 de 7 a 9 acidentes, respectivamente. Os Km 418 e 421 apresentam 4 acidentes cada na soma dos 2 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demarcação de faixa non-edificandi -15m. - Projeto de rótula cheia e ruas laterais em ambos os lados da pista no km 417+520. Nos acessos a Sta Brígida e São Gabriel. - Retornos no km 480+630, sob o vão do viaduto que passa sobre a RFFSA. Os retornos são feitos pelas ruas laterais. - Rótula cheia no km 419+640 e acesso ao centro de São Gabriel e acesso ao Hotel Santo Isidoro. - Rótula cheia alongada no km 420+580. - Ruas laterais unidirecionais em ambos os lados da pista do acesso a São Gabriel, no km 420+800. - Melhorias nos acessos aos silos e depósitos e à URCAMP. - Redução de sinalização- mínimo necessário. - Sinalização para canalizar o tráfego manter o condutor em marcha contínua. - Utilização de zebrados, linhas demarcadoras, separadoras e setas indicativas, tachões ao longo da travessia e tachinhas demarcando as faixas ao longo das rótulas. - Utilização de pavimento diferenciado na entrada dos acessos.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Guaíba BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Desorganização dos fluxos. – Existências de múltiplos locais de acesso à área. – Foram registrados 29 acidentes no entorno do km 215 (-100 e +100m) entre 1992 e 1995. – Entre os km 216 e 219 há entrono de 2 acidentes por km por ano. – Velocidades das vias divergem às da BR 290. – Perda de capacidade no segmento. – Redução de velocidade. – Trajetórias hesitantes e confusas. – Dificuldade do motorista de se adaptar às condições de velocidade do segmento 	<ul style="list-style-type: none"> – Delimitou-se o início e o fim do trecho através de 2 rótulas fechadas com função de retorno, cruzamento, interligação das ruas laterais e redutor de velocidade. – A distância entre as rótulas é entorno de 1500m. – Integrou-se o posto da PRF à rótula mais próxima, auxiliando no trabalho de fiscalização. – Desenvolveu-se ruas laterais de sentido único, em ambos os lados da via principal, entre as rótulas externas. – Proibiu-se a ultrapassagem no meio do trecho através de tachões refletivos bidirecionais. – Instalou-se semáforos de duas lâmpadas alternadas, de cor amarela, para indicar o início de zona urbana. – Executou-se refúgios para ônibus. – Demarcou-se a área non-edificandi. – Demarcou-se as faixas ao longo das rótulas através de tachinhas refletivas e utilizou-se pavimento diferenciado para diminuir as dúvidas de percurso.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Lajeado BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> – A ocupação nas imediações interfere negativamente no fluxo do trecho, dada a divergência entre a velocidade local e a velocidade da via principal. – Perda de capacidade no segmento, redução de velocidade, trajetórias hesitantes e confusas, pouca segurança dada a velocidade diretriz da BR 290. – Nas proximidades do km 184 foram registrados 16 acidentes no período de 1992 a 1995. – Todo o trecho entre o km 183 e 185 tem, na média dos anos estudados, em torno de 9 acidentes por ano. – Existem na margem atividades relacionadas a postos de atendimento a motoristas, com turismo, produtos locais, restaurantes, com seu acesso principal localizado no extremo norte da travessia 	<ul style="list-style-type: none"> – Delimitou-se o início e o fim do trecho através de 2 rótulas fechadas com função de retorno, cruzamento, interligação das ruas laterais e redutor de velocidade. – A distância entre as rótulas é entorno de 1500m. – Integrou-se o posto da PRF à rótula mais próxima, auxiliando no trabalho de fiscalização. – Desenvolveu-se ruas laterais de sentido único, em ambos os lados da via principal, entre as rótulas externas. – Proibiu-se a ultrapassagem no meio do trecho através de tachões refletivos bidirecionais. – Instalou-se semáforos de duas lâmpadas alternadas, de cor amarela, para indicar o início de zona urbana. – Executou-se refúgios para ônibus. – Demarcou-se a área non-edificandi. – Demarcou-se as faixas ao longo das rótulas através de tachinhas refletivas e utilizou-se pavimento diferenciado para diminuir as dúvidas de percurso.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Pântano Grande BR-290/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Desorganização dos fluxos. – Existências de múltiplos locais de acesso à área. – Foram registrados 29 acidentes no entorno do km 215 (-100 e +100m) entre 1992 e 1995. – Entre os km 216 e 219 há entrono de 2 acidentes por km por ano. – Velocidades das vias divergem às da BR 290. – Perda de capacidade no segmento. – Redução de velocidade. – Trajetórias hesitantes e confusas. – Dificuldade do motorista de se adaptar às condições de velocidade do segmento 	<ul style="list-style-type: none"> – 15m de faixa não edificável. – Rótulas com função de retorno, cruzamento, redutor de velocidade e interligação com ruas laterais. – RT1 – km 0+130 (km de projeto); – RT2 – km 1+440 (idem); – RT3 – km 2+770 (idem); – Refúgios para ônibus; – Travessias de pedestres; – Uso de tachões proibitivos de ultrapassagem no percurso. – Semáforos com 2 luminárias alternadas na cor amarela indicando o início da área urbana. – Ruas laterais unidirecionais com largura variável de 5 a 7m. – Ruas laterais com tráfego compartilhado junto às rótulas. Nestes trechos o pavimento é diferenciado. – Zebrados, setas indicativas, tachões, tachinhas e pavimento diferenciado para diminuir dúvidas

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Butiá BR-290/RS	<ul style="list-style-type: none"> - O tráfego local interfere de modo significativo nos fluxos principais, pois a velocidade diretriz da BR 290 diverge completamente da correspondente ao tráfego local. - Em 1994 foram registrados poucos acidentes no trecho, já em 1995 os km 172+800 e 175 tiveram 2 ocorrências registradas. Em 1996, o km crítico foi o 175, apresentando 4 acidentes. - Nas duas rótulas existentes, os veículos eram obrigados a cruzar as duas faixas da rodovia ao fazerem retornos. - No km 174+100m havia uma rótula que permitia retorno e acesso às vias urbanas. - As faixas da BR não se separavam no meio da rótula e não havia ruas laterais. - No km 173+250m havia uma rótula semelhante a do km 175, apenas mais alongada e com uma via lateral. 	<ul style="list-style-type: none"> - A rótula existente no Km 173+250 foi alongada e estreitada. A rótula do Km 174+100 foi retirada e implantada outra no Km 174+300m. Acrescentaram-se ruas laterais, com sentido único e paralelo a BR, que absorvem o tráfego local, em geral, mais lento. - A malha viária da cidade passou a entroncar as ruas laterais da rodovia, invariavelmente. - Entre retornos ou locais de postos de serviço foram providenciadas agulhas de ligação entre a BR 290 às ruas laterais. Este arranjo geométrico considera a velocidade autorizada no local, permitindo operações de ingresso e saída confortáveis. - Foram especificadas placas regulamentadoras, separadoras e setas indicativas. - Foram colocados tachões refletivos bidirecionais ao longo de toda a travessia, tachinhas refletivas e pavimento diferenciado em áreas de bifurcação. - Sinalização indicando o perímetro urbano.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Minas do Leão BR-290/RS	<ul style="list-style-type: none"> - De 1992 a 1995 foram registrados entre os km 180 e 180+200, de 7 a 10 acidentes por ano, sendo os de maior número o km 180 com 2 acidentes nos últimos 2 anos e o 182 com registros de 1, 2 e 3 acidentes. - Nos trechos do km 182,2 ao 183,3 foram registrados 5 acidentes em 1992 e 1993 e nenhum em 1994 e 1995. - Tráfego local confundido com o de passagem, travessias desordenadas, pedestres e ciclistas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demarcação de faixa de 15m além da faixa de domínio para evitar edificações futuras. - Construção de 2 rótulas fechadas com função de retorno, cruzamento, interligação das ruas laterais e redutor de velocidade. (RT1)-Km 182+373, (RT2-Km 183+070m) - Construção de ruas laterais de sentido único, em ambos os lados da via principal entre as rótulas. - Aproveitamento da passarela de pedestres sobre a BR 290. - Execução de refúgios para ônibus. - Proibição de ultrapassagem no trecho. - Semáforo alertando zona urbana. - Utilização de pavimentação diferenciada em locais de acesso para alertar o motorista quanto à mudança de rota. - Utilização de zebraados, linhas demarcadoras, tachões e tachinhas para diminuir dúvidas quanto ao percurso. - Sinalização indicando o perímetro urbano.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Santa Cruz do Sul BR-471/RS	<ul style="list-style-type: none"> - A periferia da cidade interfere de modo significativo nos fluxos que utilizam a rodovia em razão da diferença entre a velocidade diretriz e o local. Em consequência disso, temos perda e capacidade do segmento, redução da velocidade e trajetórias confusas e inesperadas. - Dificuldade do motorista, que se aproxima em velocidade, em adequar seu comportamento às condições de segurança viária impostas pelo grau de urbanização adjacente. - Há uma distribuição quase constante entre os km 125 e 130 com praticamente 1 acidente a cada 100 ou 200m, nos anos 1995 e 1996. - Em 1996, houve um acréscimo de acidentes nos km 129 a 130 elevando a média para 3 acidentes a cada 200m 	<ul style="list-style-type: none"> - 15m de faixa não edificável. - Rótulas cheias nos kms: 0+650; 3+100m; 2+000; 4+530 (km de projeto). - Construção de ruas laterais de sentido único em ambos os lados da rodovia entre as duas rótulas das extremidades. - Inclusão de ciclovias ao longo das ruas laterais. - Aproveitamento dos canteiros resultantes das rótulas para a passagem de pedestres. - Execução de refúgios para ônibus. - Disposição de tachões refletivos bidirecionais ao longo de todo o percurso impedindo a ultrapassagem. - Disposição de semáforos com duas luminárias amarelas alternadas caracterizando o início da área urbana. - Iluminação conveniente em todo o percurso. - Sinalização indicando o perímetro urbano.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Acesso a Ijuí BR-285	<ul style="list-style-type: none"> - hospital com movimento de pedestres - Grande de fluxo de veículos pesados 	<ul style="list-style-type: none"> - ruas laterais de 8,00 m separados da pista por canteiros de 15,60 m - passeio de 2,50 m - rótulas em 3 principais acessos: Três Passos, hospital e av. Cel Dico - retorno no km 3+920 - Pórtico indicando o início do perímetro urbano - Passagens em nível para pedestre nos km 1+050, km 1+250, km 1+600 e km 1+800 - placa indicando movimento intenso de pedestres no km 3+620 - Tachões bidirecionais no início e fim do trecho em estudo e nas interseções - Placa indicando as ruas laterais
Carazinho BR-285/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - uma rótula cheia alongada de acesso ao centro da cidade no km 0+860 - tachões bidirecionais - travessias para pedestres em nível - passeio 2,50 m - velocidade limite de 50 km/h

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Mato Castelhana BR-285/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - 200 m de rua lateral com 8 m pelo lado esquerdo separada da pista por canterio lateral de 12 m e passeio de 2,50 m complementando as ruas laterais existentes - implantação de passeio com 2,50 m ao longo das ruas laterais - acesso secundário para bairros - rótula cheia alongada no acesso ao centro - acessos as ruas laterais a cada 600 m com tapers de desaceleração - travessia de pedestres em nível - velocidade limite de 60 km/h na rodovia e 40 km/h para ruas laterais - tachões bidirecionais restringindo a ultrapassagem

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Lagoa Vermelha BR-285/RS	<ul style="list-style-type: none"> – rótula vazada de acesso principal ao centro da cidade – acessos de ruas diretamente a pista principal – ruas laterais não pavimentadas do km 2+400 ao km 2+800 pelo lado esquerdo – paradas de ônibus sem faixa de parada 	<ul style="list-style-type: none"> – 6 rótulas cheias alongadas – ruas laterais do km 2+940 ao km 3+820 com 10 m cada e separados da pista por canteiro de 14 m – passeios de 2,50 m ao longo da rua lateral – cunhas de condução da pista principal para acesso a rua lateral (9 entradas e saídas) – tachões bidirecionais restringindo a ultrapassagem – pátio de estacionamento junto a PRF – 3 travessias em nível para pedestres em frente a escola junto a rótula de acesso ao motódromo – pórtico indicando o início do perímetro urbano – velocidade de 40 km/h junto ao posto da PRF e na extensão do km 3+500 ao km 3+700 cujo ocorre movimento de pedestres para a escola localizada junto a rua lateral – placa de indicação a 200 m da travessia de pedestre

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
São Bernardo BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 km de duplicação do trecho com pistas de 7,20 m e acostamento 2,50 e passeios de 2,50 m - canteiro central de 1,00 m - sistema de circulação nas extremidades - placa indicativa de início e fim do perímetro urbano - velocidade limite de 60 km/h - placa de advertência com mensagem “ movimento intenso de pedestres”
Sarandi BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso direto de ruas para a rodovia 	<ul style="list-style-type: none"> • gota com refúgio central e canteiros de condução no acesso aos bairros e entroncamento com a RS/404 • rótula alongada no acesso ao centro da cidade • 460 m de rua lateral de 7 m pela esquerda separada da pista por canteiro de 21 m • passeio de 1 m no lado esquerdo • redutor eletrônico de velocidade junto a rótula nos dois sentidos com velocidade limite de 50 km/h • travessia em nível para pedestre no km 0+390(LD) e 0+910(LE)

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Vacaria BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> - rótula vazada junto ao acesso ao centro da cidade 	<ul style="list-style-type: none"> - ruas laterais do km 0+250 ao km 3+200 com 8,00 separados por canteiro de 3,50 - ruas laterais do km 3+200 ao km 4+720 com 8,00 m separados por canteiro variando de 11,00 a 15,00 m de largura - passeios de 2,50 m ao longo das ruas laterais - 5 rótulas cheias alongadas no acesso ao centro e a bairros proporcionando retornos de veículos - 5 travessias em nível para pedestres junto as rótulas - pórtico no início do perímetro urbano - controlador de velocidade eletrônico no km 1+220 para 60 km/h - placa de advertência de velocidade a 40 km/h junto as travessias de pedestres
Campestre da Serra BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - uma rótula cheia alongada de acesso ao centro da cidade no km 0+860 - tachões bidirecionais - travessias para pedestres em nível

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Galópolis BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Acessos de vias urbanas diretamente a pista – Tráfego intenso de pedestres – Paradas de ônibus sem refugio é no acostamento 	<ul style="list-style-type: none"> – espera central com 3,60 m de largura e 60 m de comprimento para acesso ao centro – interseção – semáforos para pedestres com botoeira – semáforos – tachões bidirecionais restringindo a ultrapassagem ao longo do segmento – placa indicativa no início e fim do perímetro urbano – velocidade limitada em 60 km/h na entrada e 50 km/h ao longo da travessia
Vila Cristina BR-116/RS	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Não identificado</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – ruas laterais com 4 m separadas da pista por canteiro entre 1 e 11m de ambos os lados da rodovia com retornos nas extremidades – passeio de 2,50 m – sistema binário de circulação com canteiros e ilhas de condução no km 0+500 e km 0+940 – acessos de ingresso a rua lateral a cada 200 m entre os sistemas binários – Placa indicativa do perímetro urbano – Tachões bidirecionais ao longo do trecho

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Cruz Alta BR-158/RS	<ul style="list-style-type: none"> – rótula vazada no local de acesso ao centro 	<ul style="list-style-type: none"> – ruas laterais com 8 m de ambos os lados separadas da rodovia por canteiro de 8,70 m e passeio de 2,50 m – rótula cheia alongada para retorno no início do trecho – rótula cheia alongada para acesso ao centro – placa indicativa de início e fim do perímetro urbano – velocidade limite de 60 km/h – travessia de pedestres em nível
Frederico Wesphalen BR-386/RS	<ul style="list-style-type: none"> – clube esportivo junto a rodovia – interferência dentre os tráfegos locais e de passagem no acesso a indústria de antenas, acesso ao centro e acesso a bairros 	<ul style="list-style-type: none"> – 3 rótulas cheias e alongadas nos pontos de maior conflito de tráfego: acesso ao centro, acesso a bairros e acesso a revenda de carros e a indústria de antenas parabólicas – ruas laterais em ambos os lados – tachões bidirecionais não permitindo ultrapassagem ao longo do trecho – travessias de pedestres junto as rótulas

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Erechim BR-153/RS	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificado 	<ul style="list-style-type: none"> - Do km 51+400 ao 50+900m foi implantada uma rua lateral de 8m de largura e uma calçada de pedestres no lado direito (sentido sul-norte). - Do km 49+100 ao km 48+700 foram implantadas ruas laterais de 8m e calçadas de 2,5m em ambos os lados. - Do km 48+560 ao km 48+220 foram implantadas ruas laterais de 8m de largura e calçada de 2,5m, em ambos os lados da pista. - Rótula cheia (RT1) – km 51+400. - Rótula cheia (RT2) – km 50+975 (acesso ao aeroporto e a Erechim). - Rótula cheia (RT3) – km 48+640 (acesso ao distrito industrial). - Rótula cheia (RT4) – km 48+180. - Rótula cheia (RT5) – km 47+200. - Placas de regulamentação, advertência e indicação. - Utilização de balizadores, tachões e tachas.

<i>Travessia Urbana</i>	<i>Problemas Identificados</i>	<i>Soluções Propostas</i>
Rosário do Sul BR-290/RS	<ul style="list-style-type: none"> – Acesso principal ao centro da cidade – rótula vazada e gota ligando a zona central ao bairro do outro lado da rodovia – Ruas laterais não pavimentadas em ambos os lados da rodovia do segmento junto ao acesso principal à Rosário do Sul – Acesso secundário e com o distrito industrial – duas gotas unidas por canteiro central – Km 482,10 – uma gota com refugio central 	<ul style="list-style-type: none"> – Acesso principal – rótula cheia alongada – Prolongamento do canteiro central desta rótula alongada até o posto do PRF localizado no final da interseção – Implantação de áreas de abordagem e estacionamento junto ao posto do PRF – Implantação de rótula cheia alongada junto ao acesso secundário e com o distrito industrial – Canteiros laterais entre a pista principal e rua lateral existente – Previsto passeio de 3,00 m – Km 482,10 prevista apenas restauração do pavimento como melhoramento do atual acesso – Semáforos para escolares no km 479,30 – Tachões bidirecionais nas interseções – Placa de regulamentação de 40 km/h nas entradas da ponte e viaduto, na entrada das interseções e nos locais de cruzamentos sem tratamento especial(km482,42,km480,84 – Placa de advertência de passagem de pedestres junto a 2ª rótula – km 481,48