UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UNIJUÍ

GABRIEL REIS HOCHMÜLLER

ANÁLISE DE TRÁFEGO DA TRAVESSIA URBANA EM RELAÇÃO AO TRECHO RURAL DE UMA RODOVIA – ESTUDO DE CASO BR-285 NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

Ijuí

2015

GABRIEL REIS HOCHMÜLLER

ANÁLISE DE TRÁFEGO DA TRAVESSIA URBANA EM RELAÇÃO AO TRECHO RURAL DE UMA RODOVIA – ESTUDO DE CASO BR-285 NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil.

Orientador(a): José Antônio Santana Echeverria

Ijuí

2015

GABRIEL REIS HOCHMÜLLER

ANÁLISE DE TRÁFEGO DA TRAVESSIA URBANA EM RELAÇÃO AO TRECHO RURAL DE UMA RODOVIA – ESTUDO DE CASO BR-285 NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora.

Ijuí, 16 de novembro de 2015

Prof. José Antônio Santana Echeverria

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Orientador

Prof. Lia Geovana Sala

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil/UNIJUÍ

BANCA EXAMINADORA

Prof. José Antônio Santana Echeverria

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador

Prof. André Luiz Bock

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Pai, ainda teimo e me aconselho contigo em lembranças.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pois sem eles eu não estaria no mundo e, sem o modo como fui educado, não seria o que sou hoje, nos erros ou acertos, nas qualidades ou defeitos, me tornei o que sou e gosto do que sou graças a vocês.

Ao meu orientador, José Antônio Echeverria, não só por me ajudar na realização deste trabalho, por instigar a curiosidade, por introduzir o conhecimento da existência do rodoviarismo, mas também pela amizade formada pelos tempos de aluno, de funcionário do DNIT e de orientado.

Ao engenheiro Bassani e os engenheiros das empresas que conheci durante minha passagem pelo DNIT, que me instigaram o interesse na área do conhecimento rodoviário.

Ao pessoal da PRF de Ijuí, principalmente ao Keske, que forneceu os dados de acidente e ajudou a organizar e executar o procedimento de pesquisa para a realização do questionário que fez parte deste trabalho.

Aos meus colegas, amigos ou colegas amigos, dos quais prefiro não citar nomes para não correr o risco de esquecer alguém, mas que representam muito na formação, transformação ou deformação do meu caráter e do meu ser.

“É impossível um homem aprender aquilo que ele acha que sabe.”

Epicteto

“O início da sabedoria é a admissão da própria ignorância.”

Sócrates

“Sabedoria é, muitas vezes, a percepção inteligente do óbvio.”

John Dowson

RESUMO

HOCHMÜLLER, G. R. **Análise de tráfego da travessia urbana em relação ao trecho rural de uma rodovia – estudo de caso BR-285 no município de Ijuí/RS.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

As tragédias decorrentes da urbanização desorganizada e imprópria do entorno das rodovias vem sendo anunciadas há longo período e se confirmam a cada dia, com o aumento da incidência de acidentes que põe em risco a vida dos usuários da rodovia. A urbanização desordenada causa o atrito do tráfego rodoviário, caracterizado pelo deslocamento de longo curso e alta velocidade, com o tráfego urbano local, de curto curso, com velocidade reduzida, freadas e manobras ocorrendo com frequência, com comportamento mais imprevisível, gerando acidentes de trânsito que se intensificam com o passar dos anos e o crescimento da frota brasileira de veículos, que se amontoam em nossas rodovias. Anos de estudos levaram ao desenvolvimento de meios para reduzir ou anular a ocorrência de acidentes, pelo menos diminuir a gravidade destes, de forma que os tipos de tráfego sejam segregados para que exista segurança na utilização da rodovia e acessibilidade apropriada para comunidade. Este trabalho busca identificar os meios de identificação de acidentes, caracterizando-os e explorando formas de coibi-los, utilizando-se do meio e ações aplicáveis a este, como controle da ocupação do solo, alterações de geometria da rodovia, do pavimento, da sinalização ou uso de técnicas moderadoras de tráfego a serem estudados através de pesquisa bibliográfica e com os usuários da rodovia e definir o custo adicional com manutenção e gerenciamento da rodovia no ano de 2014 gerados acidentes excedentes e do aumento do tempo de viagem durante a travessia urbana em relação ao trecho rural, apresentando os principais riscos, problemas, soluções aplicáveis e tempo de retorno de investimento para melhoria do tráfego na travessia urbana da BR-285/RS de Ijuí.

Palavras-chave: Acidentes. Travessias Urbanas. Moderação de Tráfego. Transportes. Trânsito.

ABSTRACT

HOCHMÜLLER, G. R. **Análise de tráfego da travessia urbana em relação ao trecho rural de uma rodovia – estudo de caso BR-285 no município de Ijuí/RS.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

The tragedies resulting from improper and disorganized urbanization in the vicinity of highways has been announced for a long time and are confirmed each day, with the increasing of incidences of accidents that endanger the lives of highway users. The unplanned urbanization causes the clash of highway traffic, characterized by long-distance displacement and high speed, with the local urban traffic, of short-distance displacement, reduced speed, braking and frequently occurring maneuvers, with more unpredictable behavior, generating traffic accidents which intensify over the years and the growth of the Brazilian fleet of vehicles, which are piled on our highways. Years of research led to the development of ways to reduce or neutralize the accidents, or at least lessen the severity of these, so that the types of traffic are segregated so that there is safety in the use of the highway and proper accessibility for the community. This paper seeks to identify the means of accidents identification, characterizing them and exploring ways to restrain them, using the means and actions applicable to this, such as land use control, highway geometry changes, the pavement, the signaling or use of traffic calming techniques to be studied through literature and the users of the highway and set the additional cost of maintenance and highway management in 2014 generated by surplus accidents and increased travel time during Highway Crossing of Urban Areas in relation to the rural segment, presenting the main risks, issues, applicable solutions, and investment payback time for improvements in urban traffic crossing the BR-285 / RS Ijuí.

Keywords: Accidents. Highway Crossing of Urban Areas. Traffic Calming. Transport. Traffic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Camadas de um Pavimento Flexível 19
Figura 2: Chance de colisão 23
Figura 3: Mapa 12 – Área Urbana da Sede Municipal, Zoneamento Urbano 32
Figura 4: Legenda do Mapa 12 33
Figura 5: Mapa 12 – Zona Comercial 3 36
Figura 6: Opinião dos usuários da rodovia – Riscos em Travessias Urbanas 45
Figura 7: Opinião dos usuários da rodovia – Melhorias em Travessias Urbanas 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantificação dos Tipos de Acidentes por Ocupação do Solo 38
Tabela 2: Gravidade dos acidentes da BR-285 em Ijuí, 2014 39
Tabela 3: Custos totais de acidentes da BR-285 em Ijuí, 2014 39
Tabela 4: Custos de acidentes por quilômetro de extensão da BR-285 em Ijuí, 2014 40
Tabela 5: Tempo para percorrer os 9 km de Travessia Urbana 41
Tabela 6: Qualificação das Soluções Conforme o Objetivo (A) 49
Tabela 7: Qualificação das Soluções Conforme o Objetivo (B)..... 50

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CETRAN	Conselho Estadual de Trânsito
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CONTRANDIFE	Conselho de Trânsito do Distrito Federal
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DECOPE	Departamento de Custos Operacionais
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EVTEA	Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
ITS	Sistemas Inteligentes de Transporte
JARI	Junta Administrativa de Recursos e Infrações
LPOA	Locais Propícios a Ocorrência de Acidentes
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NS	Nível de Serviço
NTC	Associação Nacional de Transporte de Cargas e Logística
OAE	Obra de Arte Especial

PIB	Produto Interno Bruto
PRF	Polícia Rodoviária Federal
SNV	Sistema Nacional de Viação
VMD	Volume Médio Diário
ZC	Zona Urbana Comercial
ZI	Zona Urbana Industrial
ZR	Zona Urbana Residencial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 CONTEXTO 12
1.2 PROBLEMA 13
1.2.1 Questões de Pesquisa 13
1.2.2 Objetivos de Pesquisa 13
2 REVISÃO DA LITERATURA 14
2.1 LEGISLAÇÃO 14
2.2 A RODOVIA E SEUS COMPONENTES 17
2.2.1 Traçado Geométrico 18
2.2.2 Pavimento 18
2.2.3 Sinalização 19
2.2.3.1 Sinalização Vertical 19
2.2.3.2 Sinalização Horizontal 20
2.2.3.3 Dispositivos Auxiliares 20
2.2.3.4 Dispositivos Luminosos 21
2.2.3.5 Dispositivos de uso Temporário 21
2.2.3.6 Sinalização Semafórica 21
2.2.3.7 Sinalização de Obras 22
2.2.3.8 Gestos de Agentes da Autoridade de Trânsito 22
2.3 TIPOS DE TRÁFEGO 22
2.4 TIPOS DE ACIDENTES 24
2.5 PONTOS CRÍTICOS DE RISCO DE ACIDENTES 25
2.5.1 Travessias Urbanas 25
2.5.2 Interseções em Nível 26
2.5.3 Trechos Sinuosos 26
2.5.4 Rampa com Inclinação Excessiva 26
2.5.5 Pontes Estreitas 26
2.6 MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE ACIDENTES 27
2.6.1 Chicanas 27
2.6.2 Portais de Entrada 27
2.6.3 Rotatórias 28

2.6.4 Sinalização Vertical e Horizontal ... 28
2.6.5 Ilhas, Canteiros e Refúgios ... 28
2.6.6 Ondulação de Seção Arredondada ... 29
2.6.7 Ruas Laterais ... 29
2.6.8 Duplicação com Canteiro Central ou Barreira ... 29
2.6.9 Refúgios para Parada de Ônibus ... 30
2.6.10 Interseções em Desnível ... 30
2.6.11 Passarelas ... 30
2.6.12 Iluminação ... 30
3 LOCAL DE ESTUDO ... 31
3.1 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL ... 31
3.2 CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA ... 33
4 ANÁLISE DO CONTEXTO ATUAL ... 35
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA ... 35
4.2 COLETA DE DADOS ... 35
4.2.1 Legislação Municipal Anterior ... 35
4.2.2 Acidentes ... 37
4.2.3 Valor do Tempo ... 40
4.2.4 Pesquisa de Campo ... 41
5 SOLUÇÕES E AÇÕES ... 47
5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES ... 47
5.1.1 Deflexão Vertical ... 47
5.1.2 Deflexão Horizontal ... 47
5.1.3 Gerenciamento de Circulação ... 47
5.1.4 Sinalização ... 48
5.1.5 Medidas de Urbanismo ... 48
5.1.6 Fiscalização de Trânsito ... 48
5.1.7 Textura do Pavimento ... 48
5.2 QUALIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES ... 48
6 CONCLUSÃO ... 51
REFERÊNCIAS ... 53
ANEXO A - TABELA DA NTC&LOGÍSTICA ... 55
ANEXO B - TABELA ADAPTADA POR TIPO DE VEÍCULO ... 56

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A pesquisa em questão dedica-se ao estudo dos acidentes rodoviários relacionando-os com o ambiente em que ocorrem e as condições gerais da rodovia, considerando o pavimento, a geometria, a sinalização, a legislação, e principalmente, o tipo de ocupação do solo lindeiro e uma análise dos métodos existentes para o aumento da segurança na utilização destas.

Em trabalhos realizados por profissionais da área podemos observar as condições e situações enfrentadas envolvendo o assunto, como no parágrafo extraído de texto de André Pires de Moraes (S.d.), Engenheiro Civil:

> A cada dia que passa fica mais evidente que problemas geométricos, de traçado, falhas e/ou carências na sinalização, conservação deficiente, buracos e deteriorações do pavimento e excesso de velocidade, entre outros problemas normalmente citados como causas físicas de acidentes, são irrelevantes quando comparados ao conflito e a interferência impostos ao tráfego de uma rodovia resultantes da urbanização à beira da mesma. O fenômeno é tão óbvio que dispensa demonstração, pois os trechos envolvidos por urbanização coincidem, praticamente sem exceções, com pontos críticos nos relatórios de acidentes realizados pelo policiamento rodoviário (CRBM). (MORAES, André Pires. **Rodovias envolvidas por urbanização:** uma tragédia anunciada. [S.l.: s.d.])

A citação anterior deixa evidente que a urbanização de entornos rodoviários gera muitos perigos relacionados ao conflito do tráfego de longo curso, de alta velocidade e deslocamento constante, com o tráfego local, de menor velocidade com frequentes freadas, retornos e mudanças de direção, aliados ao ponto de vista de que em vários municípios, como Cruz Alta, Ijuí, Três de Maio, Santo Cristo, Ibirubá, Espumoso, Três Passos, Sarandi, Frederico Westphalen, Seberi e muitas outras, a ocupação indevida e nem sempre lícita é frequentemente incentivada, além de precipitadamente vista como progresso pelas lideranças locais, com a premissa de dar uma suposta visibilidade a estabelecimentos industriais e comerciais ou simplesmente servindo como uma via já pavimentada que pode ser usada pelo município até mesmo em zonas residenciais, sendo tratada como uma avenida urbana, o que motivou o interesse na pesquisa sobre o assunto.

1.2 PROBLEMA

1.2.1 Questões de Pesquisa

- Questão principal: Que atitudes podem ser tomadas para aumentar a segurança do trânsito em travessias urbanas sem prejudicar o deslocamento do tráfego de longo curso?
- Questões secundárias: Quais as causas de tantos acidentes em áreas urbanizadas da rodovia? Como impedir ou organizar a utilização das parcelas de solo lindeiras às rodovias? O que pode ser feito onde já existe a urbanização quanto à rodovia? Deve ser priorizado o deslocamento dos usuários da rodovia ou a acessibilidade da comunidade local?

1.2.2 Objetivos de Pesquisa

- Objetivo Geral: Estudar a relação da rodovia com o entorno urbanizado à grande quantidade de acidentes que ocorrem nestes trechos, comparando com o trecho rural;
- Objetivos específicos: Compreender as causas e as ações aplicáveis normalmente utilizadas na redução de acidentes em rodovias com entorno urbanizado ou em processo de urbanização e propor melhorias, se possível.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Da parte bibliográfica houve busca de literaturas relacionadas à caracterização de travessias urbanas, caracterização da rodovia, tipos de tráfego e de acidentes de trânsito, formas de identificação de locais propensos à ocorrência de acidentes (LPOA), técnicas de engenharia de moderação e controle de tráfego e maneiras de incrementar a segurança e ordenar a ocupação do solo em rodovias com seu entorno em processo de urbanização.

Segundo Framarim et al (2002), os acidentes viários possuem três componentes, que são o homem, o veículo e o ambiente, sendo o último o foco de pesquisa deste trabalho, com análise da área lindeira à rodovia.

O ambiente é uma forma generalizada de citar as intempéries, como chuva ou neblina, a rodovia, considerando sinalização, geometria, pavimento, faixa de domínio e acessos, por exemplo, e o entorno da rodovia. Estes serão os objetos de análise, com exceção das intempéries, para estudar as causas de acidentes e as ações cabíveis para sanar os problemas presentes em travessias urbanas, procurando padrões de ocorrência em pontos da rodovia, técnicas de identificação de LPOAs, técnicas de melhoramentos de segurança viária por meio de intervenções de engenharia, normas e legislação relacionadas ao meio rodoviário.

Para a completa compreensão dos fatores influentes no tema serão necessários conhecimentos nas áreas de legislação, da parte física da rodovia e dos riscos envolvidos na área de estudo, como veremos no presente capítulo.

2.1 LEGISLAÇÃO

Para a compreensão da pesquisa faz-se necessária conhecimento da legislação de trânsito e de ocupação do solo no entorno da rodovia.

As características de legislação de uma Travessia Urbana podem ser analisadas em pelo menos dois pontos de vista diferentes:

- Dos responsáveis pelo planejamento, gerenciamento e fiscalização da rodovia, que priorizam o funcionamento desta, tentando mantê-la funcional e segura

restringindo a ocupação com outras finalidades. Estes são representados por órgão Federais ou Estaduais que desenvolvem métodos, normas e manuais para a construção, estruturação e gerenciamento do pavimento, além de leis que definem a utilização da rodovia e seu entorno.

- Os responsáveis pelo planejamento, gerenciamento e fiscalização do município, que tentam aproveitar a rodovia para estimular o desenvolvimento da cidade. Representado pela prefeitura e seus setores, que frequentemente tentam estimular comércio e indústria no entorno da rodovia para desenvolver a economia local e normatizam as ocupações de solo com base em leis federais, planos diretores, códigos de obra e posturas de gestão municipais.

De acordo com o Capítulo II do Sistema Nacional de Trânsito, Seção II – Da composição e da Competência do Sistema Nacional de Trânsito, Art. 7º, compõem o Sistema Nacional de Trânsito os seguintes órgãos e entidades:

I - O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), coordenador do Sistema e órgão máximo normativo e consultivo;

II - Os Conselhos Estaduais de Trânsito (CETRAN) e o Conselho de Trânsito do Distrito Federal (CONTRANDIFE), órgãos normativos, consultivos e coordenadores;

III - Os órgãos e entidades executivos de trânsito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

IV - Os órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

V - A Polícia Rodoviária Federal;

VI - As Polícias Militares dos Estados e do Distrito Federal; e

VII - As Juntas Administrativas de Recursos e Infrações (JARI).

A legislação possui muitas leis aplicáveis apenas às rodovias ou ao meio urbano, principalmente quanto aos limites de velocidade, como percebemos no Art. 61, § 1º, do Código de Trânsito Brasileiro (2013), onde são definidas as velocidades máximas onde não há sinalização para vias urbanas, rodovias e estradas, e também, no Anexo II do Código, são definidas dimensões diferentes da sinalização para vias urbanas e rurais, comprovando a ideia do

conflito gerado pelo convívio forçado em uma área com presença dos dois tipos de trânsito, onde o urbano invade o rodoviário para deslocamentos curtos, mesmo que licitamente.

A área lindeira a uma rodovia é a Faixa de Domínio, de largura variável conforme projeto rodoviário e órgão regulamentador responsável, seguida pela Faixa Não-Edificável que compreende os 15 metros de extensão após o término da Faixa de Domínio, definido na lei federal 6766/79, que serão explicadas a seguir.

Sobre as Faixas de Domínio, lê-se no Código de Trânsito Brasileiro, Art. 50:

> O uso de faixas laterais de domínio e das áreas adjacentes às estradas e rodovias obedecerá às condições de segurança do trânsito estabelecidas pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via. (**Código de Transito Brasileiro**, 2013.)

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) define no Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas (2010) a Faixa de Domínio como "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 a qual se estende sua jurisdição". Esta área deve ser prevista para possuir largura suficiente para conter instalações necessárias aos serviços de operação da rodovia e permitir sua conservação, proteção e futura expansão, caso necessário.

Logo, o DNIT determina que a largura da faixa de domínio deva ser definida em projeto e obedecer a critérios normativos do órgão que a construiu, onde possam ser construídas ampliações, instalações de postos policiais ou de gerenciamento da rodovia, ou adequações futuras, se necessário.

A lei 6766/79, que versa sobre parcelamento e ocupação do solo, apenas faz referenciamento à faixa de domínio para determinação da faixa não-edificável, como se segue:

> III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica. (BRASIL, **Lei nº 6766,** de 19 de dezembro 1979).

A faixa não-edificável, ou *"non aedificandi"* tem a finalidade de "proibir construções de qualquer natureza em zonas urbanas, suburbanas, de expansão urbana ou rural." (Manual para Ordenamento do Uso do Solo nas Faixas de Domínio e Lindeiras das Rodovias Federais –

Publicação IPR-712, DNIT, 2005), e sua área se estende 15 metros além da faixa de domínio, nos dois lados da rodovia.

Como o objeto de estudo é uma Travessia Urbana, é necessário analisar também a legislação municipal, que em municípios com mais de 20 mil habitantes se da a partir de um Plano Diretor.

No site do Ministério Público do Rio Grande do Sul pode-se ler a seguinte definição para Plano Diretor:

> O plano diretor estabelece objetivos a serem atingidos na ordenação do território municipal, as atividades a serem executadas e quem deve executá-las, fixando as diretrizes do desenvolvimento urbano do Município.
>
> A existência do plano diretor é condição básica para o Município dispor sobre as limitações urbanísticas à propriedade urbana, determinar as obrigações de fazer ou não fazer de proprietário de imóvel urbano, e de estabelecer comportamentos visando ao cumprimento da função social da propriedade.
>
> É, em suma, um instrumento através do qual o poder público municipal, agindo estritamente dentro de sua esfera de competência (art. 30, inc. VIII, e art. 182, § 1º, ambos da Constituição Federal), estabelece as regras para o adequado controle do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano. (MINISTÉRIO PUBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, [S.l.:s.d.])

O Plano Diretor deve apresentar as diretrizes de direcionamento e utilização de recursos públicos, de investimento sem saneamento, saúde, educação, habitação, ações de preservação ambiental e, dos objetos de estudo, transporte e ocupação do solo, de forma a proporcionar o máximo benefício aos habitantes do município, melhorar a qualidade de vida e organizar o desenvolvimento da área urbana de forma ordenada, segura, justa, ecologicamente equilibrada e economicamente viável.

2.2 A RODOVIA E SEUS COMPONENTES

Talens (1999) descreve três princípios para garantia de uma via segura, sendo estes o “uso funcional”, evitando-se a descaracterização das funções de uma via, para que esta cumpra suas funções, seja ela uma via coletora, arterial ou uma rodovia rural, o “uso homogêneo”, que garanta uma uniformidade de volume, velocidade e fluxo da via, de forma que não haja grandes variações de velocidade e direção, e o “uso previsível” fazendo com que não existam dúvidas quanto comportamento de um usuário da rodovia em relação aos demais em relação às manobras e mudanças de trajeto.

A rodovia tem caráter predominantemente rural, pois é desenvolvida com a finalidade de permitir a capacidade de deslocamento com grande mobilidade entre pontos desenvolvidos e urbanizados, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico das regiões por onde passa e é formada basicamente de três componentes, sendo estes: seu traçado geométrico, o pavimento e a sinalização, tanto vertical quanto horizontal.

2.2.1 Traçado Geométrico

O traçado geométrico de uma rodovia é definido por normatização do DNIT, no caso de rodovias federais, ou pelos Departamentos de Estradas de Rodagem (DER), sejam eles autônomos ou não, em rodovias estaduais, e levam em consideração principalmente dados de fluxo de veículos previstos e o relevo da rodovia.

Com base nestas informações são determinadas várias características da via pelos departamentos de transportes responsáveis, como sua velocidade diretriz, largura da faixa de domínio, inclinação máxima de rampa, raio mínimo de curvas verticais e horizontais, superelevação e superlargura em curvas, largura e número de faixas de rodagem, presença ou ausência de canteiros centrais, acostamentos e vias laterais, trevos, rótulas, interseções em nível ou níveis, pontes e viadutos. Estas características definem o grau de mobilidade e acessibilidade da rodovia e apresentam comportamento proporcionalmente inverso.

2.2.2 Pavimento

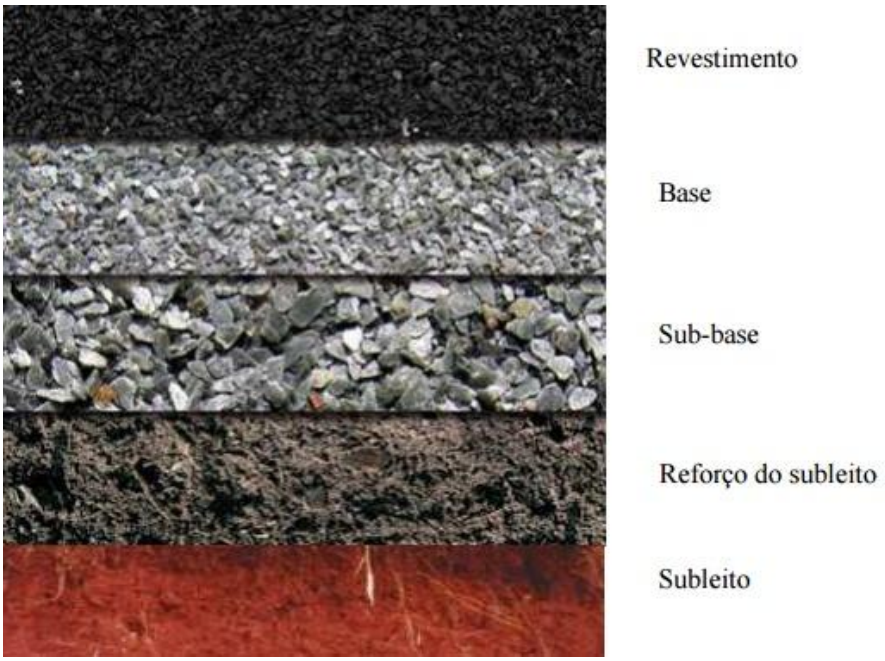
De acordo com Senço (2001), o pavimento é uma estrutura construída sobre subleito compactado e regularizado, de múltiplas camadas, com a finalidade de resistir aos esforços sofridos pelo tráfego proporcionando condições de rolamento confortável, econômica e segura aos usuários da rodovia.

Existem dois tipos de pavimento, os rígidos, construídos com concreto de Cimento Portland, e os flexíveis, construídos com Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) ou Emulsões Asfálticas.

O pavimento utilizado na região de estudo é o flexível e, segundo Balbo (2007), deve ser constituído de subleito, reforço de subleito se necessário, sub-base, base e revestimento, como

podemos observar na figura 1, onde cabe ressaltar que os materiais utilizados não precisam ser, necessariamente, os mesmos citados nela, mas servem como exemplo.

Figura 1: Camadas de um Pavimento Flexível



Fonte: PASCHE, Eduardo (2013)

2.2.3 Sinalização

São placas, faixas, símbolos e equipamentos utilizados para informar, regulamentar e indicar a forma de uso da via de forma adequada, classificados em sinalização vertical, horizontal, dispositivos auxiliares luminosos, sonoros e o próprio agente de transito.

A seguir estão classificados os tipos de sinalização de acordo com o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro.

2.2.3.1 Sinalização Vertical

De acordo com o anexo II do Código de Trânsito Brasileiro (2013) é um subsistema da sinalização viária, aplicável tanto aos veículos quanto aos pedestres, cuja comunicação característica se da por meio de placas instaladas na posição vertical fixadas ao lado ou suspenso sobre a pista, em pórticos, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

Essas informações podem ter caráter de regulamentação, informando condições, proibições, obrigações e restrições que, quando não cumpridas caracterizam infração de trânsito, por exemplo, como indicação de sentidos da via, proibido ultrapassar, velocidade máxima permitida, pare.

E podem ter caráter não regulamentador, mas de advertência, indicando alertas sobre a via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza, por exemplo, placas de obras, cruzamentos de vias férreas, travessias de animais ou pedestres, pontes, curvas, interseções e estreitamento da via, ou indicação, informando a rodovia que está sendo trafegada, o quilômetro em que se encontra, a localização atual ou direção e distâncias de cidades, postos de combustíveis, hotéis, restaurantes.

2.2.3.2 Sinalização Horizontal

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos, sobre os pavimentos das vias.

Sua função é organizar, orientar e direcionar o fluxo dos veículos, separar faixas de rolamento e complementar a sinalização vertical. Em alguns casos pode ter poder de legislação.

2.2.3.3 Dispositivos auxiliares

São elementos aplicados ao pavimento da via, junto a ela, ou nos obstáculos próximos, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da via. São constituídos de materiais, formas e cores diversos, dotados ou não de refletividade, com as funções de incrementar a percepção da sinalização e obstáculos, reduzir a velocidade praticada, oferecer proteção aos usuários da via e alertar os condutores quanto às situações de perigo potencial.

De acordo com a função destes dispositivos eles são agrupados e separados por finalidade:

- Dispositivos delimitadores: Utilizados com a finalidade de melhorar a percepção do condutor, como balizadores, tachas, tachões e cilindros delimitadores;
- Dispositivos de Canalização: São colocados sobre a superfície do pavimento para impedir que veículos tomem uma direção imprópria com prismas e segregadores;

- Dispositivos de Sinalização de Alerta: Aplicados de forma que melhorem a percepção do condutor quanto a obstáculos, canteiros ou mudanças bruscas no alinhamento horizontal da via, utilizando-se de marcadores de obstáculos, de perigo e de alinhamento;
- Alterações nas características do pavimento: modificando as condições normais da pista de rolamento para estimular redução de velocidade, aumentar aderência ou atrito do pavimento, alterar a percepção do usuário e incremento de segurança para facilitação da circulação de pedestres e ciclistas;
- Dispositivos de proteção contínua: Elementos contínuos colocados permanentemente na via com finalidade de evitar que veículos ou pedestres transponham determinado local ou dificultar a interferência de fluxos de veículos de sentidos opostos, utilizando-se de gradis, dispositivos de contenção e bloqueio, defensas metálicas, barreiras de concreto e dispositivos anti-ofuscamento;

2.2.3.4 Dispositivos Luminosos

Dispositivos que possuem recursos luminosos para facilitar a visualização da sinalização, ou que, conjugado a elementos eletrônicos, permitem a variação da sinalização transmitida, podendo mostrar mensagens mais complexas, como mensagens educativas, informativos sobre as condições de operação da via, orientações e direcionamento de transito e regulamentação de uso.

2.2.3.5 Dispositivos de uso Temporário

> Elementos diversos utilizados em situações temporárias, como operações de trânsito, obras e situações de perigo ou emergência, com o objetivo de alertar os usuários quanto à situações adversas, bloquear ou canalizar o trânsito, proteger pedestres, trabalhadores, equipamentos ou agentes. Exemplos destes equipamentos são cones, cavaletes, cilindros, balizadores móveis, tambores, fitas zebradas, barreiras e tapumes. (**Código de Trânsito Brasileiro,** Anexo II, 2013)

2.2.3.6 Sinalização Semafórica

Subsistema elétrico/eletrônico que se compõe de indicações luminosas com a função de controlar deslocamentos, podendo ser de regulamentação ou de advertência.

Semáforos regulamentadores são os clássicos, com três cores, onde o vermelho indica parada obrigatória, o amarelo, atenção e o verde a permissão de passagem. Este pode ser

auxiliado por sinalização vertical e/ou horizontal que indique, por exemplo, que determinada faixa de rolamento pode apenas fazer conversões para um lado.

A sinalização semafórica de advertência serve apenas para alertar quanto a perigos potenciais, estimulando o condutor a tomar postura de direção defensiva, reduzir a velocidade e adotando medidas de precaução. Compõe-se de uma ou duas luzes amarelas intermitentes ou piscantes alternadas.

2.2.3.7 Sinalização de Obras

Obras utilizam-se de sinalização vertical, horizontal, semafórica e de dispositivos auxiliares para proporcionar segurança e alerta aos usuários da rodovia quanto à necessidade de desvios e presença de obstáculos, intervenções, máquinas e trabalhadores na pista. Possui características específicas, como coloração laranja do fundo das placas, e são temporárias.

2.2.3.8 Gestos de Agentes da Autoridade de Trânsito

Ordens advindas dos agentes de trânsito prevalecem sobre as outras formas de sinalização e são utilizadas em situações adversas.

O Código de Trânsito Brasileiro cita também Sinais Sonoros, mas como estes só podem ser utilizados juntamente com os gestos dos agentes de trânsito, foi considerado incluso neste item.

Existe também sinalização sonora eletrônica para utilização por deficientes visuais. Um sistema em que se aperta um botão que emite um comando para o semáforo direcionado aos veículos que sinaliza parada e depois emite um som para indicar que o pedestre com deficiência pode atravessar a via.

2.3 TIPOS DE TRÁFEGO

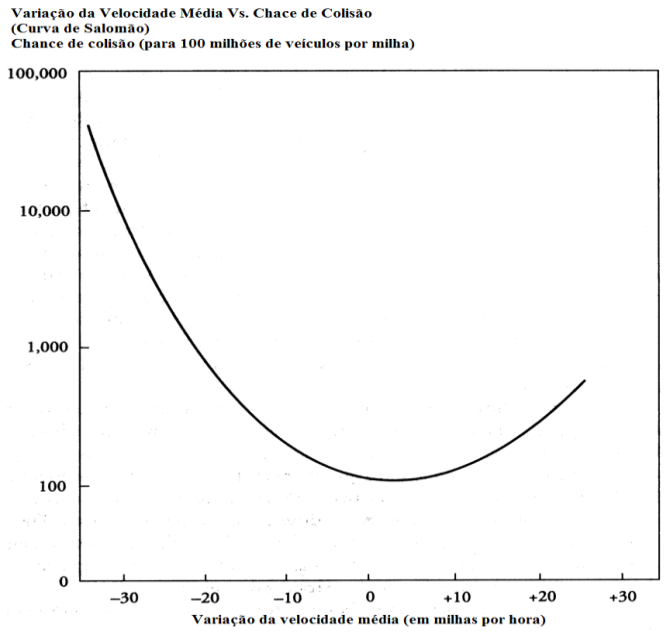
O tipo de deslocamento do tráfego de passagem, predominante em rodovias, difere muito do tráfego urbano, ou local. Em leitura de trabalho de Maria Teresa Araújo Cupolillo (2006), percebe-se que o tráfego característico de uma rodovia é interurbano, de longo curso, deslocamento linear e constante, com poucas manobras, apresentando alta velocidade, com alta incidência de veículos pesados, que transportam cargas e passageiros. Ou seja, o tráfego de

passagem característico de rodovias prioriza a mobilidade à acessibilidade, pois liga pontos distantes.

Em contrapartida, o tráfego característico urbano prioriza deslocamento livre e descontínuo, com alto índice de conversões e manobras, freadas, mudanças de pista e direção, de curto deslocamento, baixa velocidade, com presença de carros estacionados, pedestres, ciclistas e outros veículos não motorizados de deslocamento relativamente lento. Assim, o que se prioriza no tráfego local característico de vias urbanas é a acessibilidade, pois liga vários pontos próximos, assim a mobilidade deixa de ser um fator prioritário.

De acordo com Braz (1994), a diferença de velocidades é a maior causa de acidentes em rodovias, o que também é apresentado por David Solomon (1964), afirmando que motoristas que viajam em velocidades próximas da velocidade operacional, ou ligeiramente superior, tem a menor chance de envolvimento em acidentes, enquanto os que trafegam em velocidades inferiores apresentam o maior risco de envolvimento em acidentes entre os usuários de rodovias, como demonstrado na figura 2a "Solomon Curve" demonstrando a chance de se envolver em acidentes para 100 milhões de veículos em relação à diferença de velocidade de deslocamento da velocidade operacional:

Figura 2: Chance de colisão



Fonte: SOLOMON, David (1964)

2.4 TIPOS DE ACIDENTES

De acordo com o Anuário Estatístico das Rodovias Federais (DNIT, 2010), acidentes de trânsito são ocorrências envolvendo o homem, o veículo, a via e demais elementos circunstanciais que resulte em algum tipo de dano classificando a gravidade dos acidentes em acidentes com morte, acidente com ferido e acidente sem vítimas.

Podemos classificar os acidentes de trânsito, ainda segundo a fonte anterior, em 15 tipos.

1. Choque com objeto fixo: quando há colisão com objeto estacionário ou fixo, exceto outros veículos, como postes, meio-fio, mureta, canteiro, presente na área da via;
2. Capotagem: caracterizada pelo veículo girar sobre si, ficando com as rodas para cima durante a ocorrência, mas independente da posição de parada de giro;
3. Atropelamento: colisão de veículo motorizado com pessoas a pé ou conduzindo animal ou veículo não motorizado;
4. Atropelamento de animal: colisão com animal solto na rodovia;
5. Choque com veículo estacionado: colisão de dois veículos motorizados, sendo um destes estacionado na área da via destinada ao trânsito, usualmente com parte do veículo na pista de rolamento e o restante no acostamento;
6. Colisão Traseira: Colisão de veículos que trafegam em mesmo sentido, quando um destes colide com a traseira do que trafega à frente;
7. Abalroamento no mesmo sentido: colisão entre as laterais de veículos motorizados que trafeguem no mesmo sentido;
8. Colisão frontal: quando dois veículos que se deslocam em sentidos opostos colidem com sua parte frontal;
9. Abalroamento em sentido oposto: colisão entre as laterais de veículos motorizados que trafeguem em sentidos opostos;
10. Abalroamento transversal: colisão de dois veículos que trafeguem em sentidos perpendiculares, o impacto se dando na parte frontal de um e na lateral de outro, comum em cruzamentos de fluxos;

11. Tombamento: quando o veículo gira em torno de si, mas não fica de cabeça para baixo, usualmente ficando de lado. Comum em veículos com alto centro de gravidade;
12. Saída de pista: caracteriza-se pelo veículo que sai da área de tráfego sem que tenha colidido, capotado ou tombado, o que pode vir a ocorrer fora da área de tráfego.
13. Outros tipos: Situações que não se enquadram em nenhuma das descritas;
14. Atropelamento e fuga: Igual ao atropelamento, mas com a ocorrência adicional de o motorista do veículo se retire do local furtivamente;
15. Queda de veículo: quando a vítima cai do veículo em movimento na área da via destinada ao trânsito.

2.5 PONTOS CRÍTICOS DE RISCO DE ACIDENTES

Os pontos críticos de risco de acidentes são identificados pela Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito como “locais da rede rodoviária aonde se concentram os acidentes” que destaca os principais como se segue:

2.5.1 Travessias Urbanas

De acordo com Trinta (2001), o crescimento populacional sem planejamento e controle, no entorno de uma rodovia, gera uma zona urbana da qual é parte integrante, dando origem a uma Travessia Urbana.

Nas travessias urbanas se apresentam vários pontos críticos em conjunto, ocasionando o conflito do tráfego urbano com o tráfego de longa distância, amplitude da velocidade de deslocamento, alta incidência de interseções em nível e acessos, muitos destes irregulares, invasões da faixa de domínio de da faixa não-edificável, grande quantidade de manobras com paradas e freadas bruscas ou mudanças repentinas de direção, presença de pedestres e ciclistas transitando pelos acostamentos das rodovias.

As presenças destas características nocivas acabam ocasionando um grande índice de colisões transversais, laterais, traseiras e atropelamentos.

2.5.2 Interseções em nível

Frequente em travessias urbanas ou em parques industriais desenvolvidos nas áreas lindeiras à rodovia, geram conflito do tráfego da via principal com o da via secundária e podem ser agravados por problemas de visibilidade e abusos de velocidade.

Intensificam-se as ocorrências de colisões frontais, traseiras, transversais e laterais.

2.5.3 Trechos sinuosos

Podem ocasionar perda de controle do veículo por abuso de velocidade ou falta de manutenção do veículo, como amortecedores pifados ou pneus carecas, além de frequentes tentativas de ultrapassagens forçadas, em curvas, tanto verticais quanto horizontais, ou com pouca visibilidade.

Causa tanto acidentes com veículos isolados, como saídas de pista, tombamento, capotagem, colisão com obstáculos fixos,quanto acidentes envolvendo vários veículos, como colisões frontais decorrentes de ultrapassagens mal sucedidas.

2.5.4 Rampa com inclinação excessiva

Frequentemente ocasiona perda de controle do veículo em descida ou tentativas de ultrapassagens forçadas, com características e acidentes semelhantes aos trechos sinuosos.

2.5.5 Pontes estreitas

Os acostamentos são interrompidos no início da ponte, estreitando a passagem e gerando insegurança por parte dos motoristas.

Os acidentes mais comuns são colisões contra o guarda corpo da ponte, contra a cabeceira da ponte, quedas de veículos, colisões frontais e laterais. Normalmente estes acidentes se agravam com a impossibilidade de desviar obstáculos ou outros veículos ou com a queda do veículo em precipício ou rio.

2.6 MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE ACIDENTES

São medidas tomadas com a finalidade de reduzir ou anular a incidência de acidentes, não apenas em Travessias Urbanas, mas também em pontos ou trechos identificados como locais propícios à ocorrência de acidentes.

De acordo com o trabalho técnico "Travessias urbanas em rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades" de Freire et al (2004) na revista Estradas nº7, estas medidas são tomadas com intenção de reduzir a velocidade de operação, segregar o tráfego rodoviário do urbano e criar canais de acesso apropriados às atividades locais e este conjunto de ações deve propiciar ao motorista a percepção adequada do ambiente e a interpretação correta das restrições da via, para diminuir a potencialidade de acidentes. Estas medidas são denominadas de *Traffic Calming* e são amplamente utilizadas pelo mundo.

A seguir serão listadas algumas medidas de moderação de tráfego e medidas paliativas de melhoramentos possíveis.

2.6.1 Chicanas

Chicanas são obstáculos ou estreitamentos da rodovia que fazem com que o condutor se desloque em zigue-zague e, consequentemente, forçando-o a reduzir sua velocidade.

São por vezes utilizados em frente aos postos policiais das Polícias Rodoviárias, a exemplo da Polícia Rodoviária Federal (PRF) de Santa Maria, na BR-158, pela PRF em Lajeado na BR-386 e pela PRE em Osório na RS-030, que monta suas chicanas com o uso de dispositivos auxiliares de sinalização.

2.6.2 Portais de entrada

Os portais são elementos verticais como totens ou pórticos que, além de servirem como ornamento e recepção para viajantes, servem para alertá-los quanto à chegada em trecho urbano e pode receber placas de alerta, regulamentação de velocidade, proibido ultrapassar ou mensagens específicas.

Marcam o início ou fim do trecho urbano da rodovia e, como exemplo, podem ser citados portais como os de Bento Gonçalves e Santo Cristo.

2.6.3 Rotatórias

São elementos circulares dispostos no centro de interseções, normalmente construídas em acessos à cidades de médio porte, com a função de ordenar, direcionar e facilitar a inserção de veículos no cruzamento, reduzindo os pontos de conflito e a velocidade de operação pontual, tornando manobras de conversão mais seguras neste ponto.

Podem ser obstáculos físicos, como canteiros, blocos de concreto ou apenas pintada sobre a via, com a possibilidade de utilizar tachões para demarcação mais marcante do contorno da rotatória.

Elas podem ser construídas em formato circular ou oval e podem ser fechadas ou vazadas. O formato destas está mais ligado com a forma e direção das interseções das vias relacionadas, como modo de compreender várias vias que chegam a uma rodovia.

Rótulas fechadas forçam os condutores a reduzir suas velocidades para contorná-las, permitindo que os veículos da via secundária possam se inserir no tráfego da rodovia com mais facilidade, já as rótulas vazadas priorizam o tráfego da via principal, onde os veículos cruzam em alta velocidade, acabando por prejudicar a acessibilidade das vias secundárias.

2.6.4 Sinalização Vertical e Horizontal

Em travessias urbanas deve ser intensificada a sinalização para além do convencional, de modo a informar sobre perigos potenciais, como a presença de pedestres, e direcionar o tráfego identificando os destinos dos acessos e indicando a forma ideal de realização de manobras, além de regulamentação sobre ultrapassagem, velocidade, vias preferenciais, paradas de ônibus, obstáculos ou dispositivos de moderação de tráfego e estacionamento de veículos na área de influência da rodovia, por exemplo.

2.6.5 Ilhas, canteiros e refúgios

Ilhas e canteiros são obstáculos físicos utilizados para provocar sensação de estreitamento da rodovia, reduzindo a velocidade dos veículos e formar refúgios aplicados para direcionar o tráfego para pontos de conversão, contorno ou outras manobras.

2.6.6 Ondulação de seção arredondada

Dispositivos conhecidos como quebra-molas ou lombadas, consistem em ondulações com cerca de 7cm de altura por 50cm construídas normalmente com material asfáltico sobre toda a extensão da largura da via e sua finalidade é forçar a redução de velocidade dos veículos para cerca de 30km/h.

Sua utilização em rodovias pode ser prejudicial devido à exagerada redução de velocidade e ao desgaste mecânico da suspensão dos veículos.

Normalmente são pintados para destacar sua presença e recebem auxílio de sinalização vertical que o identifica e localiza.

2.6.7 Ruas laterais

Vias paralelas à rodovia, com a finalidade de segregar o trânsito, tendo acessos controlados à via central e fazendo com que o trânsito local se desloque pelas marginais enquanto o trânsito de longo curso permanece na rodovia, consequentemente reduzindo o conflito do transito urbano com o rodoviário.

Orientações do Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas (DNER/IPR, 1996) sugerem a “eliminação da interação do tráfego local” utilizando-se de pistas laterais.

As ruas laterais podem receber calçadas para pedestres e ciclovias que devem ser utilizadas em conjunto com dispositivos de travessia da rodovia, como passarelas ou túneis, para travessia de pedestres e ciclistas, evitando atropelamentos e outros acidentes.

2.6.8 Duplicação com canteiro central ou barreira

A duplicação permite que os veículos troquem de pista para se aproximarem das interseções que desejam acessar enquanto os outros veículos os ultrapassem sem sofrer influência do transito de sentido oposto devido à separação física da barreira ou do canteiro central.

Permitem um fluxo mais eficiente dos veículos que se deslocam na rodovia, consequentemente melhorando o nível de serviço desta, e possibilitando deslocamento com velocidade mais elevada que em uma via de pista simples, ao mesmo tempo em que permite aos

demais veículos a redução de velocidade para conversões e manobras em acessos e retornos controlados e com geometria adequada utilizando-se da faixa esquerda e de refúgios.

2.6.9 Refúgios para parada de ônibus

É comum em travessias urbanas que os ônibus passem a se deslocar pela rodovia, até mesmo parando para recolher passageiros.

Veículos parados, mesmo sendo no acostamento, representam um grande risco à segurança dos usuários da rodovia, de modo que deveriam ser construídos refúgios para que os ônibus parassem em locais apropriados e seguros.

2.6.10 Interseções em desnível

Viadutos ou trevos onde uma via cruza por baixo e outra por cima, reduzindo a necessidade de manobras e os pontos de conflito das manobras mais perigosas, como retornos e conversões à esquerda, direcionam o fluxo dos veículos e regulando sua velocidade através da geometria do dispositivo.

São intervenções que exigem montantes financeiros enormes e, por isso, são aplicadas apenas em pontos críticos onde o volume de veículos que passam por ali seja muito elevado.

2.6.11 Passarelas

São dispositivos que permitem que pedestres e ciclistas possam atravessar para o outro lado da rodovia de forma segura, sem a necessidade de competir por espaço com veículos motorizados que se deslocam em alta velocidade.

Possuem baixa aceitação por parte dos pedestres e ciclistas, que preferem se arriscar ao atravessar a rodovia do que se deslocar até o dispositivo.

2.6.12 Iluminação

Dispositivos luminários que permitem a visibilidade do entorno da rodovia à noite, facilitando a visualização de pedestres, ciclistas, animais ou outros sinistros, por parte do condutor,permitindo manobras evasivas e diminuindo a incidência de atropelamentos.

3 LOCAL DE ESTUDO

O local de estudo se dá em Ijuí, conhecida como a “Colméia do Trabalho” cidade foi fundada em 19 de outubro de 1890, recebeu imigrantes de nacionalidades variadas, o que a deixou conhecida também como “Terra das culturas diversificadas”. Seu nome vem da palavra Ijuhy que, no idioma Guaraní, significa “Rio das Águas Claras” ou “Rio das Águas Divinas”.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ijuí possui área de 689.133 km², um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,781 (2010), Produto Interno Bruto (PIB) de R$29.510,14 (2012) e população de 82.833 habitantes (2015), com um PIB total estimado para 2015 em aproximadamente R$2,4 bilhões. Sua principal característica se da por ser uma cidade universitária e com amplos recursos hospitalares, o que lhe propicia uma população flutuante sazonal adicional, podendo chegar a aproximadamente 100.000 habitantes, de acordo com a página digital da prefeitura do município.

O município é passagem de várias rodovias, sendo estas a ERS-522, RS-342, RS-514, RS-155 e BR-285/RS, sendo que apenas as duas últimas fazem travessia da zona urbana do município e a última é o alvo de estudo deste trabalho.

Para o estudo será escolhida a extensão da rodovia BR-285/RS que atravessa o município de Ijuí, com dados do Plano Diretor Municipal e informações acumuladas de 2014, fornecidos pela PRF local e serão comparados dados estatísticos e característicos da extensão urbana com a rural, comparando incidência, gravidade e custos gerados pelos acidentes ocorridos no período e local.

3.1 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Estudando o Plano Diretor do município de Ijuí (Prefeitura de Ijuí, 2012) é possível perceber o poder de influência que a Urbanização e a Rodovia exercem uma sobre a outra, pois a rodovia é utilizada para delimitação de bairros e da zona urbana, além de existir uma Zona Urbana específica apenas para o entorno das rodovias.

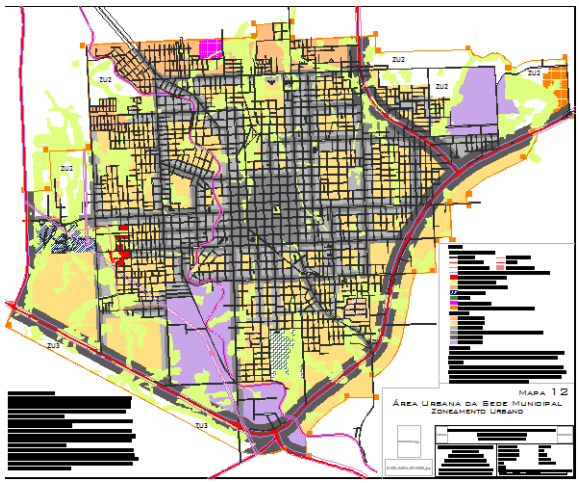
As Zonas Urbanas são classificadas em Residencial (ZR), Comercial (ZC) e Industrial (ZI) e são classificadas em classes numéricas, sendo a 1 considerada área com papel já definido

no meio urbano do município, a 2, áreas que ainda devem passar por estudo prévio para aprovação de ocupação e zoneamento para serem incorporadas à malha urbana e a 3, áreas adjacentes às Zonas Urbanas 1 e às BR-285/RS e RS-155, que só podem ser ocupadas para fins urbanísticos caso seja comprovada **absoluta relevância social urbanística**. De acordo com o Mapa 12 do Plano Diretor, toda a área do entorno de 140 metros de extensão para cada lado do eixo das rodovias que passam pelo município é classificada como ZC3. Sobre as zonas comerciais, lê-se no plano diretor o seguinte:

> **Art. 222.** As Zonas Comerciais destinam-se à multiplicidade de usos que, para a convivência conjunta, devem ser adequados à capacidade instalada ou projetada da infraestrutura, sem prejuízo da utilização compatível com a qualidade ambiental, com a segurança e a saúde da coletividade.
>
> Parágrafo Único - Nas Zonas C1 e C2 somente podem se instalar os escritórios das empresas permitidas na C3. (Lei Complementar nº 5630, Plano Diretor de Ijuí/RS, 2012)

A seguir, a figura 3 mostra o Mapa 12 – Área Urbana da Sede Municipal, Zoneamento Urbano, anexo do Plano Diretor de Ijuí de 2012. Fica clara a existência de zoneamento específico no entorno das rodovias citadas e também a influência nos limites da zona urbana.

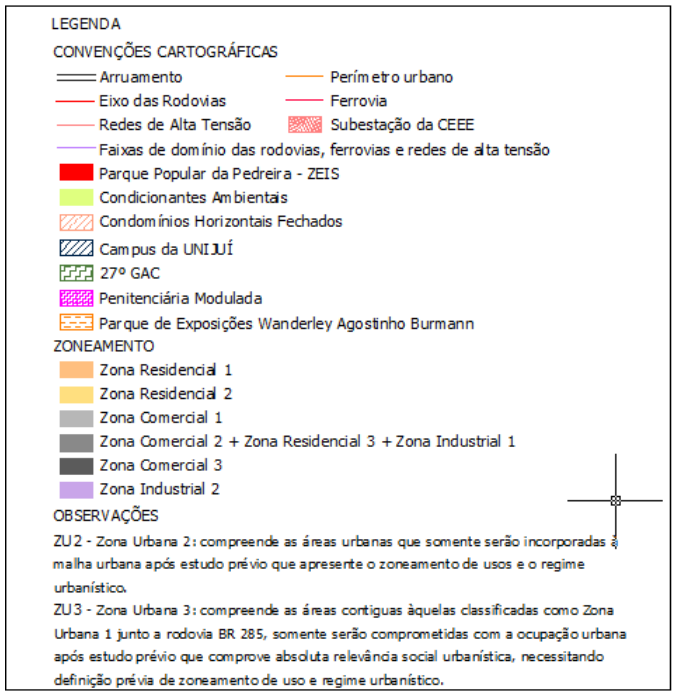
Figura 3: Mapa 12 – Área Urbana da Sede Municipal, Zoneamento Urbano



Fonte: Plano Diretor do Município de Ijuí

Como na imagem anterior fica difícil a visualização dos textos e detalhes, na figura 4 segue a legenda das hachuras coloridas para possibilitar a interpretação adequada do mapa.

Figura 4: Legenda do Mapa 12



Fonte: Plano Diretor do Município de Ijuí

Para regulamentação, regularização e gerenciamento da rodovia e da faixa de domínio, que se inserem nas Áreas de Circulação Regional, fica atribuída a responsabilidade, de acordo com o Plano Diretor de Ijuí, Art.121, em parágrafo único, aos órgãos competentes de acordo com a legislação federal, estadual e municipal pertinentes.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA

O trecho de análise está localizado na BR-285/RS que, de acordo com o Sistema Nacional de Viação (SNV), se inicia na divisa com Santa Catarina (km 0), na Serra da Rocinha, próxima ao município de São José dos Ausentes, e se estende pelo Rio Grande do Sul no sentido leste-oeste, até a fronteira com a Argentina, em São Borja, às margens do Rio Uruguai, com extensão total de 679,5 km.

De acordo com a Polícia Rodoviária Federal de Ijuí, a extensão em que a rodovia BR-285/RS atravessa o território do município de Ijuí se dá entre os quilômetros 450,9 e 468,2, com extensão total de 17,3km. Sendo o perímetro urbano entre os quilômetros 454,0 e 463,0, correspondente a 9,0km e o rural a 8,3km. A velocidade máxima permitida na rodovia é de 80 km/h na zona rural e de 60 km/h na Travessia Urbana

O trecho está inserido no alvo de um Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental (EVTEA) realizado em dezembro de 2011, que afirma que a rota é muito solicitada para escoamento da produção agropecuária e industrial, além de atender demandas comerciais do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) e representar um corredor de acesso turístico dos países vizinhos para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Constata no EVTEA que há "uma predominância em acidentes do tipo colisão traseira, abalroamento sentido oposto, abalroamento transversal e saída de pista" e complementa alegando que estas são características que "apontam um trânsito intenso, afetado pelas interferências do tráfego local com o de longa distância".

No EVTEA também se pode observar a variação do Volume Médio Diário (VMD) de veículos nos diferentes trechos da rodovia e a variação do Nível de Serviço (NS), notando que antes da Travessia Urbana, entre Panambi e Ijuí, o VMD era, em 2011, de 5.026 veículos e o NS predominantemente "D", depois da travessia, entre Ijuí e Santo Ângelo, VMD de 5.817 veículos e NS predominantemente "E", e na travessia, no trecho entre o acesso para o aeroporto municipal e a interseção de acesso para Catuípe, obteve-se o valor de VMD de 9.869 veículos por dia e NS "F" em toda a extensão do trecho.

Atualizando os valores citados anteriormente para datas do período de estudo, conforme as projeções realizadas no próprio EVTEA, os valores de VMD seriam, no ano de 2014, de 5.802 veículos entre Panambi e Ijuí, 6.715 entre Ijuí e Santo Ângelo e 11.392 na Travessia Urbana de Ijuí. Os níveis de serviço permaneceram inalterados.

Esse valor tão elevado provavelmente é decorrente da contagem dos veículos locais que utilizam a rodovia para fins de deslocamentos curtos, dentro do município, como se fosse uma rua ou avenida urbana.

4 ANÁLISE DO CONTEXTO ATUAL

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Foram realizadas pesquisas bibliográficas, normatização e legislação federal, estadual e municipal, para fundamentação do conhecimento teórico da forma planejada de utilização da rodovia e de seu entorno, seguido de coleta de dados estatísticos sobre acidentes e problemas gerados pelo processo de urbanização lindeira às rodovias e entrevista com usuários da rodovia sobre o conhecimento de riscos de travessias urbanas e a qualificação das medidas de segurança possíveis de serem tomadas.

4.2 COLETA DE DADOS

4.2.1 Legislação Municipal Anterior

Foi realizada uma busca histórica da legislação municipal acerca da ocupação de solo lindeiro à rodovia, para melhor compreensão da normatização atual, chegando-se ao antigo Plano Diretor de Ijuí, lei complementar nº 4747 de 01 de novembro de 2007.

Ao contrário do observado no Plano Diretor atual, é notória a atenção e preocupação com a ocupação adequada do solo lindeiro às rodovias, pois vários artigos da legislação de 2007 versam sobre o assunto, conforme se segue sobre o Artigo 58 da legislação:

> Art. 58 Excetuam-se de ocupação residencial predominante e/ou de parcelamento para fins habitacionais as faixas marginais da ferrovia e dos eixos rodoviários de controle estadual ou federal, conforme dispõe a Lei de Uso e ocupação do Solo Urbano de Ijuí.
>
> Parágrafo Único - Os usos compatíveis estão restritos às atividades secundárias e/ou terciárias ou que apresentem relevância para a circulação viária intermunicipal. (Lei Complementar nº 4747, Plano Diretor de Ijuí, 2007)

Nesta legislação de 2007 o zoneamento do entorno da rodovia não era considerado urbano, só permitia-se, no artigo 79 da lei, a ampliação do distrito industrial e apenas com o cumprimento de diretrizes ambientais, urbanísticas e de segurança, sendo uma destas a garantia da preservação das áreas não edificáveis.

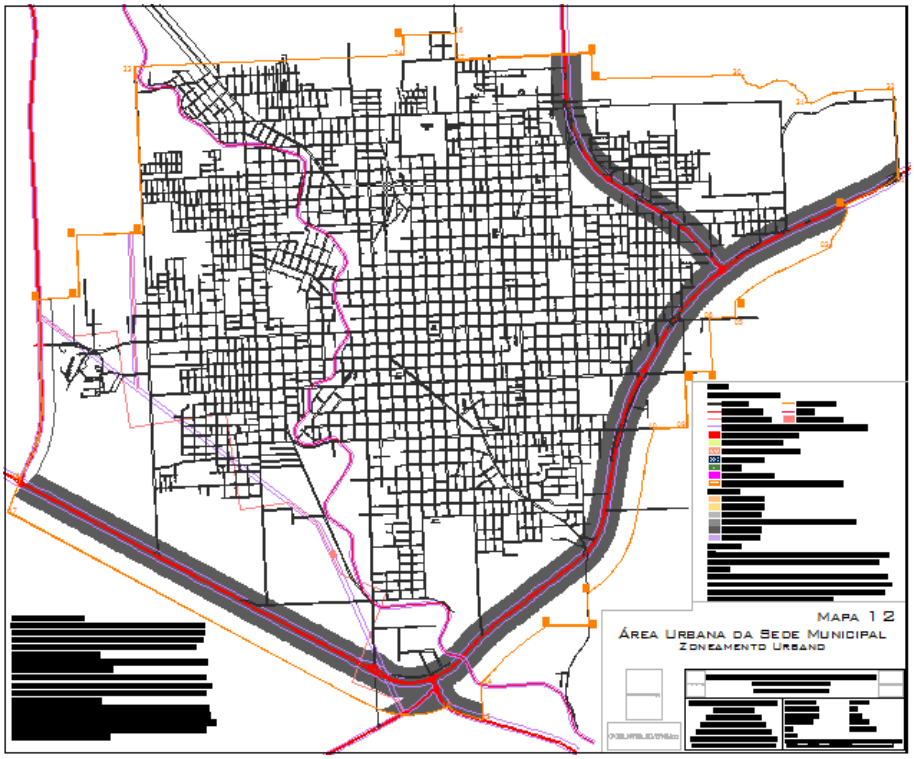
Também era previsto no artigo 81 desta lei, nas diretrizes para o sistema viário, no item V o “planejamento de vias marginais e demais obras de arte junto às rodovias de circulação regional

tendo em vista a ligação interurbana", ou seja, oferecer condições ao tráfego intra-urbano para que este não interfira no tráfego de passagem presente na rodovia.

E além da preocupação com o zoneamento do entorno da rodovia, havia a preocupação com as invasões de áreas indevidas, notável no artigo 104, que vedava a regularização fundiária de favelas em áreas públicas com características específicas, sendo uma delas as faixas de domínio de rodovias e ferrovias.

Também interessa lembrar que a decisão presente no Plano Diretor atual (2012) do município de Ijuí de caracterizar as áreas lindeiras às rodovias como ZC3, como mostrado na figura 5, se apresenta contraditória à publicação citada e aos artigos do antigo Plano Diretor do próprio município, pois incentiva a ocupação e urbanização do entorno destas para fins comerciais que, de acordo com Cupolillo (2006) é a terceira ocupação do solo mais problemática, abaixo apenas de zonas escolares e residenciais, gerando riscos indevidos e acessos de um número muito elevado de veículos sem necessariamente o desenvolvimento de vias laterais que colham o transito local, separando este do tráfego de passagem.

Figura 5: Mapa 12 – Zona Comercial 3



Fonte: Próprio Autor

Observando o mapa da figura 5 fica compreensível que a sede urbana do município tenha dificuldades para se expandir territorialmente, pois é limitada pela BR-285/RS ao leste e sul, pela RS-155, também ao sul, e pela RS-342 a oeste, mas não há barreiras que impossibilitem a sua expansão para o norte.

Também é perceptível que a RS-155 possui um trecho com características mais marcantes de uma via urbana do que de uma rodovia intermunicipal, pois possui muitos acessos e está praticamente integrada à malha urbana, com acesso direto de várias ruas que a atravessam.

4.2.2 Acidentes

Na publicação "Metodologia para Tratamento de Acidentes de Tráfego em Rodovias" (DNIT, 2006) existem quatro situações classificadas como típicas de acidentes nas rodovias, sendo estas Travessias Urbanas, Interseções, Curvas e Pontes e Viadutos, onde se lê o que se segue:

> 2.4.3.1 Situações Típicas de Acidentes nas Rodovias
>
> Os locais de ocorrência de acidentes nas rodovias podem ser classificados em quatro tipos distintos, cada qual com características típicas que exigem soluções diferentes, a saber:
>
> - ✓ Travessias urbanas → significa que a rodovia atravessa uma área urbana, o que não deveria acontecer, resultado do crescimento desordenado ao longo do eixo da rodovia, quase sempre com utilização do solo de forma inadequada. Nesses locais, é comum encontrar o trânsito local misturado com o tráfego de passagem; invasão da faixa de domínio por residências e comércio; volumes altos de 30 pedestres atravessando a pista em múltiplos locais e de bicicletas no meio de veículos motorizados; acessos irregulares à rodovia; carrinhos puxados à mão ou à tração animal locomovendo-se na pista; e pontos de ônibus sem baias.
> - ✓ Interseções → o próprio conceito de rodovia é de uma via de circulação ininterrupta de alta velocidade, sem interferências. A existência de uma interseção (obviamente sem semáforo) cria uma mistura de alto risco, onde veículos em velocidade (percorrendo a rodovia sem interesse na interseção) circulam com outros em baixa velocidade (cruzando a rodovia ou efetuando conversões da via transversal para a rodovia ou vice-versa).
> - ✓ Curvas → os problemas localizados de curvas perigosas estão, normalmente, associados a velocidades de percurso maiores do que as permitidas pelas condições geométricas da curva ou, ainda, ao estado de conservação do pavimento e/ou condições deficientes de visibilidade ou a uma conjunção desses fatores.
> - ✓ Pontes e Viadutos → os problemas de segurança em pontes e viadutos estão ligados, via de regra, a estreitamentos com relação à seção normal da rodovia,

> agravando-se mais ainda quando associados a curvas fechadas e greides descendentes na aproximação.

É interessante salientar que no decorrer do trecho de uma Travessia Urbana pode ocorrer qualquer uma das outras situações típicas de acidentes, o que agravaria ainda mais o risco de utilização da rodovia.

De acordo com a PRF, na BR-285/RS dentro dos limites municipais de Ijuí, apenas no ano de 2014, ocorreram 175 acidentes na rodovia de estudo, sendo que destes, 141 foram dentre os 9,0 km de travessia urbana, computando 15,67 acidentes por km, enquanto apenas 34 ocorreram no trecho rural, de 8,3 km e formam 4,10 acidentes por km, ou seja, em um ano ocorreram 3,82 vezes mais acidentes por km na Travessia Urbana do que no trecho rural. Podemos observar na tabela 1 o número de ocorrência de cada tipo de acidente conforme o entorno da rodovia.

Tabela 1: Quantificação dos Tipos de Acidentes por Ocupação do Solo

TIPO DE ACIDENTE	TOTAL	Urbana	Rural
Atropelamento	6	6	0
Colisão Bicicleta	4	2	2
Colisão Frontal	5	5	0
Colisão Lateral	10	9	1
Colisão Objeto	6	6	0
Colisão Transversal	82	79	3
Colisão Traseira	25	19	6
Queda de Veículo	6	6	0
Saída de Pista	21	6	15
Tombamento	10	3	7
TOTAL	**175**	**141**	**34**

Fonte: PRF de Ijuí

Percebemos o quanto é maior a incidência de acidentes no meio urbano e também caracterizar acidentes típicos de cada meio, como atropelamentos, característicos de Travessias Urbanas devido à presença de pedestres, ou saídas de pista, característico de meio rural devido à imprudência ou imperícia relacionada ao abuso de velocidade.

Também se pode observar a alta incidência de colisões transversais, e traseiras, comuns em cruzamentos e acessos por freadas bruscas e inserção indevida do veículo de uma via para a

outra. Estes acidentes possuem uma ocorrência alta nas Travessias Urbanas devido à frequente ocorrência e falta de controle destes acessos.

A incidência de acidentes gera custos sociais e econômicos devido a danos materiais, morais, corporais e mortes causadas por estes acidentes. No ano de 2014 aconteceram 3 acidentes que resultaram em morte e 66 acidentes com feridos, destes 69 acidentes que resultaram em danos corporais ou morte, 54 ocorreram no trecho urbanizado da rodovia, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2: Gravidade dos acidentes da BR-285 em Ijuí, 2014

	Total	Rural	Urbano
Sem Vítimas	106	19	87
Sem Mortos	66	14	52
Com Mortos	3	1	2
TOTAL	175	34	141

Fonte: PRF de Ijuí

Fazendo uma análise econômica do período de um ano, com base nos Custos Médios Gerenciais, adotando data base maio de 2014, disponíveis no endereço eletrônico do DNIT, e com os dados sobre a gravidade dos acidentes fornecidos pela PRF, estima-se que foram gastos R$13.227.857,21 com acidentes rodoviários no trecho de estudo, sendo que destes, R$3.001.183,43 na parte rural da rodovia, com um custo por km de R$361.588,37 enquanto a parte urbana apresentou gastos de R$10.226.673,78, equivalentes a R$1.136.297,09 por km, apresentando um custo com acidentes por quilômetro pouco mais de três vezes maior que o da parte rural. Para melhor análise dos dados, as tabelas 3 e 4 mostram, respectivamente, os valores totais e valores por km de extensão da via de custos de acidentes.

Tabela 3: Custos totais de acidentes da BR-285 em Ijuí,2014

	Total R$	Rural R$	Urbano R$
Sem Vítimas	1.116.404,72	200.110,28	916.294,44
Sem Mortos	10.197.640,86	2.163.135,94	8.034.504,92
Com Mortos	1.913.811,63	637.937,21	1.275.874,42
TOTAL	13.227.857,21	3.001.183,43	10.226.673,78

Fonte: Próprio Autor

Tabela 4: Custos de acidentes por quilômetro de extensão da BR-285 em Ijuí, 2014

	Total R$/km	Rural R$/km	Urbano R$/km
Sem Vítimas	64.532,06	24.109,67	101.810,49
Sem Mortos	589.459,01	260.618,79	892.722,77
Com Mortos	110.624,95	76.859,90	141.763,82
TOTAL	764.616,02	361.588,37	1.136.297,09

Fonte: Próprio Autor

De posse destes dados e supondo que a rodovia pudesse ter o mesmo nível de segurança do trecho rural na travessia urbana, o custo total gerado por acidentes seria de R$6.255.478,80 que deduzidos do total real de R$13.227.857,21 resultariam numa diferença de R$6.972.378,41 que seriam economizados apenas com a redução de acidentes no trecho urbano da rodovia no ano de 2014, ou seja, o trecho urbano gerou um custo adicional de R$774.708,72 para cada quilômetro de extensão apenas pela falta de segurança presente na Travessia Urbana.

4.2.3 Valor do tempo

Considerando a quantidade de cada categoria de veículos, conforme contagem de tráfego realizada no EVTEA, o custo fixo mensal sem taxa de administração, fornecidos pelo Departamento de Custos Operacionais (DECOPE) da Associação Nacional de Transporte de Cargas e Logística (NTC), e a diferença de velocidade do trecho rural e do urbano, é possível estimar o valor do tempo perdido e o custo decorrente da redução da velocidade durante a Travessia Urbana e da formação de comboio decorrente da falta de pontos de ultrapassagem e da movimentação do tráfego local que utiliza a rodovia através dos vários acessos diretos a esta.

Sabe-se que a velocidade máxima permitida no trecho rural é de 80 km/h e de 60 km/h no trecho urbano, com uma lombada eletrônica de 50 km/h e um pequeno trecho com velocidade máxima de 40 km/h nas proximidades de um dos acessos municipais.

Para obter a velocidade e o tempo médio de deslocamento pelos 9 km de Travessia Urbana, foi realizado ensaio com veículo utilitário leve percorrendo três vezes o trecho em cada sentido respeitando todos os limites de velocidade e a proibição de ultrapassagem. Os resultados obtidos seguem na tabela 5:

Tabela 5: Tempo para percorrer os 9 km de Travessia Urbana

	Ijuí-Bozano	Ijuí-Cel. Barros
1º Teste	12’11”	11’47”
2º Teste	11’48”	11’52”
3º Teste	11’28”	11’26”
MÉDIA PARCIAL	11’49”	11’42”
MÉDIA GERAL	11’45”	

Fonte: Próprio Autor

Com o ensaio foi possível observar a dificuldade de permanecer atrás de veículos de carga carregados, que se deslocam muito lentamente e precisam espaço para manobras, como acesso a postos de combustíveis ou a empresas. O tempo necessário para percorrer 9 km deslocando-se a 80 km/h seria de 6’45”, enquanto o tempo médio para percorrer a mesma distância na travessia urbana de Ijuí com um utilitário leve foi de 11’45” devido às condições de trafegabilidade e velocidade reduzida.

Em suma, para vencer o deslocamento da mesma distância leva-se 5 minutos a mais, além do tempo de aceleração e desaceleração para adequação à mudança de velocidade, que é variável conforme tipo e categoria do veículo, além de possíveis formações de comboio. Não parece muito isoladamente, mas este tempo pode ser convertido em perdas econômicas a partir dos dados fornecidos pela DECOPE/NTC&Logística de valores de custo fixo mensal de cada tipo de veículo, adotando jornada de trabalho de 2 turnos (480 horas mensais), conforme Anexo I, e adaptando estes valores para a classificação de veículos adotada para contagem de tráfego e então somar os custos em um ano, conforme anexo 2, assim sendo calculado, o custo deste tempo extra, de apenas 5 minutos, gera um custo anual estimado de R$6.523.378,63

4.2.4 Pesquisa de Campo

Foi realizada pesquisa sobre os riscos da Travessia Urbana e a qualificação das ações e procedimentos preventivos e corretivos para o aumento da segurança em uma rodovia com entorno característico urbano, adotando o tema de ocupação do solo e a acessibilidade aos lotes nas laterais da rodovia.

O questionário realizado foi elaborado com perguntas objetivas de múltipla escolha, de forma a descobrir a opinião dos usuários da rodovia sobre os problemas e riscos existentes em

Travessias Urbanas, qual a prioridade de operação da rodovia quanto ao atendimento de qual tipo de tráfego e a eficiência e qualidade dos procedimentos de segurança de trânsito.

As seguintes perguntas foram realizadas a 18 usuários da rodovia, com suas respectivas opções de resposta e número de pessoas que escolheram determinada opção.

1. Você considera a passagem por Zonas Urbanas como um local de risco de acidentes?

a) Sim - 18
b) Não- 0

2. Qual o grau de risco que uma Zona Urbana representa?

a) Muito Baixo - 0
b) Baixo - 0
c) Médio - 8
d) Alto - 9
e) Muito Alto- 1

3. Quais os maiores riscos presentes em uma rodovia dentro da Zona Urbana? (pode ser escolhida mais de uma opção)

a) Presença de veículos não motorizados, animais e pedestres - 14
b) Manobras repentinas, como frenagens, retornos e cruzamentos realizados pelo tráfego local - 15
c) Alta velocidade do tráfego de passagem - 9
d) Baixa velocidade do tráfego local - 6
e) O conflito da diferença de velocidades - 15
f) Alta incidência de acessos e cruzamentos na rodovia - 15
g) Presença de estabelecimentos comerciais e industriais - 5
h) Outros (Quais?)- 1 (Presença de motoristas embriagados)

4. Sabendo que MOBILIDADE é a característica da rodovia de permitir deslocamento rápido, confortável, eficiente e seguro e ACESSIBILIDADE a capacidade de permitir acessos a lotes, terrenos, estabelecimentos e destinos, o que deve ser considerado, em sua opinião, prioridade em uma Travessia Urbana?

a) Controle de acessos (redução da acessibilidade, aumento da mobilidade) - 1
b) Redução e fiscalização da velocidade (aumento da acessibilidade, redução da mobilidade) - 2
c) Aumento de capacidade da rodovia (comportar o aumento do VMD) - 2
d) Segregação de tráfego (separar o tráfego local do tráfego de passagem) - 11
e) Sinalização mais eficiente (chamar a atenção do condutor para o meio urbano) - 2

5. Qual a importância da redução da velocidade nas proximidades e durante a Travessia Urbana para a segurança viária?

a) Muito Baixo - 0
b) Baixo - 2
c) Médio - 3
d) Alto - 8
e) Muito Alto - 5

6. Qual a eficiência da fiscalização eletrônica de velocidade para a segurança?

a) Muito Baixo - 2
b) Baixo - 3
c) Médio - 8
d) Alto - 3
e) Muito Alto - 2

7. E da fiscalização com radar, executada por agente de trânsito?

a) Muito Baixo - 1
b) Baixo - 3
c) Médio - 2
d) Alto - 6
e) Muito Alto - 6

8. Qual a importância do controle e restrição de acessos para separar/isolar a pista de trafego na da segurança da via?

a) Muito Baixo - 0
b) Baixo - 0
c) Médio - 7
d) Alto - 9
e) Muito Alto - 2

9. Qual a importância da segregação de tráfego (Ruas laterais) para a segurança da via?

a) Muito Baixo - 0
b) Baixo - 0
c) Médio - 1
d) Alto - 7
e) Muito Alto - 10

10. Qual a importância do aumento de capacidade (Duplicação) para a segurança da via?

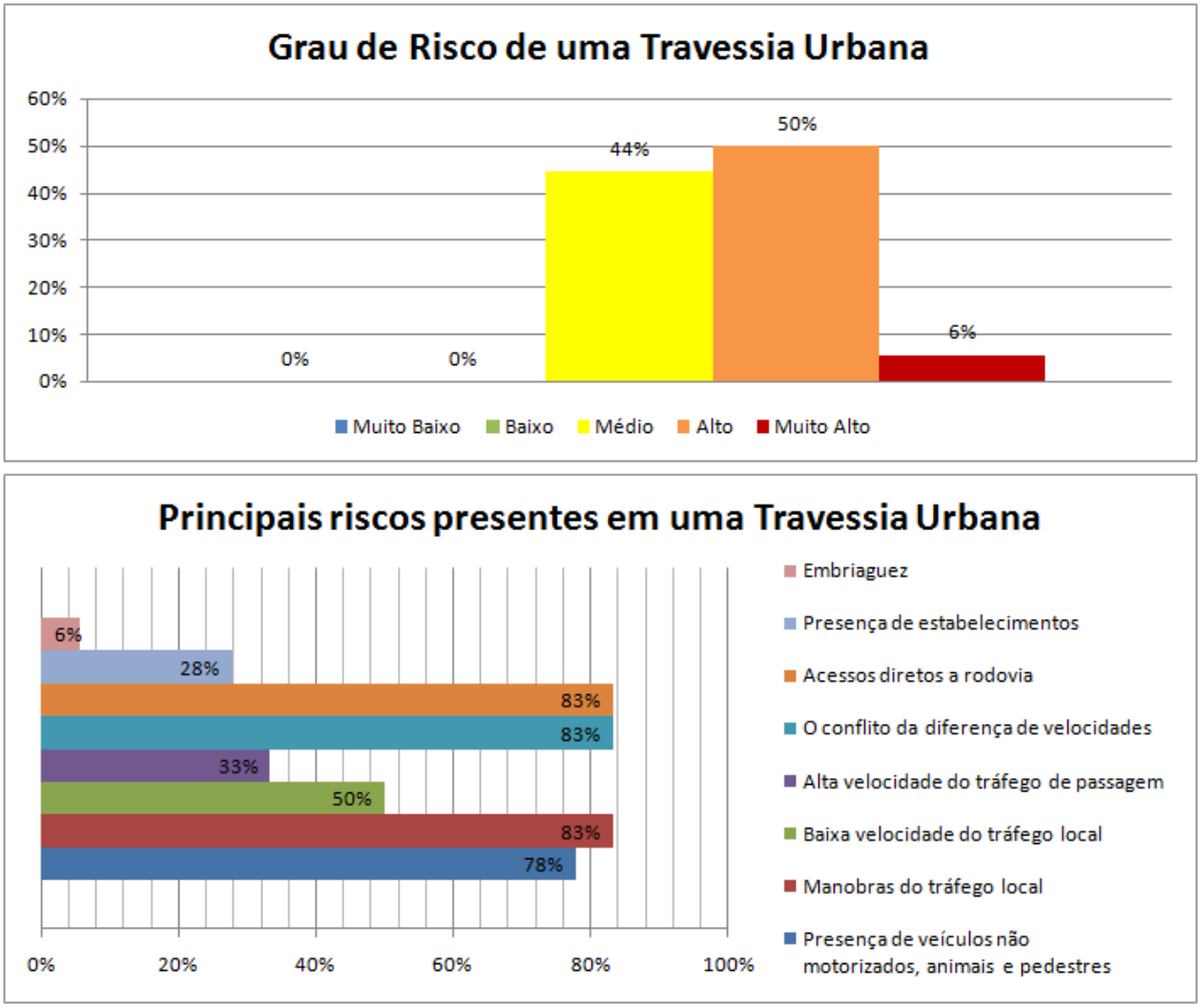
a) Muito Baixo - 0
b) Baixo - 2
c) Médio - 3
d) Alto - 4
e) Muito Alto - 9

11. Em sua opinião, quais tipos de uso do solo nas laterais da rodovia poderiam ser permitidos?

a) Extremamente restrito (apenas rural ou parques industriais com acesso único) - 0
b) Muito restrito (Estabelecimentos industriais e comerciais com acessos especiais compartilhados) - 16
c) Restrito (Estabelecimentos industriais e comerciais com acessos simples compartilhados) - 1
d) Liberal (Qualquer tipo de ocupação, inclusive residencial, com acessos diretos à rodovia) - 0
e) Qualquer um, a ocupação do solo não interfere na funcionalidade da rodovia - 1

Os resultados da pesquisa demonstram que todos os usuários da rodovia reconhecem que existe um risco de médio a alto ao deslocar-se por uma Travessia Urbana e identificam como as principais causas geradoras deste risco a presença de veículos não motorizados, de animais e pedestres, as manobras do tráfego local, o conflito da diferença de velocidade do tráfego de passagem em relação ao local e o grande número de acessos à rodovia existentes no trecho dentro da Zona Urbana, conforme observação das opções de respostas às perguntas 1, com 100% de confirmação da existência de risco em Travessias Urbanas, 2 e 3.

Figura 6: Opinião dos usuários – Riscos em Travessias Urbanas



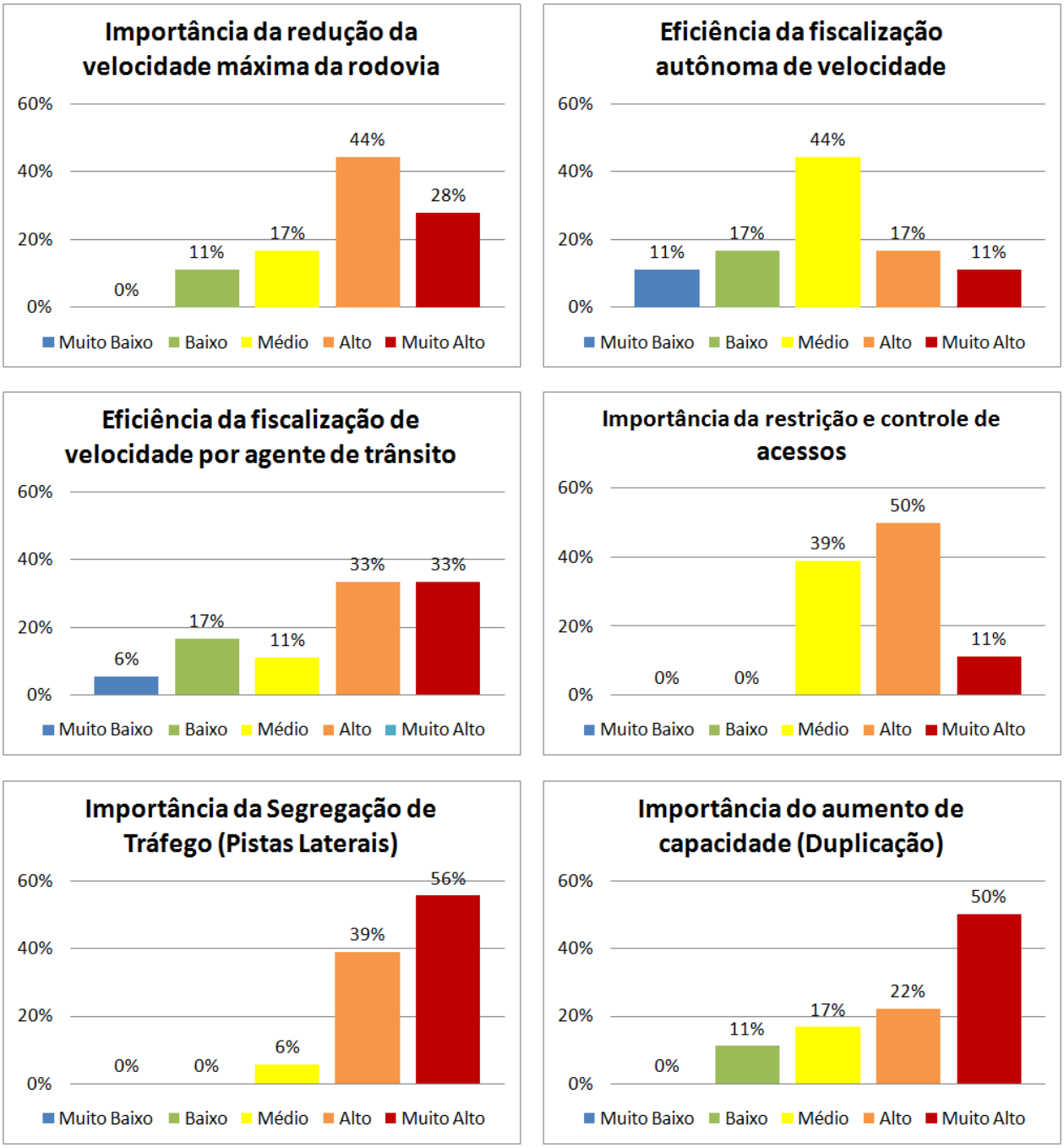
Fonte: Próprio Autor

Também revela, observando as respostas às perguntas 4 e 11, que os usuários acreditam que a melhor solução para travessias urbanas é a construção de ruas laterais e a restrição da utilização do solo lindeiro à rodovia em atividades industriais e comerciais, mantendo a pista central isolada do tráfego local e de acessos, de forma a evitar o conflito gerado pela presença dos dois tipos de tráfego, controlando a acessibilidade dos estabelecimentos para as ruas laterais através de rótulas, trevos ou Obras de Artes Especiais, dependendo do "movimento" da rodovia, ou seja, do VMD de forma a segregando o tráfego local do de passagem e reduzindo a imprevisibilidade do comportamento do tráfego e de ingressos e egressos à rodovia

Sobre a eficiência das intervenções possíveis, apenas a fiscalização eletrônica autônoma foi considerada como mediana, as demais intervenções, inclusive controle de velocidade

praticado por agente de trânsito, foram consideradas de alta importância e eficiência para a segurança viária, recebendo destaque o aumento de capacidade da rodovia, através de duplicação e, principalmente, a segregação de tráfego, com a construção de vias laterais, como percebemos na figura 7.

Figura 7: Opinião dos usuários da rodovia – Melhorias em Travessias Urbanas



Fonte: Próprio Autor

5 SOLUÇÕES E AÇÕES

Cupolillo (2006) classificou e qualificou as ações aplicáveis para moderação, gerenciamento, controle e melhoria de tráfego aplicados no Brasil em sete classes, separadas entre si em métodos específicos, como se segue:

5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES

5.1.1 Deflexão Vertical

Obstáculos físicos transversais ao sentido de tráfego que geram desconforto de tráfego e forçam a redução da velocidade de operação, normatizadas e regulamentadas pela resolução nº 39/98 do artigo nº 94 do Código de Trânsito Brasileiro que alega "proibida a utilização das ondulações transversais e de sonorizadores como redutores de velocidade, salvo em casos especiais definidos pelo órgão ou entidade competente". São as lombadas, sejam de seção arredondada ou reta, platôs, almofadas anti-velocidade ou áreas elevadas.

5.1.2 Deflexão Horizontal

Instrumentos que alteram o deslocamento horizontal, forçando a redução de velocidade e direcionando deslocamentos, podendo até mesmo impedir ou dificultar manobras indevidas, gerando estreitamento da faixa de rolamento, pontos mais estreitos, ilhas centrais, ilhas canalizadoras, canteiros direcionais, chicanas, refúgios para manobras, rotatórias e faixas ou pistas adicionais.

5.1.3 Gerenciamento de Circulação

Delimitação de áreas de carga e descarga, manobra, estacionamento, paradas de ônibus para embarque e desembarque de passageiros, barreira ou canteiro central separando pistas de sentidos opostos e definição de sentido de vias a fim de reduzir pontos de conflitos, controlar egressos e ingressos e segregar o tráfego local do de passagem.

5.1.4 Sinalização

Aplicação de instrumentos de sinalização vertical, horizontal, semafórica ou Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) para instrução, normatização e informação do condutor e ordenamento do tráfego.

5.1.5 Medidas de Urbanismo

Instalação de mobiliário urbano, iluminação, pórticos e paisagismo para destacar o meio urbano, melhorar a visibilidade e orientar os motoristas, integrando o tráfego de passagem ao tráfego local.

5.1.6 Fiscalização de Trânsito

Fiscalização de velocidade, seja esta autônoma, como pardais ou lombadas eletrônicas, ou por agente, utilizando-se de radares. A fiscalização realizada por agentes de trânsito também inibe ultrapassagens em locais não permitidos, manobras indevidas, entre outras infrações.

5.1.7 Textura do Pavimento

Alteração na rugosidade e aderência do pavimento, alertando o motorista sobre a travessia, deixando-o atento a possíveis mudanças de velocidade e comportamento de tráfego. Pavimentos mais rugosos ou sonorizadores.

5.2 QUALIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Após entrevista com especialistas na área e estudo sobre o tema, Cupolillo (2006) qualificou as soluções quanto à eficiência para diferentes fins, considerando a redução de velocidade, redução de conflitos entre dois veículos, entre veículo e pedestre e redução do fluxo de passagem.

Nas tabelas que se seguem podemos observar os resultados da pesquisa de Cupolillo (2006), onde cada solução foi avaliada com uma qualificação sobre a influência em determinado objetivo, sendo:

• Baixa influência;

•• Média influência;

••• Alta influência.

Tabela 6: Qualificação das Soluções Conforme o Objetivo (A)

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

Fonte: Cupolillo (2006)

Tabela 7: Qualificação das Soluções Conforme o Objetivo (B)

Moderação do Tráfego		Bloco 1 – Eficiência das medidas em função dos objetivos a serem alcançados			
			Redução de conflitos/acidentes		
Agrupamento	Medidas	Redução de velocidade	veículos X veículos	pedestres X veículos	Redução do fluxo de passagem
Sinalização	Sinalização vertical	●●	●●	●●	●
	Sinalização horizontal	●●	●●	●●	●
	Sinalização semafórica	●●●	●●●	●●●	●●
	ITS (Sistemas inteligentes de transportes)	●●	●●●	●●●	●●
Medidas de Urbanismo	Pórticos	●●	●●	●	●
	Iluminação	●●	●●	●●●	●
	Paisagismo	●	●	●●	●
	Mobiliário urbano	●	●	●●●	●
Fiscalização do trânsito	Fiscalização eletrônica autônoma	●●	●	●	●●
	Fiscalização eletrônica por agente	●●●	●	●	●
Textura do pavimento	sonorizadores	●●	●●	●●	●●
	Rumblewave surfacing	●●	●	●	●
	SMA (stone mastic asphalt)	●	●	●	●

Fonte: Cupolillo (2006)

Partindo das patologias que a rodovia apresenta e dos objetivos a serem alcançados, considerando estes a redução dos tipos de conflitos, de velocidade ou de fluxo, deve-se analisar as tabelas 6 e 7 para definir qual seria a intervenção mais apropriada para cada situação.

6 CONCLUSÃO

Cada Travessia Urbana possui características particulares que devem ser tratadas individualmente, mas em comum, todas apresentam um aumento do VMD devido à adição do tráfego local ao de passagem, a imprevisibilidade gerada pela presença deste tráfego local devido às manobras realizadas por estes usuários da rodovia, a presença de pedestres, animais e veículos não motorizados, e a quantidade de acessos diretos que existem nas laterais da rodovia.

Para suprir as demandas de cada Travessia Urbana, devem ser adotadas soluções de acordo com os problemas apresentados, por exemplo, o conflito de pedestres e veículos deve ser corrigido com aplicação de iluminação e instalação de mobiliário urbano, o que não é eficiente para corrigir os problemas de conflitos entre dois veículos, sendo que para isso seriam necessárias intervenções como deflexões horizontais ou gerenciamento da circulação viária, construindo rotatórias, canteiros de direcionamento de tráfego, identificando áreas de manobras e estacionamentos, entre outras intervenções, sendo que, de acordo com os estudos de Cupolillo (2006), como observado nas tabelas 6 e 7, o estreitamento da via e a construção de rotatórias são medidas de baixo custo que apresentam grande influência na redução de velocidade e no conflito entre dois veículos. Contudo, a redução da velocidade deve ser uma decisão tomada com cautela, pois nos 9km de Travessia Urbana da BR-285 em Ijuí/RS a redução da velocidade gera um total anual de R$6,5 milhões de custos adicionais devido ao aumento de 5 minutos do tempo de viagem.

O caso de Ijuí, especificamente, apresenta um custo adicional de aproximadamente R$7 milhões devido a acidentes rodoviários causados pela presença da urbanização e outro de aproximadamente R$6,5 milhões devido ao custo do aumento do tempo de viagem necessário para a Travessia Urbana, totalizando R$13,5 milhões por ano de custos adicionais ao custo normal de uma rodovia.

Os custos de adequação de capacidade mais altos, considerando os Custos Médios Gerenciais (DNIT), com data base de novembro de 2014, seriam de R$7.525.501,96 por quilômetro de rodovia, que em toda a extensão teria um custo total estimado de aproximadamente R$67,7 Milhões de reais e geraria uma economia pela redução de acidentes e do tempo de viagem

de aproximadamente R$13,5 milhões por ano, apresentando um tempo de retorno do capital investido de pouco mais de 5 anos, ou até menos se for considerado o crescimento progressivo do tráfego da rodovia.

A urbanização do entorno da rodovia faz parte do progresso do município, mas esta não deve se sobressair aos custos com acidentes ou prejudicar o deslocamento dos usuários da rodovia que vêm de outras cidades. Assim sendo, o município tem obrigação legal de controlar e ordenar a ocupação do solo, inclusive nos arredores da rodovia, respeitando as características do tráfego de passagem, de uso predominante na rodovia, e garantindo o desenvolvimento econômico, social, ambiental e a segurança dos usuários da rodovia e suas proximidades.

O município de Ijuí se encontra cercado por rodovias, apresentando área de possível expansão sem obstáculos rodoviários apenas no sentido norte de sua área de ocupação atual. As empresas tendem a desejarem instalações próximas a rodovias devido à visibilidade comercial e a facilidade logística, principalmente se tratando do transporte intermunicipal de grandes volumes e cargas ou do transporte da produção agrícola. Assim sendo, a expansão e o aparecimento de estabelecimentos comerciais e industriais dependentes de transporte apresenta uma tendência natural de ocorrer nas áreas próximas à rodovia.

A pesquisa com usuários indicou que estes consideram a melhor solução para travessias urbanas a construção de acessos adequados às ruas laterais e que a partir destas ocorram os acessos aos estabelecimentos e desloque-se o tráfego local, permitindo que a pista central comporte o tráfego de passagem com segurança, previsibilidade, homogeneidade e eficiência.

Os órgãos responsáveis pelas rodovias (DNIT e DAER/RS) devem trabalhar conjuntamente com o município para controlar e ordenar esta ocupação, com correção e adequação do plano diretor do município e fiscalização de acessos, além de ampliação de capacidade da rodovia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO, Por vias Seguras. **Pontos Críticos.** [S.l.] 2006. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/index.php/os_acidentes/localizacao_dos_acidentes/pontos_criticos> Acesso em: 03 mai. 2015

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA (NTC), **Custo de diárias e horas paradas.** [S.l.] 2015. Disponível em: < http://www.ntctec.org.br/canais/downloads/tecnico-economico>

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica:** materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p.

BRASIL. **Código de trânsito brasileiro** [recurso eletrônico]. 5. ed. Brasília, Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2013. 244 p.

_____. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 117, n. 243 dez 1979, Seção 1 p.19457-19462.

BRAZ, J. T. Novos Conceitos para Definição e Configuração Viária das Entradas e Saídas nas Vias Principais.In: Congresso ANPET, 8., 1994. Recife. **Anais do Congresso ANPET, 8**. Rio de Janeiro. ANPET, 1994. p. 313-322

CUPOLILLO, Maria Teresa Araújo. **Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas.** 2006. 277 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT. **Anuário estatístico das rodovias federais 2010:** Acidentes de trânsito e ações de enfrentamento ao crime. [S.l: s.n.], 2010. 683p.

_____, DNIT. **Manual para ordenamento do uso do solo nas faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais.** 2. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. 106p.

_____, DNIT. **Manual de projetos geométricos de travessias urbanas.** Rio de Janeiro: IPR, 2010. 392p.

_____, DNIT. **Manual de sinalização rodoviária.** 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2010. 412p.

FRAMARIM, Carlos da Silveira et al. Técnicas de identificação de locais propensos à ocorrência de acidentes: principais características e dificuldades de aplicação. In: PANORAMA NACIONAL DA PESQUISA EM TRANSPORTES, 2002. Natal. **Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro. ANPET, 2002. p. 417-428.

FREIRE, Liz Helena et al. Travessias urbanas em rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades. Porto Alegre, Ano 4, n. 7, p. 23-33, Nov. 2004

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Síntese de informações do município de Ijuí**. [S.l.;s.d.]. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431020&idtema=16&search=||s%EDntese-das-informa%E7%F5es> Acesso em: 06 out. 2015

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **O Plano Diretor como instrumento de política urbana**. [S.l.:s.d.] Disponível em :<https://www.mprs.mp.br/urbanistico/doutrina/id492.htm> Acesso em: 06 out. 2015

MORAES, André Pires.**Rodovias envolvidas por urbanização:** uma tragédia anunciada. [s.l.: s.d.]

NODARI, Christine Tesseleet al. Causas e ações para redução de acidentes de trânsito urbano a partir da percepção de seus principais agentes. In: PANORAMA NACIONAL DA PESQUISA EM TRANSPORTES, 2000. Gramado. **Anais do XIV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro. ANPET, 2000. p. 89-99.

PASCHE, Eduardo. **Análise do desempenho de misturas asfálticas com a incorporação de material fresado e cal**. 2013. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI. Ijuí, 2013.

SENÇO, Wlastermir de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 1ª Ed. São Paulo: Ed. Pini, 2001.

SOLOMON, David. **Accidents on main rural highways related to speed, driver, and vehicle**. Technical report, U.S. Department of Commerce/Bureau of Public Roads.Washington, CD: U.S. 1964.

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

TRINTA, Z.A.**Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

ANEXO A – TABELA DA NTC&LOGÍSTICA DO CUSTO DA HORA PARADA POR VEÍCULO

SETEMBRO/15 | Veículos mais utilizados	CUSTOS FIXOS MENSAIS	Custo por dia útil (24 dias, sem administração)	Custo por dia corrido (30 dias, sem administração)	Custo por hora (240 h/mês, sem administração) - 1 turno	Custo por hora (480 h/mês,sem administração) - 2 turnos	Custo por hora (720 h/mês, sem administração) - 3 turnos
FIORINO FURGÃO - 1.3 - FLEX FIAT	5.191,67	216,32	173,06	21,63	10,82	7,21
KOMBI FURGÃO 1.4 Mi TOTAL FLEX 8V	5.471,08	227,96	182,37	22,80	11,40	7,60
FIAT DUCATO MAXI CARGO FURGÃO	7.126,67	296,94	237,56	29,69	14,85	9,90
Daily 45 S17 GRAN FURGONE IVECO	7.318,04	304,92	243,93	30,49	15,25	10,16
Sprinter 515 LONGA (TA)(1)	8.076,21	336,51	269,21	33,65	16,83	11,22
HYUNDAI HR	11.421,66	475,90	380,72	47,59	23,80	15,86
KIA BONGO	11.578,40	482,43	385,95	48,24	24,12	16,08
ACCELO 1016 BAÚ DURALUMÍNIO	8.577,09	357,38	285,90	35,74	17,87	11,91
ACCELO 815 BAÚ DURALUMÍNIO	8.244,91	343,54	274,83	34,35	17,18	11,45
MB 1419 ATEGO TOCO BAÚ DURALUMÍNIO	9.151,17	381,30	305,04	38,13	19,06	12,71
VW 13.190 CONSTELATION TOCO BAÚ DURALUMÍNIO	9.904,44	412,68	330,15	41,27	20,63	13,76
VW 15.190 CONSTELATION TRUCK BAÚ DURALUMÍNIO	10.495,06	437,29	349,84	43,73	21,86	14,58
VW 17.280 CONSTELATION TRUCK BAÚ DURALUMÍNIO	18.856,84	785,70	628,56	78,57	39,29	26,19
MB 1419 ATEGO TRUCK BAÚ DURALUMÍNIO	17.168,00	715,33	572,27	71,53	35,77	23,84
ATRON 2324 TRUCK BAÚ DURALUMÍNIO	10.209,80	425,41	340,33	42,54	21,27	14,18
ATRON 1635 S. REBOQUE 2 EIXOS CARROCERIA ABERTA	13.966,82	581,95	465,56	58,20	29,10	19,40
ATRON 1635 S. REBOQUE 2 EIXOS BAÚ DURALUMÍNIO	14.576,30	607,35	485,88	60,73	30,37	20,24
MB AXOR 2041 4x2 C/ S.REBOQUE 3 EIXOS BAÚ DURALUMÍNIO	15.638,68	651,61	521,29	65,16	32,58	21,72
FORD CARGO 1933 C/ S.REBOQUE 3 EIXOS BAÚ DURALUMÍNIO	13.282,10	553,42	442,74	55,34	27,67	18,45
SCANIA R 440 LA - 6X4 H2 BITREN GRANELEIRO	19.905,01	829,38	663,50	82,94	41,47	27,65
SCANIA G 400 LA - 6X4 H2 BITREN GRANELEIRO	15.460,07	644,17	515,34	64,42	32,21	21,47
SCANIA G 400 LA - 6X4 H2 S.REBOQUE 3 EIXOS GRANELEIRO	17.574,18	732,26	585,81	73,23	36,61	24,41
SCANIA G 400 LA 4X2 H2 S.REBOQUE 3 EIXOS CARROCERIA ABERTA	16.258,69	677,45	541,96	67,74	33,87	22,58
SCANIA G 400 LA 4X2 H2 S.REBOQUE 3 EIXOS BAÚ DURALUMÍNIO	15.522,32	646,76	517,41	64,68	32,34	21,56
VOLVO FH 460 T 4x2 S.REBOQUE 3 EIXOS CARROCERIA ABERTA	18.071,75	752,99	602,39	75,30	37,65	25,10
VOLVO FH 460 T 4x2 S.REBOQUE 3 EIXOS BAÚ DURALUMÍNIO	18.681,24	778,38	622,71	77,84	38,92	25,95

Fonte: DECOPE/NTC&Logística

ANEXO B – TABELA DO CUSTO DA HORA PARADA POR TIPO DE VEÍCULO (ADAPTADA)

CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS		CUSTOS FIXOS MENSAIS	Custo por hora (480 h/mês,sem administração) - 2 turnos	Contagem VMD - EVTEA 2011	Percentual de cada tipo de veículo	Estimativa VMD - EVTEA 2014	Custo de 5 minutos adicionais
Veículos Leves	VL	R$ 6.636,73	R$ 13,83	6.682	64,85%	7.388	R$ 8.533,27
Ônibus (estimativa)	O	R$ 11.500,03	R$ 23,96	234	2,27%	259	R$ 517,81
Caminhões Leves	2C	R$ 8.657,72	R$ 18,04	625	6,07%	691	R$ 1.041,21
Caminhões Leves	3C	R$ 10.203,10	R$ 21,26	551	5,35%	609	R$ 1.081,78
Caminhões Leves	4CD	R$ 18.012,42	R$ 37,53	135	1,31%	149	R$ 467,91
Semi Reboque	2S1	R$ 13.966,82	R$ 29,10	39	0,38%	43	R$ 104,81
Semi Reboque	2S2	R$ 14.576,30	R$ 30,37	477	4,63%	527	R$ 1.337,89
Semi Reboque	2S3	R$ 14.460,39	R$ 30,13	499	4,84%	552	R$ 1.388,47
Semi Reboque	3S2	R$ 15.522,32	R$ 32,34	340	3,30%	376	R$ 1.015,52
Semi Reboque	3S3	R$ 16.258,69	R$ 33,87	418	4,06%	462	R$ 1.307,73
Reboque	2C3	R$ 17.574,18	R$ 36,61	126	1,22%	139	R$ 426,09
Reboque	3C3	R$ 15.460,07	R$ 32,21	12	0,12%	13	R$ 35,70
Especiais	3S2S2	R$ 18.681,24	R$ 38,92	76	0,74%	84	R$ 273,20
Especiais	3S2C4	R$ 19.905,01	R$ 41,47	89	0,86%	98	R$ 340,88
				9.869	100,00%	11.392	R$ 17.872,27
						TOTAL EM UM ANO	R$ 6.523.378,63

Fonte: Hochmüller, G. R.