

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Rodrigo Valduga Milani

**ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA PELO MÉTODO iRAP:
AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO EM UMA RODOVIA
GAÚCHA**

Porto Alegre
julho 2017

RODRIGO VALDUGA MILANI

**ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA PELO MÉTODO iRAP:
AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO EM UMA RODOVIA
GAÚCHA**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Daniel Sergio Presta García

Porto Alegre
julho 2017

RODRIGO VALDUGA MILANI

**ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA PELO MÉTODO iRAP:
AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO EM UMA RODOVIA
GAÚCHA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador da atividade de ensino Trabalho de Conclusão de Curso II da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2017

Prof. Daniel Sergio Presta García
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Profa. Christine Tessele Nodari
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Daniel Sergio Presta García
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. João Fortini Albano
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Mauro e Mara, meus exemplos de força e determinação, o porto seguro que sempre esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Mauro e Mara, e minha irmã, Raquel, pelo amor, apoio incondicional, e incentivo à realização dos meus sonhos, sempre fazendo todo o possível para que eu pudesse alcançá-los.

Ao Prof. Daniel García, orientador deste trabalho, pela paciência, dedicação e atenção dispendidas durante a realização deste, bem como pelo aprendizado obtido na disciplina de Tópicos Especiais em Vias Rurais e Urbanas.

Aos componentes da banca, Profa. Christine Nodari e Prof. João Fortini Albano, pela atenção e tempo dedicados à apreciação deste trabalho.

Aos amigos de faculdade, pela companhia, que trouxe alívio à saudade de casa, pelo essencial apoio nos estudos e pelos momentos de diversão.

Aos amigos de Bento Gonçalves, que sempre apoiaram minhas decisões, pela compreensão de minhas ausências e pelos braços abertos com que sempre me receberam nos momentos de folga.

Aos amigos feitos durante o intercâmbio, que tornaram este tão especial, agradeço pelos incríveis momentos de convivência, que ficarão para sempre em minha memória.

A meus mestres e todos os outros que contribuíram para minha formação. Muito obrigado!

Com o poder da sua mente, sua determinação, seu instinto,
e a experiência também, você pode voar muito alto.

Ayrton Senna da Silva

RESUMO

O presente trabalho versa sobre a avaliação de segurança viária de um trecho de uma rodovia gaúcha, através da metodologia iRAP, ou *International Road Assessment Programme*. Trata-se de um programa internacional de avaliação de rodovias, em sua tradução literal, financiado pela Federação Internacional de Automobilismo e pelo Banco Mundial. A metodologia foi criada com foco em países de baixa e média renda, onde os problemas de segurança viária são ainda mais graves. A avaliação é feita através de imagens registradas a cada 100 metros de uma rodovia e a análise de mais de 50 atributos em cada imagem, gerando como resultados uma classificação por estrelas e um plano de investimentos propostos para a redução de fatalidades e ferimentos graves. O primeiro passo para a aplicação do método foi a pesquisa bibliográfica, incluindo a análise de dois estudos de caso para maior compreensão o funcionamento da metodologia e a realização de uma capacitação online com três módulos. Em seguida houve a definição do trecho a ser estudado, sendo este localizado entre os km 24,0 e 29,0 da ERS-122, pertencentes ao município de Bom Princípio. A partir de imagens registradas pelo *Google Street View* entre junho e julho de 2016, foram codificados todos os atributos do trecho, resultando em uma planilha com 51 linhas de dados e mais de 70 colunas. Foi feito então o *upload* desta planilha para a plataforma ViDA, que analisa a codificação gerando uma classificação por estrelas e um plano de investimentos. Como resultado da análise, o trecho recebeu uma classificação de três estrelas para ocupantes de veículos e duas para motociclistas, em uma faixa de uma estrela (menor segurança possível) a cinco (maior segurança possível). Este nível de segurança para ocupantes de veículos é o mínimo recomendado internacionalmente pelo programa. Foi ainda proposto um plano de investimento de R\$ 1.992.398,00, que pode trazer um benefício econômico de R\$ 5.907.088,00 nos próximos 20 anos, ao evitar a morte ou lesões graves de 23 pessoas. Com a completa implantação deste plano, o trecho passaria a ser classificado com quatro estrelas para ocupantes de veículos e três para motociclistas. Assim sendo, o método provou-se de fácil aplicação, apesar da análise feita apenas com imagens do *Google Street View*, e pode realmente ser uma ferramenta muito útil na redução de vítimas do trânsito mundial.

Palavras-chave: Segurança Viária. iRAP.
International Road Assessment Programme. ERS-122.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do trabalho	16
Figura 2 – Evolução do número de vítimas fatais no trânsito brasileiro	19
Figura 3 – Evolução da taxa de mortes a cada 100 mil habitantes	20
Figura 4 – Mortes por categoria de usuário	21
Figura 5 – Custo dos acidentes no Brasil em 2015	22
Figura 6 – Número de vítimas fatais no trânsito gaúcho e projeções para o ano de 2020	23
Figura 7 – Número de mortes projetadas para 2020 havendo ação do governo e tendência atual	25
Figura 8 – Número de acidentes graves e fatais no Reino Unido, antes e depois da implementação das medidas do RAP local	31
Figura 9 – Fluxograma para obtenção dos protocolos iRAP	33
Figura 10 – Veículo de inspeção iRAP	34
Figura 11 – Exemplos de rodovias classificadas entre uma e cinco estrelas	39
Figura 12 – Custo de acidente por quilômetro viajado de acordo com a classificação por estrelas	40
Figura 13 – Classificação por estrelas das rodovias eslovacas em 2013	46
Figura 14 – Percentagem das classificações	47
Figura 15 – Terminal absorvedor de energia	48
Figura 16 – Antes e depois da instalação de barreiras de segurança no lado do passageiro	50
Figura 17 – Antes e depois da reabilitação asfáltica, pavimentação asfáltica no lado do motorista e instalação de barreiras de concreto	51
Figura 18 – Mapa da classificação por estrelas do iRAP São Paulo	54
Figura 19 – Exemplo de classificação cinco estrelas	55
Figura 20 – Exemplo de classificação quatro estrelas	55
Figura 21 – Exemplo de classificação três estrelas	56
Figura 22 – Exemplo de classificação duas estrelas	57
Figura 23 – Exemplo de classificação uma estrela	57
Figura 24 – Mapa de redução de vítimas	62
Figura 25 – Primeiro capítulo do primeiro módulo	64
Figura 26 – Capacitação sobre dados econômicos	65
Figura 27 – Codificação do atributo curvatura	66
Figura 28 – Codificação do atributo canteiro central	67
Figura 29 – Trecho avaliado: km 24 ao 29	69

Figura 30 – Captura de imagem do quilômetro 24,0	70
Figura 31 – Captura de imagem do quilômetro 29,0	71
Figura 32 – Quilômetro 24,6	72
Figura 33 – Quilômetro 25,1	77
Figura 34 – Quilômetro 26,3	78
Figura 35 – Quilômetro 28,3	79
Figura 36 – Tela inicial da plataforma ViDA	80
Figura 37 – Configurações de projeto e acesso	81
Figura 38 – <i>Upload</i> dos dados de codificação	82
Figura 39 – Conclusão do processamento da codificação	82
Figura 40 – Tela de edição do projeto	83
Figura 41 – Configurações	84
Figura 42 – Estimativa das fatalidades	84
Figura 43 – Dados econômicos	85
Figura 44 – Contramedidas	86
Figura 45 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos	87
Figura 46 – Classificação por estrelas em percentual do trecho	88
Figura 47 – Plano de investimento proposto	89
Figura 48 – Mapa de redução de vítimas	90
Figura 49 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos	91
Figura 50 – Classificação por estrelas em percentual do trecho	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução do número de mortos e feridos em rodovias federais	22
Tabela 2 – Mortes no trânsito gaúcho, população e frota	24
Tabela 3 – Tendência no número de vítimas fatais seguindo o padrão atual	26
Tabela 4 – Natureza dos acidentes fatais no Rio Grande do Sul	26
Tabela 5 – Tipos de veículos envolvidos nos acidentes	27
Tabela 6 – Tipo de participação das vítimas fatais	27
Tabela 7 – Número de acidentes fatais por tipo de via	28
Tabela 8 – Faixa etária e sexo das vítimas fatais	28
Tabela 9 – Rodovias estaduais com maior concentração de acidentes	29
Tabela 10 – Soluções adotadas para os principais tipos de colisões	42
Tabela 11 – Análise de melhoria na segurança viária mundial	44
Tabela 12 – Comparação dos trechos reavaliados em 2016 em relação a 2013	51
Tabela 13 – Número de mortes no trânsito do estado de São Paulo	52
Tabela 14 – Classificação dos trechos analisados no iRAP São Paulo	53
Tabela 15 – Planos de investimento propostos para São Paulo	58
Tabela 16 – Principais contramedidas propostas	59
Tabela 17 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos e motociclistas	59
Tabela 18 – Classificação por estrelas para ciclistas e pedestres	60
Tabela 19 – Análise econômica do plano de investimento 2	61
Tabela 20 – Quilômetros com maior número de acidentes na ERS-122	68
Tabela 21 – Estimativa anual do VDM	75

LISTA DE SIGLAS

DAER-RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul

DER-SP – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo

DETRAN-RS – Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul

EGR – Empresa Gaúcha de Rodovias

FEE – Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul

iRAP – *International Road Assessment Programme* (Programa Internacional de Avaliação de Rodovias)

NDS – Companhia Eslovaca de Autoestradas

PIB – Produto Interno Bruto

RBC – Relação benefício/custo

WHO – *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde – OMS)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.3 HIPÓTESE	15
2.4 DELIMITAÇÕES	15
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO	16
3 SEGURANÇA VIÁRIA	18
3.1 CENÁRIO MUNDIAL	18
3.2 CENÁRIO BRASILEIRO	19
3.3 CENÁRIO GAÚCHO	23
4 iRAP	30
4.1 O QUE É	30
4.2 COMO FUNCIONA	32
4.2.1 Inspeção da rodovia	33
4.2.2 Codificação	34
4.2.3 Classificação por estrelas	38
4.2.4 Planos de investimento	41
4.2.5 Mapas de risco	42
4.3 METAS DE CLASSIFICAÇÃO	43
4.4 ANÁLISE DE MELHORIA NA SEGURANÇA VIÁRIA MUNDIAL	43
5 ESTUDOS DE CASO ANALISADOS	46
5.1 ESLOVÁQUIA	46
5.1.1 Planos de investimento	48
5.1.2 Resultado final	51
5.2 SÃO PAULO	52
5.2.1 Exemplos de classificação	54
5.2.2 Planos de investimento	58
5.2.3 Mapa de redução das vítimas	61
6 APLICAÇÃO DO MÉTODO	63
6.1 CAPACITAÇÃO	63
6.1.1 Primeiros passos e acessando resultados	63

6.1.2 Classificação por estrelas e planos de investimentos a partir de inspeção	64
6.1.3 Codificação dos atributos da rodovia	66
6.2 PASSOS PARA A APLICAÇÃO EM UM TRECHO DE UMA RODOVIA GAÚCHA	67
6.2.1 Processo de escolha da rodovia	67
6.2.2 A rodovia escolhida e trecho a ser analisado	68
6.2.3 Levantamento do trecho	70
6.3 CODIFICAÇÃO	71
6.3.1 Codificação completa de uma seção	72
6.3.1.1 Fluxo de veículos (VDM)	74
6.3.1.2 Percentagem de motocicletas	76
6.3.1.3 Fluxo de pedestres	76
6.3.1.4 Fluxo de bicicletas	76
6.3.1.5 Velocidade real praticada (85 percentil)	76
6.3.1.6 Velocidade real praticada (média)	76
6.3.1.7 Vias que os veículos podem ler	76
6.3.1.8 Metas de política de classificação por estrelas	77
6.3.2 Diferenças entre as seções	77
6.4 DADOS ECONÔMICOS	79
6.5 UPLOAD DOS DADOS NA PLATAFORMA ViDA	80
6.5.1 Configurações	83
6.5.2 Estimativa das fatalidades	84
6.5.3 Dados econômicos	85
6.5.4 Contramedidas	85
6.5.5 Crescimento das fatalidades	86
7 RESULTADOS	87
7.1 CLASSIFICAÇÃO POR ESTRELAS – ANTES DA IMPLANTAÇÃO DAS CONTRAMEDIDAS	87
7.2 PLANO DE INVESTIMENTOS	88
7.3 MAPA DE REDUÇÃO DAS VÍTIMAS	90
7.4 CLASSIFICAÇÃO POR ESTRELAS – APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS CONTRAMEDIDAS	91
8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O RESULTADO OBTIDO	93
8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO	93
8.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	94

REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A	99
APÊNDICE B	102
ANEXO A	107
ANEXO B	113

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país em número absoluto de mortes no trânsito, com mais de 42 mil vítimas fatais registradas no ano de 2013, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2015). Apesar de recentes mudanças na legislação, tornando mais severas as punições para infrações como excesso de velocidade e dirigir sob influência de álcool, além de uma fiscalização mais incisiva, não houve grandes avanços na redução do número de fatalidades nos últimos anos. Na verdade, o que aconteceu foi o contrário, pois houve um salto de 18,7 mortes a cada 100 mil habitantes em 2003, para 23,4 mortes em 2013 (WHO, 2015).

Os índices demonstram que não basta apenas intensificar a fiscalização e tentar reeducar os motoristas. Deve haver um esforço para melhoria das condições de segurança dos veículos – o que vem acontecendo a passos lentos, vide a obrigatoriedade de sistemas Airbag e ABS a partir de 2014 – e principalmente das rodovias brasileiras, problema que será abordado neste trabalho.

O iRAP, sigla em inglês para *International Road Assessment Programme*, ou em português, Programa Internacional de Avaliação de Rodovias, é uma instituição criada com o objetivo de tornar estradas mais seguras, principalmente em países de média e baixa renda. Ela fornece ferramentas e treinamento para inspecionar e avaliar rodovias com alto risco de acidentes, através de um sistema de classificação por estrelas, também propondo soluções e melhorias que reduzam o risco dos usuários sofrerem acidentes.

A metodologia iRAP ainda é nova no Brasil, tendo sido utilizada apenas em 2014 para avaliar 4.250 km de rodovias do estado de São Paulo. Dessa forma, por ser uma ideia inovadora e ter como objetivo principal o de salvar vidas através de soluções com boa relação benefício/custo, é de grande importância trazer esta metodologia para o estado do Rio Grande do Sul, o que será abordado no desenvolvimento deste trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes e objetivos da pesquisa são especificados nos itens a seguir.

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A questão da pesquisa é: a análise de segurança viária pelo método iRAP pode ser aplicada de forma simples e confiável a um trecho de uma rodovia gaúcha?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal do trabalho é a aplicação da metodologia de avaliação iRAP em um trecho de uma rodovia gaúcha, utilizando imagens captadas pelo *Google Street View*. Com a aplicação, será gerada uma classificação por estrelas e serão propostas soluções para o trecho.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que a análise de segurança viária pelo método iRAP é confiável, adaptada à nossa realidade e de simples execução, propondo soluções satisfatórias para os problemas de segurança de um trecho de uma rodovia gaúcha.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a analisar a aplicabilidade da metodologia iRAP em um trecho de uma rodovia gaúcha.

2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho a análise de apenas um trecho de uma rodovia gaúcha, a disponibilidade de dados por parte dos órgãos responsáveis e a qualidade das imagens disponíveis pelo *Google Street View*.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas a seguir, representadas na figura 1 e descritas nos parágrafos seguintes:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise de estudos de caso;
- c) definição da rodovia a ser analisada;
- d) avaliação da rodovia pelo método iRAP;
- e) classificação por estrelas e contramedidas sugeridas;
- f) interpretação de resultados;
- g) considerações finais.

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

O objetivo da **pesquisa bibliográfica** foi a obtenção de maior conhecimento sobre o tema proposto, através da leitura de manuais e artigos produzidos pelo próprio iRAP, com descrições sobre o que é a metodologia, como funciona e como entrega seus resultados. Como complemento à pesquisa, foi realizada a **análise de estudos de caso**, sendo um deles na Eslováquia e outro no estado de São Paulo, propiciando observar de forma mais prática como funciona o iRAP e de que forma suas avaliações e resultados são demonstradas ao público.

A etapa seguinte foi a da **definição da rodovia a ser analisada**, sendo o primeiro critério para sua escolha o de estar entre as rodovias com maior número de acidentes no estado. O segundo critério utilizado foi ter imagens disponibilizadas no *Google Street View*, para viabilizar a análise, enquanto o último foi ter dados disponíveis junto à Empresa Gaúcha de Rodovias.

As duas próximas etapas foram a **avaliação da rodovia pelo método iRAP** e a **classificação por estrelas e contramedidas sugeridas**. Como será explicado com mais detalhes posteriormente, a avaliação da rodovia consiste na análise de mais de 50 atributos da rodovia em trechos espaçados a cada 100 metros. Após a análise, a metodologia traz como resultado uma classificação entre uma e cinco estrelas, de acordo com o nível de segurança da rodovia e propõe contramedidas de boa relação benefício/custo para evitar mortes e ferimentos graves.

Com a conclusão das etapas acima citadas, foi realizada a **interpretação dos resultados** obtidos. Por último, foram feitas **considerações finais** com base na etapa de interpretação e pesquisa bibliográfica.

3 SEGURANÇA VIÁRIA

Os acidentes de trânsito e suas consequências são problemas graves no mundo inteiro, em todas as esferas governamentais, trazendo não apenas perda de vidas e danos materiais, como imensos prejuízos financeiros aos governos. Os cenários mundial, brasileiro e gaúcho são tratados com mais detalhes a seguir.

3.1 CENÁRIO MUNDIAL

A nível mundial, acidentes de trânsito ceifam a vida de mais de 3.500 pessoas por dia, ou seja, 1,25 milhão ao ano, e deixam outras 50 milhões feridas, sendo a principal causa de morte em pessoas entre 15 e 29 anos (WHO, 2015).

Além das perdas de vida, os acidentes de trânsito trazem impacto econômico, tanto às famílias de vítimas – ao perderem seus provedores ou terem que fazer uso de um grande recurso financeiro para tratamento médico – quanto ao país, pois o maior número de mortes está na população economicamente ativa. Ainda entram na soma os gastos com atendimentos médicos, seguros obrigatórios e até mesmo com o sistema judiciário.

O impacto econômico é especialmente grave em países subdesenvolvidos, onde o crescimento econômico trouxe também a rápida urbanização e motorização da população, sem os devidos investimentos e atenção necessários à infraestrutura e fiscalização. Nestes locais, estima-se uma perda de até 5% no PIB em virtude dos acidentes de trânsito (WHO, 2015).

Desde 2007, o número de vítimas fatais no trânsito mundial tem se estabilizado na marca de 1,2 milhão. Há de se notar, especialmente entre 2010 e 2013, que apesar de um aumento de 4% na população e de 16% no número de veículos registrados, o registro de vítima fatais foi praticamente o mesmo (WHO, 2015). Este dado em especial sugere que esforços no âmbito de reduzir as mortes por acidente de trânsito salvaram diversas vidas ao redor do mundo, principalmente em países desenvolvidos.

3.2 CENÁRIO BRASILEIRO

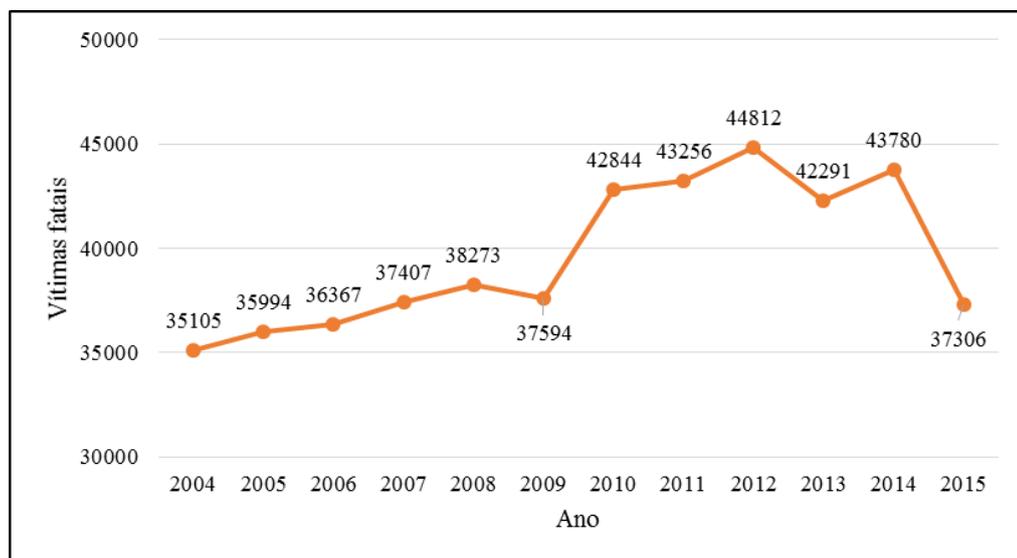
Ainda segundo dados da Organização Mundial da Saúde (2015), o Brasil registrou 42.291 vítimas fatais por acidentes de trânsito no ano de 2013. Entretanto, a própria OMS faz um ajuste destes dados, estimando em quase 47 mil o número de mortos, ou seja, uma taxa de 23,4 vítimas fatais para cada 100 mil pessoas, de acordo com a população registrada em 2013.

Em dados mais atualizados, o Ministério da Saúde (DATASUS, 2014) aponta 43.780 mortos por acidentes de trânsito no ano de 2014, enquanto as estatísticas para o ano de 2015 indicam 37.306 vítimas fatais (DATASUS, 2015). Este último valor, no entanto, ainda pode ser alterado, pois tratava-se de uma informação ainda preliminar no momento da consulta, não refletindo realmente uma diminuição no número de mortes.

Desta forma, fica evidente o grave problema de saúde pública causado pelo violento trânsito brasileiro. Em termos totais, somente China e Índia apresentam um maior número de mortes do que o Brasil, ambos os países superando 260 mil e 230 mil vítimas fatais, respectivamente. (WHO, 2015).

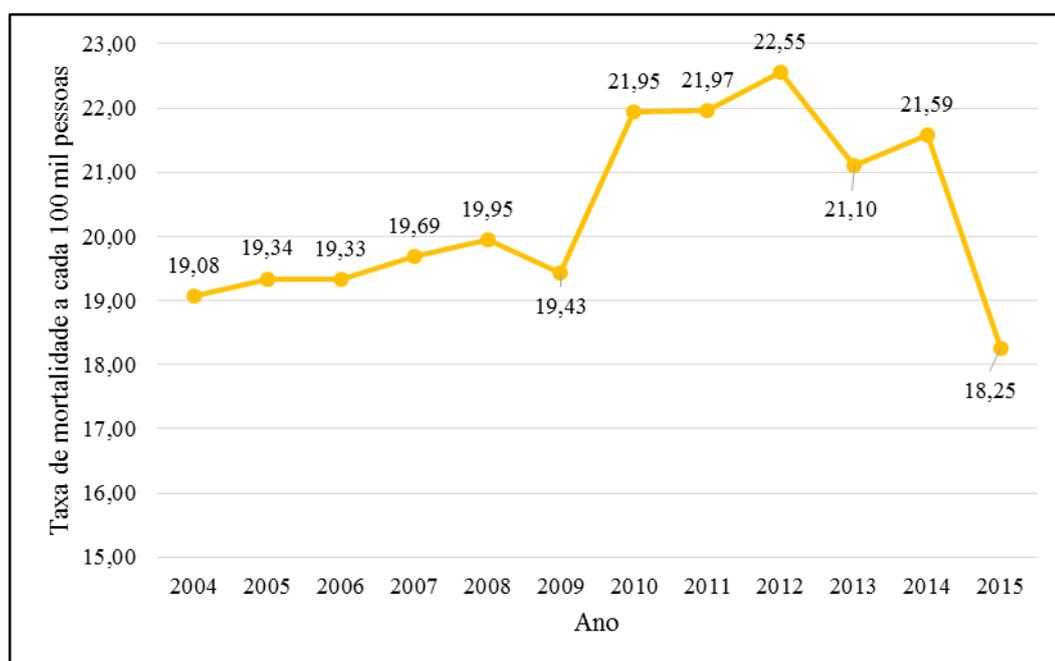
Os gráficos a seguir (figuras 2 e 3) ilustram a evolução do número de vítimas fatais no trânsito brasileiro ao longo dos anos, bem como a taxa de mortalidade a cada 100 mil habitantes, de acordo com dados da plataforma DATASUS do Ministério da Saúde (2015):

Figura 2 – Evolução do número de vítimas fatais no trânsito brasileiro



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 3 – Evolução da taxa de mortes a cada 100 mil habitantes

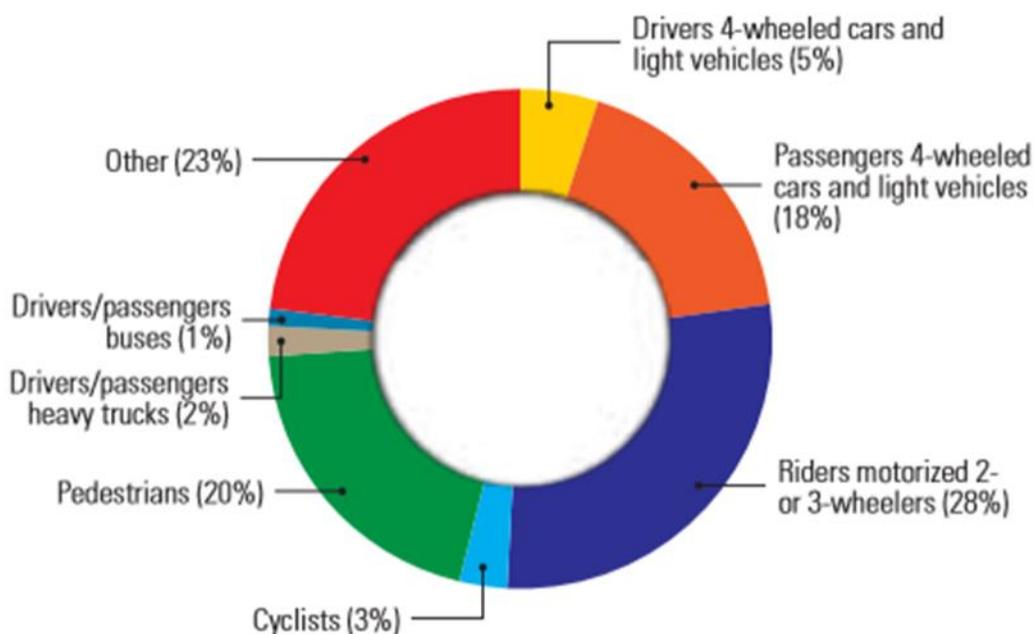


(fonte: elaborado pelo autor)

De forma geral, percebe-se um aumento no número de vítimas fatais, bem como na taxa de mortalidade, entre 2004 e 2012, à exceção do ano de 2009. Nota-se uma grande queda entre 2014 e 2015, que pode não refletir a realidade, visto que os dados para 2015 ainda estão disponíveis de forma preliminar. A meta do país entre 2004 e 2014 era reduzir esta taxa para 11 mortos a cada 100 mil habitantes (WHO, 2015), mas fica claro que não houve êxito na proposta, muito pelo contrário. O ano de 2014 teve uma taxa quase duas vezes maior do que a que havia sido proposta pelo governo.

O relatório da Organização Mundial da Saúde (2015) ainda fornece um gráfico (figura 4) que demonstra a percentagem de mortes no trânsito brasileiro de acordo com a categoria de usuário:

Figura 4 – Mortes por categoria de usuário

DEATHS BY ROAD USER CATEGORY

Source: Mortality Information System (SIM), (Data from 2012).

(fonte: WHO, 2015, p. 100)

O gráfico deixa claro que mais da metade das mortes registradas são dos usuários mais vulneráveis: motociclistas (28%), pedestres (20%) e ciclistas (3%). Usuários de veículos de quatro rodas (carros, caminhonetes) representam 23% das vítimas fatais. Motoristas e passageiros de caminhões são 2% das mortes, e motoristas e passageiros de ônibus são 1%. Outros tipos de usuários respondem a 23% do total de vítimas fatais.

A CNT (Confederação Nacional do Transporte), fornece um levantamento anual do número de mortos e feridos em rodovias federais (ao contrário dos números da OMS, que levam em conta toda a estrutura viária urbana e rural), como demonstrado na tabela a seguir (tabela 1):

Tabela 1 – Evolução do número de mortos e feridos em rodovias federais

Ano	Mortos	Feridos	Diferença
2007	7.063	81.752	-
2008	6.950	84.674	-1,60%
2009	7.340	93.500	5,61%
2010	8.623	103.138	17,48%
2011	8.480	104.448	-1,66%
2012	8.655	104.386	2,06%
2013	8.551	103.910	-1,20%
2014	8.227	100.810	-3,79%
2015	6.837	89.615	-16,90%

(fonte: adaptado de CNT, 2016)

Estes dados, por sua vez, demonstram uma tendência na redução do número de vítimas fatais, mas por analisar apenas o cenário das rodovias federais, pode não refletir a realidade como um todo. Em muitos casos, as rodovias estaduais tendem a ter um pior estado de conservação, como é o caso do Rio Grande do Sul, o que pode contribuir para o aumento no número de acidentes e vítimas fatais.

A CNT (2016) ainda estima o custo total com estes acidentes, como demonstra a figura 5:

Figura 5 – Custo dos acidentes no Brasil em 2015

Custo Econômico dos Acidentes Rodoviários - 2015			
Tipo	Custo Médio (R\$)	Número de Acidentes	Custo Total dos Acidentes (R\$ bilhões)
Com fatalidade	R\$ 715.772,55	5.622	R\$ 4,02
Com vítimas	R\$ 99.805,21	56.154	R\$ 5,60
Sem vítimas	R\$ 25.523,79	59.662	R\$ 1,52
		121.438	R\$ 11,15

Fonte: Ipea, Denatran e ANTP(2006), com atualização da base de acidentes da PRF (2015); valores atualizados por IPCA

(fonte: CNT, 2016)

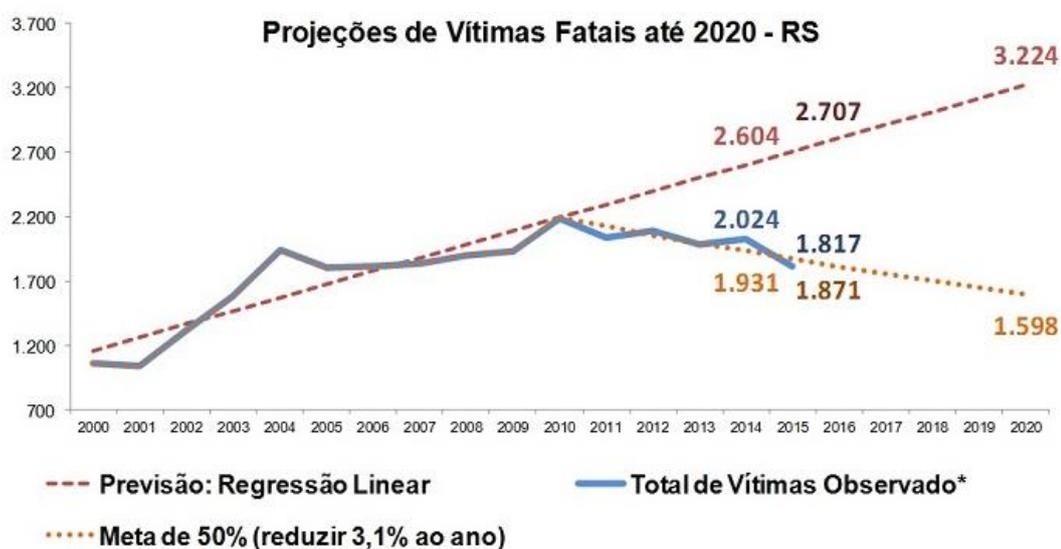
Como já dito anteriormente, além da fatalidade na perda de vidas, os acidentes trazem imensos prejuízos econômicos para o país, devido aos gastos com atendimento de urgência, atendimento hospitalar, dentre outros.

3.3 CENÁRIO GAÚCHO

Com um cenário um pouco diferente do Brasil, o Rio Grande do Sul vem demonstrando consistência na redução do número de vítimas fatais em acidentes. Através de estudos realizados em 2011, chegou-se a uma projeção de mais de 3200 possíveis mortes nas estradas e cidades gaúchas para o ano de 2020, caso nenhuma ação fosse tomada pelo governo (RIO GRANDE DO SUL, 2015b). Desta forma, o estado aderiu à chamada “Década de Ação no Trânsito 2011-2020”, uma ação global organizada pela OMS, com o objetivo de reduzir o número de vítimas fatais e feridos.

A meta do programa é reduzir pela metade esta projeção, sendo então necessária uma redução de cerca de 3,1% ao ano no número de vítimas fatais (RIO GRANDE DO SUL, 2015b). A figura 6 ilustra a projeção de acidentes até 2020, se nenhuma ação for tomada (tracejado vermelho) e tomando ações para combater a mortalidade no trânsito (pontilhado laranja):

Figura 6 – Número de vítimas fatais no trânsito gaúcho e projeções para o ano de 2020



(fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2015)

Por estar atualizado até agosto de 2015, alguns valores no gráfico sofreram alterações. A tabela 2 demonstra o número de mortes, bem como a taxa de mortes a cada 100 mil habitantes a partir de 2011, com valores retirados do “Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito” para cada ano, disponibilizados pelo DETRAN-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2012, 2013, 2014, 2015a, 2016, 2017a). A metodologia utilizada pelo órgão é a seguinte (RIO GRANDE DO SUL, 2017a):

As informações apresentadas neste relatório têm como fonte de dados o Sistema de Consultas Integradas (CSI) da Secretaria de Segurança Pública (SSP), onde bases de dados de órgãos subordinados à SSP (Brigada Militar, Polícia Civil, Superintendência dos Serviços Penitenciários e Instituto Geral de Perícias) estão reunidas de forma padronizada.

A coleta de dados de acidentes de trânsito envolvendo vítimas fatais é obtida através de pesquisa e investigação de ocorrências policiais registradas no CSI. A pesquisa é feita de forma minuciosa levando-se em conta os falecimentos cuja causa envolva acidente de trânsito desde que não ultrapasse 30 dias entre o acidente e o falecimento.

A população foi retirada a partir dos dados da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul (FEE, 2016a). A frota total de veículos foi obtida com dados do DETRAN-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2017b)

Tabela 2 – Mortes no trânsito gaúcho, população e frota

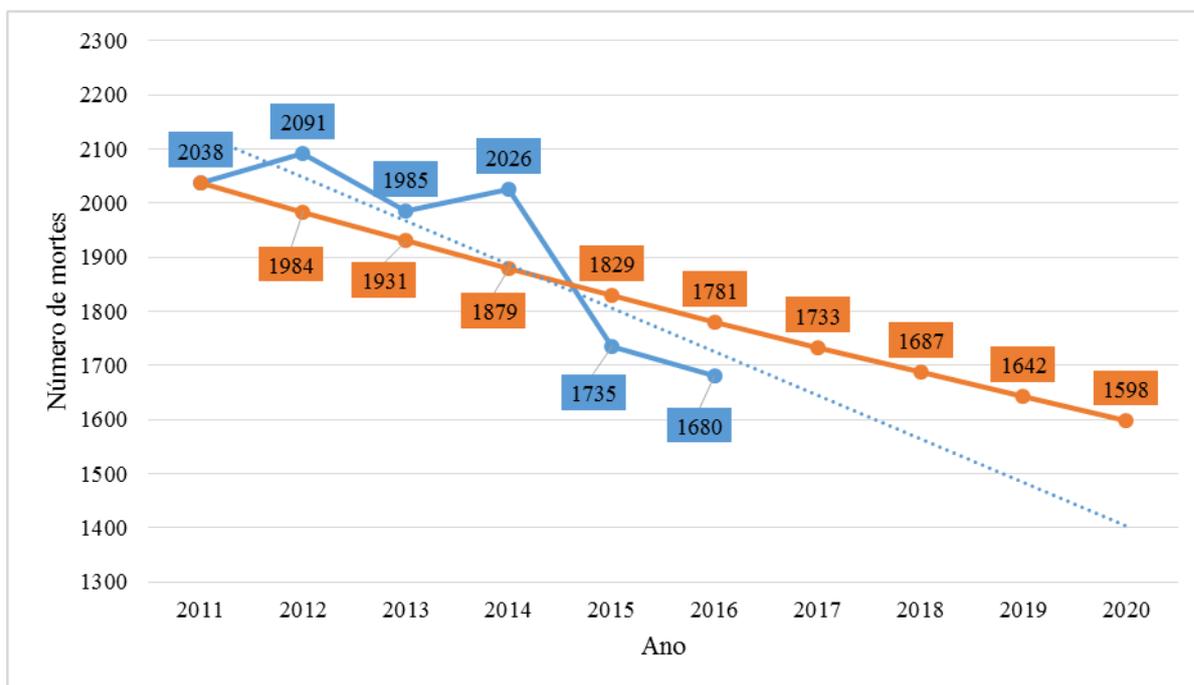
Ano	Mortes	Varição	População	Taxa	Frota
2011	2.038	-	11.069.861	18,41	5.031.931
2012	2.091	2,60%	11.118.261	18,81	5.376.302
2013	1.985	-5,07%	11.164.043	17,78	5.721.904
2014	2.026	2,07%	11.207.274	18,08	6.023.696
2015	1.735	-14,36%	11.247.972	15,43	6.2347.70
2016	1.680	-3,17%	11.286.500	14,89	6.403.542

(fonte: elaborado pelo autor)

Nota-se uma grande melhoria entre 2014 e 2015, mas também houve aumento no número de vítimas entre 2011-2012 e 2013-2014. É importante ressaltar também a diminuição na taxa de mortes a cada 100 mil habitantes a partir de 2014. O aumento na população e na frota evidencia ainda mais a queda no número de vítimas fatais, especialmente a partir de 2013.

O gráfico disposto na figura 7 traz o número de vítimas fatais presente na tabela anterior (linha cheia em azul), o número de mortes projetadas até 2020 (linha cheia em laranja), e a tendência atual na redução de fatalidades (linha pontilhada em azul).

Figura 7 – Número de mortes projetadas para 2020 havendo ação do governo e tendência atual



(fonte: elaborado pelo autor)

Para fazer a projeção, foi utilizado como meta o valor de 1598 mortes em 2020, resultando em uma redução de cerca de 2,7% ao ano, um pouco diferente da divulgada pelo DETRAN-RS (3,1%). Percebe-se que até 2014 o número de mortos foi maior do que o esperado, mas a situação se reverteu a partir de 2015, graças principalmente a uma redução de 14,36% em relação ao ano anterior.

A linha de tendência foi estabelecida entre 2011 e 2016, gerando uma reta com a seguinte equação:

$$y = - 80,486x + 2207,5 \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

y = número de mortes no ano;

x = contagem do ano reduzido de 2010.

Esta função resulta em um $R^2 = 0,7545^1$, e através dela podemos estimar o número de vítimas fatais para os anos seguintes, como disposto na tabela 3:

Tabela 3 – Tendência no número de vítimas fatais seguindo o padrão atual

Tendência Linear	
Ano	Mortes
2017	1.644
2018	1.564
2019	1.483
2020	1.403

(fonte: elaborado pelo autor)

Esta tendência expõe que, mantendo-se o ritmo atual de diminuição nas fatalidades, é bem provável que a meta de 1600 mortes no ano de 2020 seja atingida.

A tabela 4 demonstra o número de acidentes fatais de acordo com sua natureza, no período de 2011 a 2016. Nota-se que colisão e atropelamento são os maiores responsáveis no número de vítimas fatais nas estradas gaúchas.

Tabela 4 – Natureza dos acidentes fatais no Rio Grande do Sul

Número de acidentes fatais por natureza e ano						
Natureza	Quantidade de acidentes fatais registrados no ano					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Colisão	734	728	702	672	570	549
Atropelamento	409	398	394	404	351	342
Choque com objeto fixo	207	201	179	188	172	176
Colisão lateral	157	223	205	226	181	172
Tombamento	147	138	123	166	126	123
Capotagem	112	114	110	106	96	107
Outro	44	37	29	39	16	26
Não informado	21	15	29	24	19	24
Total	1.831	1.854	1.771	1.825	1.531	1.519

(fonte: elaborado pelo autor)

¹ R^2 : coeficiente de determinação, é uma medida de ajuste do modelo estatístico que determina o quanto ele se aproxima dos valores reais. Varia de 0 (menos preciso) a 1 (mais preciso).

As tabelas 5 e 6 indicam a quantidade e tipo de veículos envolvidos em acidentes fatais, bem como o número de fatalidades de acordo com o tipo de participação no acidente. Percebe-se que automóveis, motos e caminhões respondem pelo maior número de fatalidades, sendo que os respectivos condutores, passageiros, motociclistas e pedestres são os usuários mais atingidos.

Tabela 5 – Tipos de veículos envolvidos nos acidentes

Quantidade e tipo de veículo envolvido em acidentes fatais por ano						
Tipo de Veículo	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Automóvel	1.121	1.194	1.161	1.184	1.004	936
Moto	664	685	644	647	516	513
Caminhão	478	445	497	469	399	411
Caminhonete	237	294	261	271	225	235
Ônibus e microônibus	126	131	126	110	107	99
Reboque	139	130	163	181	161	149
Bicicleta	135	143	100	130	99	98
Trator	22	17	22	24	13	20
Carroça	15	11	17	13	6	7
Outros	70	86	66	67	59	78
Total	3.007	3.136	3.057	3.096	2.589	2.546

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 6 – Tipo de participação das vítimas fatais

Número de vítimas fatais por tipo de participação e ano						
Tipo de participação	Quantidade de vítimas fatais no ano					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Condutor	559	555	567	592	503	503
Motociclista	504	524	504	496	395	387
Pedestre	412	404	394	407	370	343
Passageiro	344	390	346	316	327	301
Ciclista	130	135	97	126	91	88
Carona moto	67	66	58	64	39	37
Carroceiro	8	10	6	7	5	3
Não informado	7	4	7	13	2	12
Outro	7	3	6	5	3	6
Total	2.038	2.091	1.985	2.026	1.735	1.680

(fonte: elaborado pelo autor)

Quanto ao número de acidentes por tipo de via, nota-se um certo equilíbrio entre fatalidades em trechos federais, estaduais e municipais, como fica comprovado pela tabela 7:

Tabela 7 – Número de acidentes fatais por tipo de via

Número de acidentes fatais por tipo de via e ano						
Tipo de via	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Estadual	619	651	580	581	476	499
Federal	475	450	496	502	430	418
Municipal	735	750	690	732	619	587
Sem referência	2	3	5	10	6	15
Total	1.831	1.854	1.771	1.825	1.531	1.519

(fonte: elaborado pelo autor)

Os relatórios de acidentalidade do DETRAN-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2012, 2013, 2014, 2015a, 2016, 2017a) ainda permitem extrair a faixa etária e sexo das vítimas fatais. Apenas com exceção de 2014, em todos anos a faixa etária mais atingida foi a de 25 a 29 anos, jovens que fazem parte da população economicamente ativa, trazendo prejuízos econômicos ao estado e às suas famílias. O sexo mais atingido é o masculino, respondem por cerca de 80% das fatalidades em todos os anos.

Tabela 8 – Faixa etária e sexo das vítimas fatais

Ano	Faixa Etária	Mortos	% Total	Sexo
2011	25-29	218	10,70%	80,1% Masc.
2012	25-29	218	10,40%	77,5% Masc.
2013	25-29	219	11,00%	78,1% Masc.
2014	30-34	194	9,60%	79,4% Masc.
2015	25-29	172	9,90%	78,8% Masc.
2016	25-29	175	10,40%	78,9% Masc.

(fonte: elaborado pelo autor)

Os dados do Comando Rodoviário da Brigada Militar (RIO GRANDE DO SUL, 2017c) permitem identificar as rodovias estaduais com maior concentração de acidentes, como mostrado na tabela 9. Apenas seis rodovias concentram mais de um terço dos acidentes em trechos estaduais.

Tabela 9 – Rodovias estaduais com maior concentração de acidentes

As seis rodovias gaúchas com maior número de acidentes em 2016					
Rodovia	Acidentes	Mortos	Feridos	Veículos envolvidos	% do total de acidentes no RS
RSC-453	570	15	412	1.096	7,65%
ERS-324	502	36	285	932	6,74%
ERS-122	491	20	303	943	6,59%
RSC-287	421	17	321	802	5,65%
ERS-239	395	27	306	703	5,30%
ERS-040	326	15	310	595	4,38%

(fonte: adaptado de RIO GRANDE DO SUL, 2017c)

4. iRAP

4.1 O QUE É

Mortes e ferimentos nas estradas são o resultado de uma complexa interação entre a maneira que as pessoas se comportam, os tipos de veículos em uso, a velocidade com a qual estão viajando e o desenho e/ou projeto das rodovias. Estima-se que 265 milhões de usuários de rodovias serão mortos ou gravemente feridos entre 2015 e 2030, sendo que nove entre cada dez vítimas fatais são em países de baixa e média renda (IRAP, 2015a). Entretanto, é possível reverter este cenário. Hoje há disponibilidade de ferramentas e processos necessários para criação de um sistema viário seguro, e uma delas é o iRAP.

O iRAP, sigla em inglês para *International Road Assessment Programme*, é um programa internacional para avaliação de rodovias, como a própria tradução sugere. Trata-se de uma instituição financiada pela Federação Internacional do Automobilismo (FIA) e pela Unidade de Apoio à Segurança Viária Global, órgão ligado ao Banco Mundial. Sua missão é tornar as rodovias mais seguras, com o intuito principal de salvar vidas. O programa também recebe suporte de associações automobilísticas, bancos regionais de desenvolvimento e doadores locais (IRAP, 2014a).

O programa baseia sua metodologia na chamada “abordagem do sistema seguro”, a qual reconhece a importância de usuários, veículos e estradas seguras para evitar mortes e ferimentos graves. Tal abordagem conta com cinco princípios chaves, sendo eles (IRAP, 2014b, p.14, tradução nossa):

- a) enganos, erros de julgamento e más decisões de condução são intrínsecos aos seres humanos. O sistema viário precisa ser projetado levando em conta estes aspectos;
- b) humanos são frágeis. Desprotegidos, não podemos sobreviver a impactos mesmo à velocidade moderada;
- c) pessoas que se comportam de maneira criminosa com sua segurança e a de outros devem esperar forte fiscalização e duras penalidades;
- d) a segurança viária deve ser construída de forma compreensiva e sistemática, não focando apenas em problemas isolados;

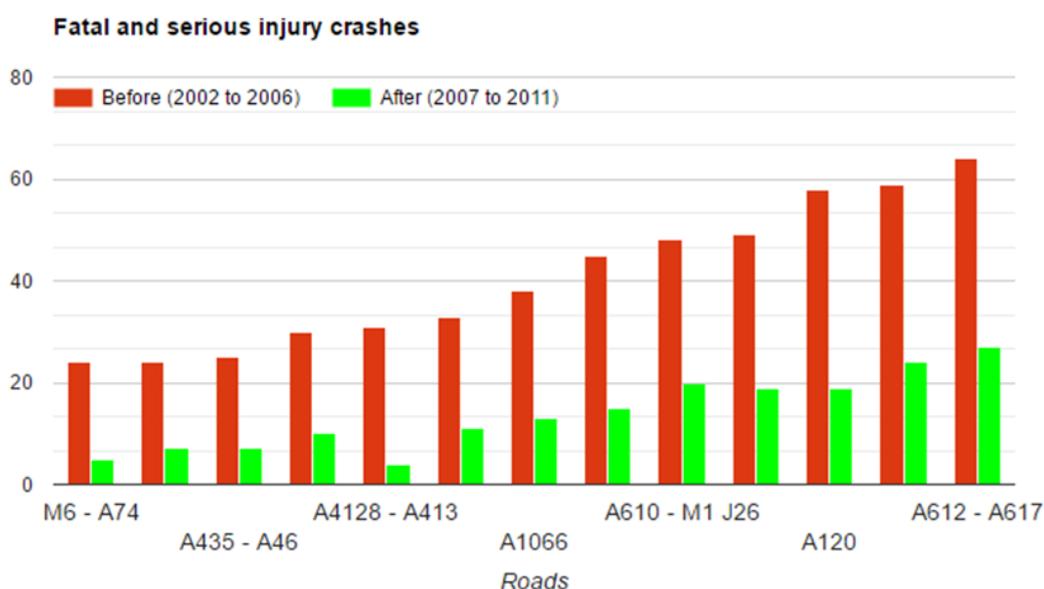
e) os elementos de engenharia do sistema – veículos e estradas – podem ser projetados de modo a minimizarem os impactos aos humanos em caso de acidente.

O papel do iRAP é focar especificamente no elemento “estradas seguras” desta abordagem, aplicando os conhecimentos e expertise do EuroRAP (programa europeu de avaliação de rodovias), AusRAP (programa australiano), usRAP (programa estadunidense) e KiwiRAP (programa neozelandês), em países de baixa e média renda (IRAP, 2014a).

O Programa Internacional de Avaliação de Rodovias trabalha em parceria com o governo local e também organizações não governamentais, inspecionando rodovias com elevados índices de acidentes, desenvolvendo uma avaliação através de estrelas (*Star Ratings*) e posteriormente propondo soluções de engenharia através de planos de investimento (*Safer Roads Investment Plans*). O programa também provê treinamento, tecnologia e suporte para construir e manter uma capacitação nacional, regional e local (IRAP, 2014a).

Os governos e agências de financiamento podem se beneficiar destas análises, demonstrando de forma clara os benefícios de seus esforços e investimentos. A figura 8 mostra o número de acidentes fatais e graves, em algumas rodovias do Reino Unido, antes (barras vermelhas) e depois (barras verdes) da implementação do programa RAP local. Nota-se uma queda acentuada no número de acidentes em todas as rodovias.

Figura 8 – Número de acidentes graves e fatais no Reino Unido, antes e depois da implementação das medidas do RAP local



(fonte: IRAP, 2014c)

Por focar justamente em países de média e baixa renda, um dos princípios do iRAP é propor soluções economicamente acessíveis e com boa relação benefício/custo. O programa diz que (IRAP, 2014b, p.14, tradução nossa):

Pesquisas realizadas na Austrália, Estados Unidos, Reino Unido, Noruega, França, Canadá, Holanda, países nórdicos e Nova Zelândia, demonstram que projetos de segurança viária geraram economia com os acidentes de até 60 vezes o custo da construção. Ou seja, para cada \$1 investido, houve um retorno de \$60 em termos de custos evitados com acidentes. Outras pesquisas demonstraram que melhorias de baixo custo em trechos específicos com alto risco de acidentes tiveram uma taxa de retorno de até 300% no primeiro ano.

Em estudos realizados na Austrália, ficou demonstrado que para cada 100 milhões de dólares investidos em estradas de alto risco, 20 vidas podem ser salvas. Entretanto, estes mesmos 100 milhões investidos em melhorias gerais na estrada podem salvar apenas 1,5 vida. Com manutenção adequada, a infraestrutura viária pode durar décadas, então as estradas seguras construídas hoje continuarão salvando vidas e prevenindo ferimentos ao longo dos anos (VULCAN; CORBEN, 1998).

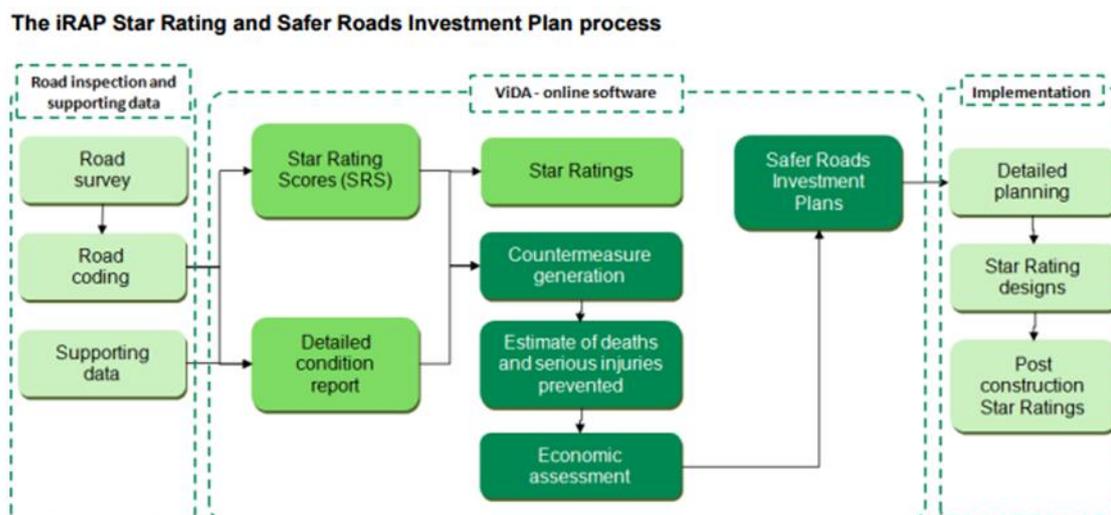
4.2 COMO FUNCIONA

A metodologia iRAP desenvolveu quatro protocolos consistentes a nível mundial para analisar e melhorar a segurança das rodovias, como mostra Stacey (2016, p.3, tradução nossa):

- 1) Mapas de risco, que usam dados detalhados de acidentes para ilustrar o número de mortes e ferimentos em uma rede viária;
- 2) Classificação por estrelas, que fornece uma simples e objetiva medida do nível de segurança fornecido por uma rodovia;
- 3) Planos de investimento para estradas mais seguras, que focam em cerca de 90 soluções aprovadas para melhoria da segurança viária, gerando soluções de segurança economicamente viáveis;
- 4) Avaliação de desempenho, que possibilita o uso da classificação por estrelas e dos mapas de risco para avaliar o desempenho da segurança viária e estabelecer decisões e posições políticas.

O fluxograma ilustrado na figura 9 demonstra o processo de obtenção destes protocolos:

Figura 9 – Fluxograma para obtenção dos protocolos iRAP



(fonte: STACEY, 2016, p.4)

A seção esquerda trata-se da inspeção viária e dados de suporte. A partir da inspeção da rodovia, é feita a codificação da mesma, que gera a classificação por estrelas através do sistema online ViDA. De posse da classificação por estrelas, pode haver ainda o acréscimo de dados adicionais de acidentes, gerando um relatório detalhado que ajuda na escolha das contramedidas necessárias. Escolhidas as contramedidas, pode-se estimar o número de mortes e feridos graves evitadas, gerando uma avaliação do benefício econômico, que resulta num plano de investimento. Já na fase de implementação, o primeiro passo é haver um planejamento detalhado do que será feito na rodovia a partir do plano de investimento. Os últimos passos são utilizar a classificação por estrelas para escolher o melhor projeto e novamente para avaliar a solução depois de construída.

4.2.1 Inspeção da rodovia

O primeiro passo do programa iRAP é a inspeção da rodovia por um veículo especialmente equipado com câmeras de alta resolução, sistema GPS e outros aparatos que permitem medir e avaliar certas características da pista. São registradas imagens a cada 100 metros, juntamente com as respectivas posições de latitude e longitude (iRAP, 2014b). A figura 10 mostra um veículo utilizado para as inspeções.

Figura 10 – Veículo de inspeção iRAP



(fonte: IRAP, 2014b, p.17)

4.2.2 Codificação

Após a inspeção, o próximo passo é a codificação dos aspectos da pista. É importante que apenas um codificador seja responsável por cada trecho, para manter a consistência da avaliação (IRAP, 2014a).

Dessa forma, pede-se que cada trecho seja identificado com os seguintes dados: nome do codificador (para cada seção de 100m), data da codificação, data da coleta das imagens em campo, referência para a imagem (combinar nome do vídeo com nome da imagem), nome da rodovia, número ou nome do trecho, distância (desde o início da rodovia ou do trecho inspecionado), comprimento do segmento (deve ser de 100 m), latitude e longitude, marcos da rodovia (ponto de referência) (IRAP, 2014a).

Com o trecho devidamente identificado, a etapa seguinte é a codificação dos mais de 50 atributos que registram as mais diversas características da pista. São eles (IRAP, 2014a):

- 1) **etiqueta de pista:** como as pistas simples são inspecionadas em apenas uma direção e as pistas duplas em ambas, é necessário identificar o tipo de situação que está sendo codificada;
- 2) **custo dos melhoramentos:** avalia como o solo e a topografia da rodovia irão influenciar no custo para implantação de melhorias;

- 3) **fluxo observado de motocicletas:** é o número de motocicletas, bicicletas motorizadas, lambretas e triciclos registrados em um trecho de 100 metros;
- 4) **fluxo observado de bicicletas:** registra o fluxo de bicicletas no trecho;
- 5) **fluxo observado de pedestres atravessando a rodovia:** registra o número de pedestres atravessando a rodovia no trecho de 100 metros;
- 6) **fluxo observado de pedestres ao longo da via – lado direito:** número de pedestres caminhando ao longo do lado direito da via;
- 7) **fluxo observado de pedestres ao longo da via – lado esquerdo:** o mesmo que o item 6, mas do lado esquerdo;
- 8) **uso do solo – lado direito:** registra o tipo de atividade observada ao longo do lado direito da rodovia, de forma a analisar a densidade de pedestres na região. Pode haver atividades educacionais, comerciais, residenciais, de agricultura, dentre outros;
- 9) **uso do solo – lado esquerdo:** o mesmo que o item 8, mas do lado esquerdo;
- 10) **tipo de área:** registra o desenvolvimento lateral próximo da rodovia, sem estar separado por cercas ou paredes;
- 11) **limite de velocidade:** registra o limite de velocidade real anunciado pela sinalização;
- 12) **limite de velocidade para motocicletas:** registra o limite de velocidade especial para motocicletas. Caso não houver, é igual ao item 11;
- 13) **limite de velocidade para caminhões:** registra o limite de velocidade especial para caminhões. Caso não houver, é igual ao item 11;
- 14) **diferencial de velocidade:** registrado caso a diferença no limite de velocidade entre caminhões e automóveis ou automóveis e motocicletas exceda 20 km/h;
- 15) **tipo de canteiro central:** codifica o tipo de infraestrutura que separa os tráfegos em sentidos contrários. Pode haver barreiras de concreto, barreiras metálicas, canteiro central, dentre outros;
- 16) **sonorizadores ao longo do eixo da pista:** registra qualquer marcação texturizada cuja função seja advertir os condutores de que estão atravessando o canteiro central;
- 17) **severidade lateral – distância à direita:** trata-se da distância do objeto mais próximo à margem da rodovia que poderia ser um obstáculo em caso de acidente;
- 18) **severidade lateral – objeto à direita:** registrado o tipo de objeto encontrado na lateral da pista, podendo ser penhasco, árvore, poste, valeta, dentre outros;
- 19) **severidade lateral – distância à esquerda:** idem ao item 17. Para rodovias de pista duplas usa-se para avaliar objetos no canteiro central;
- 20) **severidade lateral – objeto à esquerda:** idem ao item 18;
- 21) **sonorizadores ao longo do acostamento:** idem ao item 16, mas no acostamento;
- 22) **largura do acostamento pavimentado – direita:** registra a largura do acostamento (somente se for seguro e dirigível);

- 23) **largura do acostamento pavimentado – esquerda:** idem ao item 22;
- 24) **tipo de interseção:** registra a presença e o tipo de interseção das vias;
- 25) **canalização da interseção:** registra se há ilhas demarcadas a cores ou em relevo na interseção, com o objetivo de designar trajeto para os veículos;
- 26) **volume de tráfego na via transversal:** estimativa do VDMA do tráfego na via transversal;
- 27) **qualidade da interseção:** avalia o projeto geométrico, os sinais de advertência, a sinalização horizontal e vertical das interseções;
- 28) **pontos de acesso a propriedades:** número de acessos de baixo fluxo de veículos a propriedades comerciais e residenciais, ou a vias menores;
- 29) **número de faixas:** registra o número de faixas presentes na pista;
- 30) **largura da faixa:** é a distância entre a demarcação do acostamento e a demarcação da faixa adjacente;
- 31) **curvatura:** trata-se do alinhamento horizontal da rodovia. Pode haver curvatura muito fechada, fechada, moderada, reta ou ligeiramente curva;
- 32) **qualidade da curva:** registra a facilidade com a qual o condutor pode julgar quão fechada é uma curva ou se é possível dirigir nela com segurança, sendo afetada pela sinalização vertical e horizontal e distância de visibilidade;
- 33) **inclinação:** é a declividade longitudinal da rodovia, tanto ascendente como descendente;
- 34) **condição da rodovia:** avalia a uniformidade da pista (entram fatores como deformações, buracos, defeitos nas bordas);
- 35) **resistência ao deslizamento/aderência:** julga as características da superfície da rodovia;
- 36) **delineamento:** avalia as linhas de separação dos sentidos, as linhas de bordo, presença de postes indicadores, tachas e placas de sinalização;
- 37) **iluminação pública da via:** registra se há ou não a presença de iluminação pública suficiente para iluminar pedestres e ciclistas;
- 38) **infraestrutura para travessia de pedestres:** avalia a presença e o tipo de infraestrutura construída especialmente para a travessia de pedestres;
- 39) **qualidade da travessia de pedestres:** registra a visibilidade das travessias para os condutores, através da sinalização vertical, horizontal e distância de visibilidade;
- 40) **infraestrutura para travessia de pedestres na via transversal:** avalia a presença e o tipo de infraestrutura para travessia de pedestres nas vias transversais de uma interseção;
- 41) **canalização de pedestres:** presença de cercas ou outras estruturas para impedir travessia de pedestres;
- 42) **advertência de zona escolar:** registra o tipo de sinalização encontrada em zonas com escolas ou universidades;

- 43) **supervisor de travessia em zona escolar:** avalia se há a presença de um auxiliar para a travessia;
- 44) **gestão de velocidade/traffic calming²:** registra presença de itens como lombadas, rotatórias, estreitamentos de pista, dentre outros;
- 45) **estacionamento de veículos:** avalia se há veículos estacionados nos dois lados da pista, em apenas um, ou se não há;
- 46) **provisão de calçada ou caminho informal – direita:** registra a presença ou não de calçada, bem como a distância da pista e o tipo de separação;
- 47) **provisão de calçada ou caminho informal – esquerda:** idem ao item 46;
- 48) **rua lateral:** presença ou não de rua paralela à pista;
- 49) **infraestrutura para veículos motorizados de duas rodas:** avalia a presença de infraestrutura especial para motocicletas;
- 50) **infraestrutura para bicicletas:** idem ao item 49;
- 51) **obras viárias:** registra se há obras na via;
- 52) **distância de visibilidade:** avalia a facilidade do condutor em enxergar pedestres, ciclistas e veículos em uma interseção.

No fim da codificação, o iRAP (2014a) determina mais alguns atributos que devem ser registrados, sendo estes dependentes de dados externos fornecidos pelos órgãos competentes.

São eles:

- 1) fluxo de veículos (VDMA³);
- 2) percentagem de motocicletas;
- 3) fluxo de pedestres atravessando a via em horário de pico;
- 4) fluxo de pedestres na hora de pico ao longo do lado direito da rodovia;
- 5) fluxo de pedestres na hora de pico ao longo do lado esquerdo da rodovia;
- 6) fluxo de bicicletas em horário de pico;
- 7) velocidade real praticada (percentil 85⁴);
- 8) velocidade real praticada (média);
- 9) meta de classificação por estrelas para cada grupo de usuário.

O resultado final da codificação é uma planilha no formato .csv que reúne os atributos para todos os trechos analisados, como será mostrado posteriormente, na parte prática do trabalho.

² Traffic calming: conjunto de medidas que visam à redução da velocidade do tráfego, utilizando estruturas físicas como quebra-molas, sonorizadores e mudanças na geometria da via

³ VDMA: volume diário médio anual, representa o volume total de veículos que trafegaram na via durante um ano, dividido pelo número de dias do ano

⁴ Percentil 85: é a velocidade na qual, ou abaixo da qual, 85% dos veículos trafegam

Nesta fase entra a ferramenta central do iRAP: a plataforma online ViDA, que pode ser acessada gratuitamente mediante um cadastro (STACEY, 2016).

A planilha obtida é enviada para tal plataforma, que então faz a análise das informações com base em algoritmos obtidos para cada atributo ao longo de diversas pesquisas. Como resultado, obtém-se um mapa interativo do trecho analisado, com sua classificação por estrelas (*Stars Rating*), bem como as contramedidas que devem ser tomadas para a melhoria da segurança, através de um plano de investimentos (*Safer Roads Investment Plans*).

4.2.3 Classificação por estrelas

A classificação por estrelas é baseada nos dados de inspeção viária e fornece uma simples e objetiva medida do nível de segurança da rodovia para ocupantes de veículos, motociclistas, ciclistas e pedestres. Estradas com cinco estrelas são as mais seguras, enquanto com uma estrela são menos seguras. É importante ressaltar que a classificação por estrelas pode ser completada sem dados detalhados de acidentes, o que é frequentemente indisponível em países de baixa e média renda (IRAP, 2014b).

Além de após a codificação, a classificação por estrelas pode ser realizada ainda na fase de projeto, fornecendo meios de mensurar os benefícios de alterações no desenho da rodovia, o que serve de grande auxílio para governos e agências de financiamento. Este tipo de projeto foi utilizado de forma bem-sucedida em países como Moldávia e Índia, em conjunto com mecanismos de auditoria e padrões de projeto locais (IRAP, 2015a).

As estradas possuem certas características em comum que a fazem serem consideradas mais ou menos seguras, como explica Stacey (2016, p. 4, tradução nossa)

As estradas mais seguras (quatro e cinco estrelas) possuem atributos de segurança apropriados às velocidades nelas praticadas. Estes atributos incluem separação do tráfego em sentido contrário por um canteiro central ou barreiras, boa sinalização horizontal, interseções bem desenhadas, faixas largas, acostamentos pavimentados, laterais da pista livres de obstáculos como postes, e boa infraestrutura para ciclistas e pedestres, como faixas de bicicleta, caminhos e cruzamentos adequados para quem utiliza a infraestrutura a pé.

As estradas menos seguras (uma e duas estrelas) são geralmente rodovias de pista simples com muitas curvas e interseções, faixas estreitas, acostamentos não pavimentados, má sinalização horizontal, interseções mal projetadas e possuem obstáculos não protegidos em suas laterais, como árvores, postes e aclives ou declives

acentuados ao lado da rodovia. Elas também não proporcionam segurança aos ciclistas e pedestres.

A figura 11 traz exemplos de rodovias classificadas de uma a cinco estrelas:

Figura 11 – Exemplos de rodovias classificadas entre uma e cinco estrelas



(fonte: STACEY, 2016, p. 5)

A primeira foto retrata a pior situação a ser encontrada em uma rodovia, muitas vezes presente no Brasil. A classificação de uma estrela dá-se pela má conservação do revestimento asfáltico, má sinalização, curvas sinuosas, ausência de acostamento, obstáculos nas laterais da pista, além de aclives acentuados, sem sinalização especial nem proteção.

A segunda foto, de um trecho de rodovia duas estrelas, mostra uma certa melhoria na superfície da pista e na sinalização horizontal. Entretanto, ainda há obstáculos perigosos nas laterais, a grande árvore na direita e os postes na esquerda, além da ausência de um acostamento pavimentado.

O trecho de classificação três estrelas apresenta uma ainda melhor camada asfáltica, melhor sinalização, presença de uma terceira faixa para ultrapassagens e defensas metálicas nas laterais. Ainda não há acostamento pavimentado, o que acaba comprometendo a classificação de tal trecho.

Por sua vez, a quarta foto indica um trecho muito bom de uma rodovia, com classificação quatro estrelas. Trata-se de uma rodovia de pista dupla, com duas faixas por sentido, com asfalto e

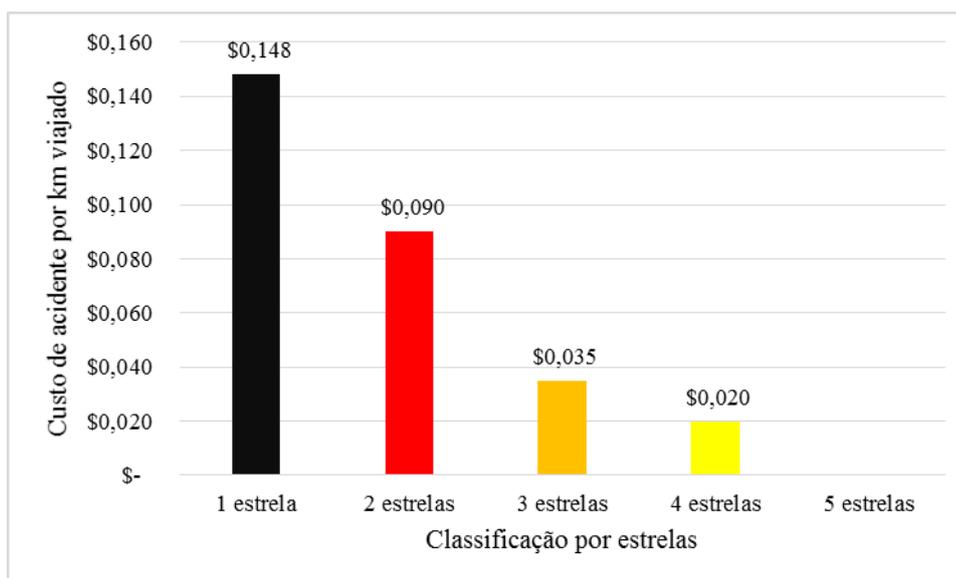
sinalização muito bem conservados, acostamentos pavimentados, defensas metálicas nas laterais e barreiras separando o tráfego em direção oposta.

O último trecho, de cinco estrelas, retrata a situação ideal de uma rodovia: pista dupla, mais de duas faixas por sentido, tendo elas uma largura adequada, acostamentos interno e externo pavimentados e com grandes dimensões, boa sinalização horizontal e vertical, não há obstáculos, aclives ou declives nas laterais das pistas, e as direções de tráfego são separadas por um canteiro central com a proteção extra de uma defesa metálica.

Infelizmente, tanto no Brasil, como no Rio Grande do Sul, vê-se muitos trechos que podem ser classificados em uma ou duas estrelas, como demonstram as duas primeiras imagens. A inércia do governo em resolver este tipo de situação tem custado milhares de vidas ao passar dos anos, como demonstrado exaustivamente no capítulo 2.

Pesquisas realizadas pelo iRAP demonstraram que o custo de acidentes por quilômetro viajado é reduzido em cerca de 50% a cada incremento na classificação por estrelas (STACEY, 2016), como demonstra a figura 12.

Figura 12 – Custo de acidente por quilômetro viajado de acordo com a classificação por estrelas



(fonte: adaptado de STACEY, 2016, p.5)

Desta forma, fica justificada a utilização de uma ferramenta como o iRAP, no intuito de avaliar de forma rápida, clara, objetiva e barata as rodovias presentes em nosso país e estado. Com o

auxílio da ferramenta, é possível identificar os trechos críticos e propor soluções que tragam grandes benefícios com custos não muito elevados, o que é de extrema importância para os governos saberem onde podem direcionar seus escassos investimentos de forma eficiente, em uma época de graves crises financeiras nas esferas municipal, estadual e federal.

4.2.4 Planos de investimento

Os planos de investimento para estradas mais seguras, do inglês *Safer Roads Investment Plans* (SRIP), são o resultado secundário das análises feitas pelo *software online* ViDA. Os SRIPs são capazes de identificar as contramedidas de segurança mais eficazes e alocá-las a determinados trechos. Essa ferramenta é especialmente útil para os administradores das rodovias, que podem focar seus investimentos (muitas vezes limitados, como no Brasil) nos trechos onde haverá maior possibilidade de diminuição do risco e gravidade de acidentes (IRAP, 2014b).

A metodologia dos planos de investimento baseia-se na escolha das melhores soluções dentre cerca de 90 já testadas e aprovadas em países desenvolvidos, através de três passos (IRAP, 2014b, p. 38, tradução nossa):

- 1) com base na classificação por estrelas e nos dados de volume de tráfego, os números de mortes e ferimentos graves estimados são distribuídos pela rede viária;
- 2) para cada segmento de 100 m da rodovia, as opções de contramedidas são testadas de acordo com seu potencial em reduzir mortes e ferimentos. Por exemplo, uma seção com baixa classificação para pedestres, mas com alta atividade deles, pode receber uma infraestrutura para travessia da pista;
- 3) cada contramedida é avaliada de acordo com sua acessibilidade econômica e efetividade. O benefício econômico de uma contramedida (medido em termos do benefício econômico das mortes e ferimentos graves evitados) deve ser, no mínimo, exceder o custo de sua construção e manutenção (isto é, deve ter uma relação benefício/custo maior do que um). Em muitas circunstâncias, os valores mínimos de benefício/custo são definidos em maior que um, de forma a reduzir o custo total do plano. Isto ajuda a assegurar que o plano é acessível economicamente enquanto representa um retorno positivo do investimento e uso responsável do dinheiro público.

O quadro 1 demonstra os tipos de acidente mais comuns com detalhes das soluções de engenharia que podem, de forma comprovada, reduzir a severidade e risco de ocorrência das colisões.

Tabela 10 – Soluções adotadas para os principais tipos de colisões

Tipo de Colisão	Solução de Engenharia
<i>Colisão com pedestre</i> - pedestres são mortos ao caminharem junto à rodovia ou tentando atravessá-la	Calçadas adequadas, cercamento, gerenciamento da velocidade, traffic calming, pontos seguros de cruzamento
<i>Colisão com motociclista</i> - motociclistas são mortos quando atingidos por veículos mais pesados	Faixas para motocicletas completamente separadas, ou faixas exclusivas na própria rodovia
<i>Colisão frontal</i> - tráfego na direção contrária colide em alta velocidade (quando ultrapassando ou momentaneamente atravessando a faixa)	Fornecer faixas de ultrapassagem, separação central com barreiras ou postes flexíveis, sinalização central em forma de hachura
<i>Saída de pista</i> - veículo deixa a pista e colide com um objeto fixo (árvore, poste, estrutura) ou com um talude acentuado	Proteção dos objetos com barreiras, remoção dos objetos, fornecer uma área de escape segura
<i>Colisão em interseção</i> - colisão frontal ou lateral em alta velocidade, colisão traseira com veículos maiores	Canalização do fluxo, gerenciamento de velocidade, rotatórias, sinalização, faixas de manobra
<i>Colisão com ciclista</i> - ciclistas são mortos quando andando junto à rodovia ou tentando atravessá-la	Ciclovias e ciclofaixas, gerenciamento de velocidade, <i>traffic calming</i> , pontos seguros de cruzamento

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p.15 e 16)

O *software* ViDA ainda permite demonstrar um cenário futuro já com a implementação das contramedidas e realizando uma nova classificação por estrelas dos trechos que receberam melhorias.

4.2.5 Mapas de risco

Em regiões onde há dados detalhados sobre acidentes, o iRAP pode produzir mapas de risco que representam o número de mortes e ferimentos em uma rede viária. Os mapas de risco proporcionam uma visão objetiva dos locais com maior número de mortes e onde há maior risco de colisão. Estes mapas foram implementados de forma bem-sucedida na Europa (IRAP, 2015a).

4.3 METAS DE CLASSIFICAÇÃO

Segundo Stacey (2016, p.6, tradução nossa):

O iRAP recomenda que os investimentos devem ter como meta evitar o maior número de mortes e lesões graves possível. Os níveis de investimento devem refletir a escala do problema (perdas estimadas em 2 a 5% do PIB por ano por país). O benchmark do iRAP é de que pelo menos 0,1% do PIB seja investido em melhorias de segurança viária a cada ano. O investimento inicial deve focar no 10% de rodovias onde geralmente 50% das mortes acontecem.

[...] As metas de classificação por estrelas podem ser aplicadas em todas as vias (urbanas e rurais, alto e baixo volume) e podem ser definidas de acordo com a classe, hierarquia ou volume da via. Por exemplo, quatro ou cinco estrelas para rodovias de classe especial, quatro estrelas para rodovias de mão dupla ou vias arteriais e 75% das viagens em vias de três estrelas ou mais para as estradas restantes.

Com o aumento significativo nas mortes e lesões graves associadas a acidentes em rodovias classificadas com uma ou duas estrelas, iRAP recomenda que todas as estradas novas ou renovadas sejam construídas para um mínimo de três estrelas de classificação para todos os tipos de usuários (iRAP, 2015b).

O gerenciamento da velocidade também pode ser utilizado como um fator decisivo para trazer uma rodovia ao mínimo de três estrelas, especialmente em locais onde o custo de implantação de outras melhorias seria demasiadamente alto (STACEY, 2016).

O iRAP demonstra que (2015b, p. 18, tradução nossa):

Uma análise feita na Austrália identificou que a aplicação de contramedidas economicamente efetivas em uma rede viária eliminariam todas as seções com uma ou duas estrelas, elevando a extensão de trechos com quatro estrelas ou mais para 53%. A relação benefício/custo foi de aproximadamente 2.

4.4 ANÁLISE DE MELHORIA NA SEGURANÇA VIÁRIA MUNDIAL

Uma análise feita a nível mundial pela terceira edição da publicação *Vaccines for Roads*, do iRAP, que em sua tradução significa Vacinas para Estradas, permite ver os grandes benefícios da melhoria de apenas 10% das estradas do mundo inteiro. Esta análise, representada na tabela 10, concorda com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas para reduzir pela metade o número de mortes por acidentes de trânsito até 2020, investir em infraestrutura para criar empregos e tornar o transporte seguro e sustentável (iRAP, 2015a).

Tabela 11 – Análise de melhoria na segurança viária mundial

<i>Benefícios da melhoria na infraestrutura viária mundial em um prazo de 20 anos</i>				
Nível de renda do país	Baixo	Médio inferior	Médio superior	Alto
Melhorar 10% das estradas (extensão)	108.000 km	610.000 km	992.000 km	1.546.000
Custo para implementar contramedidas	US\$ 8 bilhões	US\$ 61 bilhões	US\$ 149 bilhões	US\$ 464 bilhões
Redução nas mortes (em 20 anos)	384.000	1.483.000	1.528.000	283.000
Redução nas mortes e lesões graves	4.224.000	16.313.000	16.808.000	3.113.000
Benefício econômico	US\$ 83 bilhões	US\$ 663 bilhões	US\$ 2,766 trilhões	US\$ 2,202 trilhões
Relação benefício/custo (RBC)	11	11	19	5

(fonte: adaptado de IRAP, 2015a, p. 31)

Para a elaboração deste estudo, o número de mortes estimado foi retirado da versão 2013 do *Global Status Report on Road Safety*, da OMS. Para cada morte, foram assumidas 10 lesões graves (MCMAHON; DAHDAH, 2008). O custo anual de mortes e lesões graves foi estimado com base nas seguintes fórmulas (MCMAHON; DAHDAH, 2008):

$$\text{Valor de uma vida} = 70 * \text{PIB per capita} \quad (\text{fórmula 1})$$

$$\text{Valor de uma lesão grave} = \frac{1}{4} * \text{Valor de uma vida} \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

Valor de uma vida = prejuízo financeiro causado por uma morte;

PIB per capita = soma de todas as riquezas produzidas no país ou região divididas pelo número de habitantes;

Valor de uma lesão grave = prejuízo financeiro causado por uma lesão grave.

Em países considerados de baixa renda, McMahon e Dahdah. (2008) determinam que o custo de uma fatalidade é expressado pela fórmula 3, enquanto o custo de uma lesão grave continua sendo um quarto de tal valor:

$$\text{Valor de uma vida} = 100 * \text{PIB per capita} \quad (\text{fórmula 3})$$

A maioria dos acidentes graves ocorrem numa pequena proporção das rodovias, portanto foi assumido que metade das fatalidades ocorrem em 10% das vias (IRAP, 2015a).

Para o cálculo do custo de implantação das medidas, foram utilizados os valores 300 mil dólares americanos por quilômetro em países de alta renda, 150 mil em médio superior, 100 mil em médio inferior e 70 mil em renda baixa. Estes custos são estimados em dados coletados em mais de 300.000 km pelo iRAP (IRAP, 2015a).

A redução nas fatalidades e lesões graves são indicadas para um horizonte de 20 anos. Foi assumido que melhorias de segurança reduziriam fatalidades e lesões graves em 30%, de acordo com análises do iRAP. Com o número de mortes e ferimentos evitados, e fazendo uso das fórmulas 1, 2 e 3, chega-se ao valor do benefício econômico, sendo utilizada uma taxa de desconto⁵ de 4% (IRAP, 2015a).

Por último, a relação benefício/custo é calculada pela fórmula 4:

$$\text{Relação benefício/custo (RBC)} = \text{benefício/custo} \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

Benefício = soma dos valores das mortes e ferimentos graves evitados;

Custo = valor para implementação da melhoria.

Em resumo, fica provado que, através de contramedidas aplicadas em extensões relativamente pequenas da rede viária mundial, muitas vidas podem ser salvas ao longo dos anos, trazendo benefícios econômicos da ordem de trilhões de dólares, com excelentes relações benefício/custo.

⁵ Taxa de desconto: é a taxa financeira utilizada para determinar o valor atual de um montante a ser recebido no futuro, funcionando de forma inversa à taxa de juros.

5. ESTUDOS DE CASO ANALISADOS

A seguir serão apresentados dois estudos de caso: o primeiro na Eslováquia, onde houve de fato a implantação das contramedidas propostas pelo iRAP e o segundo no estudo no estado de São Paulo, onde houve apenas a simulação da implantação, mas com resultados muito positivos.

5.1 ESLOVÁQUIA

Em 2013, o programa EuroRAP (braço europeu do iRAP, segue exatamente a mesma metodologia) inspecionou 630 km de rodovias de pista dupla da Eslováquia (EURORAP, 2016) administradas pela Companhia Eslovaca de Autoestradas (NDS). A figura 13 demonstra a classificação por estrelas dos trechos no momento da inspeção. Os trechos em verde têm classificação cinco estrelas, amarelos são quatro estrelas, laranjas são três estrelas, vermelhos são duas estrelas e pretos são uma estrela.

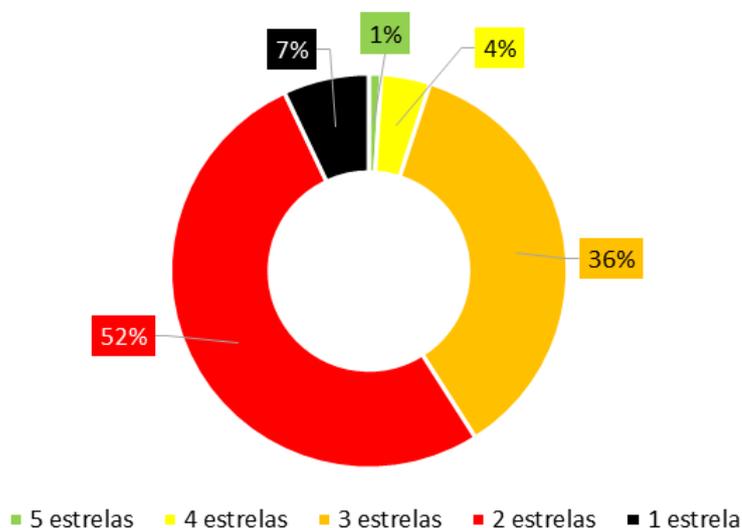
Figura 13 – Classificação por estrelas das rodovias eslovacas em 2013



(fonte: extraído da plataforma ViDA)

O gráfico ilustrado na figura 14 demonstra a percentagem da classificação por estrelas nos trechos analisados:

Figura 14 – Percentagem das classificações



(fonte: adaptado de EURORAP, 2016, p. 11)

Fica demonstrado através do gráfico que, em 2013, 59% da rede analisada foi classificada como ruim, levando uma ou duas estrelas. Os trechos considerados três estrelas foram 36% dos analisados, enquanto quatro ou cinco estrelas são apenas 5% do total.

Segundo EuroRAP (2016, p. 12, tradução nossa), os principais motivos para a baixa classificação dos trechos foram:

[...] falta de barreiras de segurança e sonorizadores tanto no lado do motorista como do passageiro, declives muito acentuados, entroncamentos sem sinalização e proteção, presença de objetos perigosos (postes, árvores e outros) e acostamento muito estreito – criando um alto risco de acidentes do tipo saída de pista. Este tipo de acidente ocorre quando um veículo deixa a estrada e colide com um objeto desprotegido. A alta velocidade operacional – de até 130km/h – era um fator de risco adicional.

Após a fase de classificação por estrelas, diversas melhorias foram propostas para comporem os planos de investimento, todas com alto índice de retorno, como por exemplo a instalação de barreiras de segurança, terminais absorvedores de energia (figura 15) e sonorizadores nas laterais das pistas, e readequação dos acostamentos (EURORAP, 2016).

Figura 15 –Terminal absorvedor de energia



(fonte: EURORAP, 2016, p. 44)

A NDS investiu então cerca de 40 milhões de euros entre 2014 e 2015, para implementar as medidas recomendadas nos planos de investimento, em uma extensão total de 327 km, nas rodovias D1, D2 e R1, sendo esta última uma via expressa. Dentre as melhorias feitas, cabe destacar a instalação de 174 km de barreiras de segurança e sonorizadores laterais em toda a extensão reavaliada (EURORAP, 2016).

Em 2016, a extensão que passou por melhorias foi reavaliada pelo EuroRAP, com o objetivo de mensurar o sucesso dos investimentos e verificar as alterações na classificação por estrelas. Ficou demonstrado que (EURORAP, 2016, p. 4, tradução nossa):

Antes das melhorias, apenas 27% das seções eram classificadas com três estrelas ou mais para ocupantes de veículos. Após as melhorias, 77% das seções passaram a ter três estrelas ou mais. Seções com uma estrela desapareceram completamente.

Como resultado deste trabalho, uma estimativa de 355 mortes e ferimentos graves serão evitados nos próximos 20 anos na extensão de 327 km de rodovias eslovacas.

5.1.1 Planos de investimento

Para criar o plano de investimentos, são necessários alguns dados econômicos. O horizonte de projeto para o caso eslovaco foi definido em 20 anos. O dado chave é o PIB per capita do país, que para o ano de 2014 foi calculado em 14.041,04 euros (EURORAP, 2016). Com este dado, pode-se calcular o valor de uma vida e o valor de um ferimento grave.

Pela fórmula 1, chega-se ao valor de 982.872,80 euros para cada vida eslovaca. A fórmula 2 permite calcular o valor de uma lesão grave, sendo este de 245.718,20 euros para o caso em questão.

Outros dados a serem utilizados são a taxa de desconto, definida em 12%, e a taxa de retorno⁶, como diz o EuroRAP (2016, p. 43, tradução nossa):

Taxa de desconto é utilizada para estimar valores presentes líquidos. Este valor é definido em 12% para este projeto.

A taxa mínima de atratividade representa a taxa mínima de retorno antes do investimento nas contramedidas. Este valor é definido em 0,12, de acordo com as recomendações do iRAP.

Estes valores são utilizados para avaliar a relação benefício/custo (RBC) das contramedidas, como mostra a fórmula 4:

$$\text{Relação benefício/custo (RBC)} = \text{benefício/custo} \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

Benefício = soma dos valores das mortes e ferimentos graves evitados;

Custo = valor para implementação da melhoria.

No caso em estudo, as contramedidas foram divididas em decisivas e regulares. As decisivas são as seguintes (EURORAP, 2016, p. 51, tradução nossa):

- a) instalação de barreiras de segurança contínuas no lado do passageiro, em uma extensão de 112,2 km. Potencial de evitar 252 mortes e feridos graves nos próximos 20 anos. RBC=4;
- b) reabilitação da superfície asfáltica, em uma extensão de 53,3 km. Potencial de evitar 22 mortes e feridos graves nos próximos 20 anos. RBC=2;
- c) pavimentação do acostamento no lado do motorista, com extensão de 128,5 km. Potencial de evitar 20 mortes e feridos graves nos próximos 20 anos. RBC=1;
- d) remoção de obstáculos em uma extensão de 2,6 km. Potencial de evitar seis mortes e ferimentos graves nos próximos 20 anos. RBC=15;

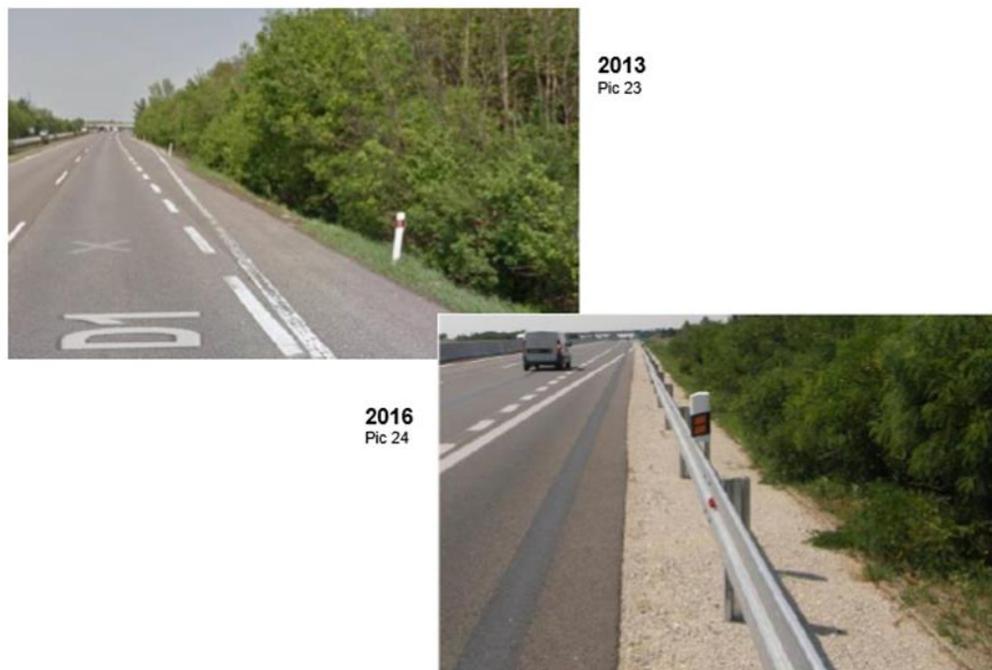
⁶ Taxa de retorno: é o lucro de um investimento em um certo período de tempo. A taxa mínima de atratividade indica que os valores investidos no projeto e o lucro obtido com ele são os mesmos.

Já dentre as medidas regulares, que têm menor influência, mas que também promovem uma melhoria na classificação por estrelas, podem ser citadas (EURORAP, 2016):

- 1) renovação da sinalização horizontal;
- 2) pavimentação do acostamento no lado do passageiro;
- 3) instalação de absorvedores de energia nos terminais de defensas metálicas;
- 4) instalação de tachas refletivas na linha central;
- 5) instalação de sonorizadores no lado do passageiro e do motorista;
- 6) instalação de sinalização que não ofereça perigos aos usuários, como por exemplo, postes desprotegidos;
- 7) instalação de barreiras de concreto para a proteção de pontes;
- 8) instalação de balizadores flexíveis no lado do passageiro;
- 9) instalação de barreiras de terra para a proteção contra objetos perigosos.

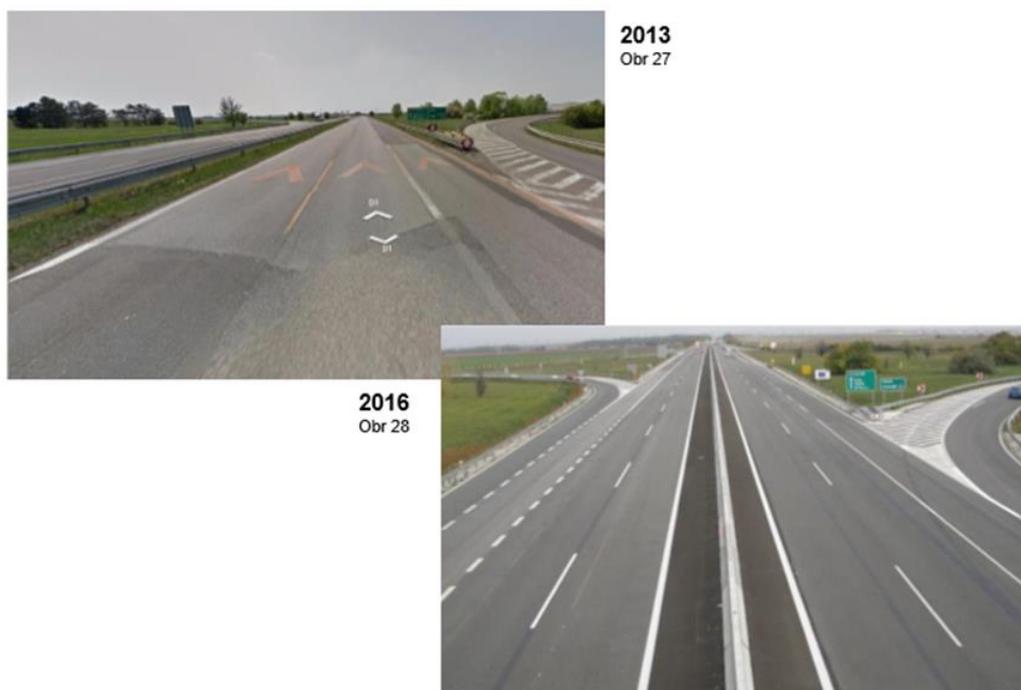
As figuras 16 e 17 ilustram algumas das contramedidas que foram adotadas:

Figura 16 – Antes e depois da instalação de barreiras de segurança no lado do passageiro



(fonte: EURORAP, 2016, p. 27)

Figura 17 – Antes e depois da reabilitação asfáltica, pavimentação asfáltica no lado do motorista e instalação de barreiras de concreto



(fonte: EURORAP, 2016, p. 29)

5.1.2 Resultado final

No total, 327,2 km foram reavaliados em 2016, sendo que os novos resultados estão dispostos na tabela 11:

Tabela 12 – Comparação dos trechos reavaliados em 2016 em relação a 2013

Reavaliação total (327,2 km)	5 estrelas	4 estrelas	3 estrelas	2 estrelas	1 estrela
<i>Classificação em 12/2013 (km)</i>	0,00	0,00	86,80	215,90	24,50
<i>Classificação em 12/2013 (%)</i>	0%	0%	27%	66%	7%
<i>Classificação em 02/2016 (km)</i>	0,30	0,80	252,10	74,00	0,00
<i>Classificação em 02/2016 (%)</i>	0%	0%	77%	23%	0%
Comparação 2016 v. 2013 (%)	0%	0%	50%	-43%	-7%

(fonte: adaptado de EURORAP, 2016, p. 41)

Fica evidente a melhoria em toda a extensão reavaliada, com a eliminação completa de trechos de uma estrela, grande diminuição nos trechos duas estrelas e aumento significativo nos trechos

de três estrelas. O nível de segurança mais elevado das rodovias poderá evitar 355 mortes e ferimentos graves nos próximos 20 anos (EURORAP, 2016, p. 46).

Pode-se concluir dizendo que (EURORAP, 2016, p. 41, tradução nossa):

Através de medidas simples e efetivas economicamente, agora um terço de toda rede eslovaca de rodovias expressas tem o nível mínimo de segurança desejado para países europeus que são líderes em segurança viária. Estas medidas reduzem substancialmente o risco de morte ou ferimentos graves em caso de acidente.

5.2 SÃO PAULO

Em sua primeira avaliação no Brasil, o iRAP, em uma parceria com o Banco Mundial e com o Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP), inspecionou cerca de 4.250 km de rodovias no estado, durante fevereiro, março e abril de 2013.

Sendo o mais populoso do país, com cerca de 44 milhões de habitantes, o estado de São Paulo é conseqüentemente o campeão no número de mortes por acidentes de trânsito. A tabela 12 demonstra o número de vítimas fatais a partir de 2011, com dados do DATASUS (2015). Apesar da grande queda entre 2014 e 2015, os números ainda são alarmantes.

Tabela 13 – Número de mortes no trânsito do estado de São Paulo

Ano	Número de vítimas fatais
2011	7.377
2012	7.003
2013	6.469
2014	7.016
2015	5.163

(fonte: elaborado pelo autor)

Para reduzir estes números, o Programa Internacional de Avaliação de Rodovias entra como opção, promovendo uma análise simples e objetiva das rodovias paulistas e propondo soluções de grande relação benefício/custo.

O primeiro passo, como em toda avaliação realizada pelo iRAP, foi a inspeção das rodovias através de imagens. Estas inspeções foram feitas pela empresa Serviços Mexicanos de Engenharia Civil (SEMIC), resultando em mais de três milhões de arquivos gerados (IRAP, 2014b). Após a devida codificação e *upload* na plataforma ViDA, foi gerada a classificação por estrelas para os trechos analisados. A tabela 13 demonstra de forma resumida a classificação e sua respectiva extensão, para todos os tipos de usuário das vias.

Tabela 14 – Classificação dos trechos analisados no iRAP São Paulo

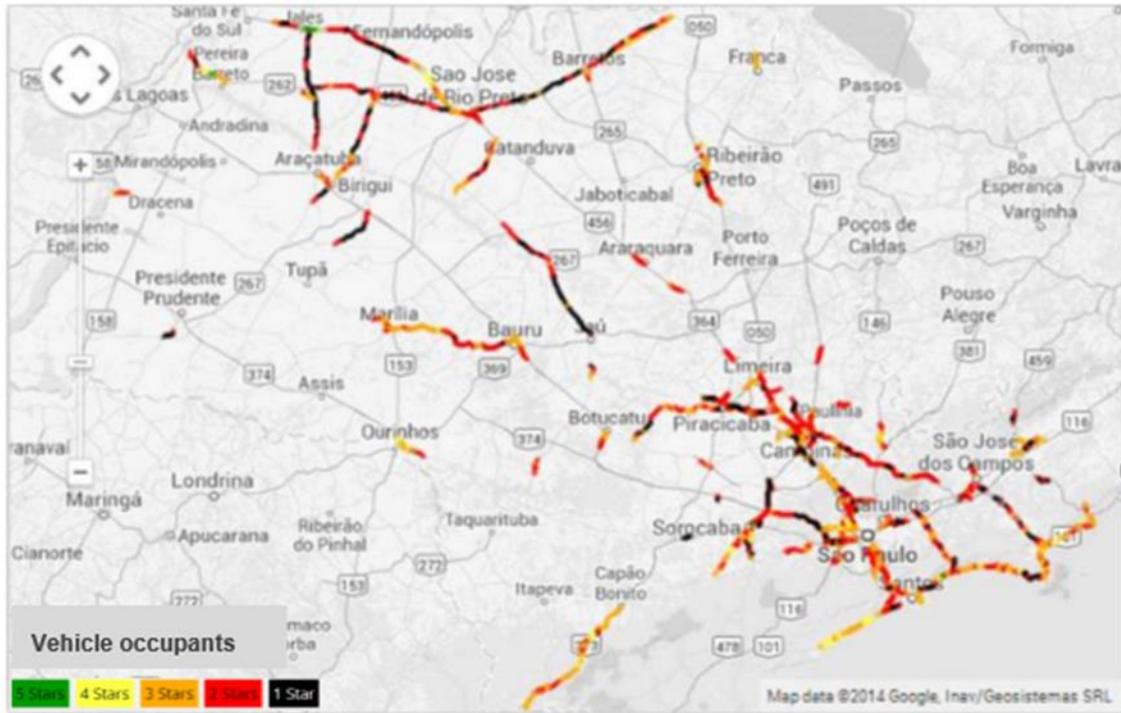
Classificação	Ocupantes de veículos		Motociclistas		Ciclistas		Pedestres	
	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%
5 estrelas	37,20	1%	3,30	0%	20,00	0%	6,70	0%
4 estrelas	230,40	5%	132,60	3%	22,90	1%	38,00	1%
3 estrelas	1288,20	30%	594,00	14%	121,10	3%	98,80	2%
2 estrelas	1755,30	41%	1199,70	28%	216,60	5%	1,36	3%
1 estrela	874,20	21%	2255,70	53%	307,40	7%	2,36	6%
Não aplicável	63,90	2%	63,90	2%	3561,20	84%	3733,90	88%

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 3)

Como demonstra a tabela, 62% da extensão avaliada teve classificação considerada ruim para ocupantes de veículos, com duas estrelas ou menos. A situação é ainda pior para motociclistas, com 81% dos trechos não oferecendo a segurança necessária para este tipo de usuários. Ciclistas e pedestres têm menos trechos onde a classificação pode ser feita adequadamente. Mesmo assim, mais de 2/3 da extensão avaliada não oferece a segurança mínima para estes usuários, com classificação de duas estrelas ou menos.

O próximo mapa demonstra a classificação por estrelas no momento da inspeção para os ocupantes de veículos. Os trechos representados em verde possuem classificação cinco estrelas. Amarelo representa quatro estrelas, laranja cinco estrelas, vermelho duas estrelas e por último, o preto representa a pior situação, com uma estrela.

Figura 18 – Mapa da classificação por estrelas do iRAP São Paulo



(fonte: IRAP, 2014b, p. 32)

5.2.1 Exemplos de classificação

A seguir são apresentados exemplos de classificação com alguns dos atributos codificados naqueles locais em específico. As cinco figuras ajudam a entender alguns dos itens que são avaliados pelo iRAP e como são facilmente identificáveis através de imagens.

A figura 19 representa um trecho de classificação cinco estrelas para ocupantes de veículos. Os atributos em amarelo representam um nível intermediário de risco, neste caso a falta de iluminação da pista. Os atributos em verde, por sua vez, representam um baixo risco, sendo eles no trecho em questão: limite de velocidade de 40 km/h, não há presença de interseções ou acessos à propriedade, pista em linha reta, barreiras de proteção nas laterais, separação do tráfego em sentido oposto, acostamento pavimentado, boas condições da superfície asfáltica, boa sinalização horizontal e faixas largas.

Figura 19 – Exemplo de classificação cinco estrelas



(fonte: IRAP, 2014b, p. 34)

A figura 20, por sua vez, representa um trecho classificado com quatro estrelas. Desta vez, há a presença de atributos que oferecem alto risco, representados em vermelho: o limite de velocidade de 80 km/h e terminais das defensas metálicas desprotegidos (no caso estão enterrados, podendo haver uma decolagem do veículo). O risco intermediário neste caso é o acostamento interno muito estreito (no lado do motorista). Os atributos que contribuem para a segurança são: iluminação da pista, não há interseções ou acessos à propriedade, pista em linha reta, tráfego em sentido oposto separada, boas condições da superfície asfáltica, sinalização horizontal adequada e faixas largas.

Figura 20 – Exemplo de classificação quatro estrelas



(fonte: IRAP, 2014b, p. 35)

Um exemplo de trecho classificado com estrelas pode ser encontrado na figura 21. Os fatores que oferecem alto risco à segurança são: limite de velocidade de 80 km/h, objetos perigosos a uma curta distância da pista (entre 1 e 5m) e a não separação física do tráfego em sentido oposto. O acostamento interno muito estreito oferece um risco intermediário aos usuários. Os atributos que podem ser considerados positivos são: não há interseções ou acessos à propriedade, pista em linha reta, delimitação adequada, superfície asfáltica em boas condições e faixas com largura adequada.

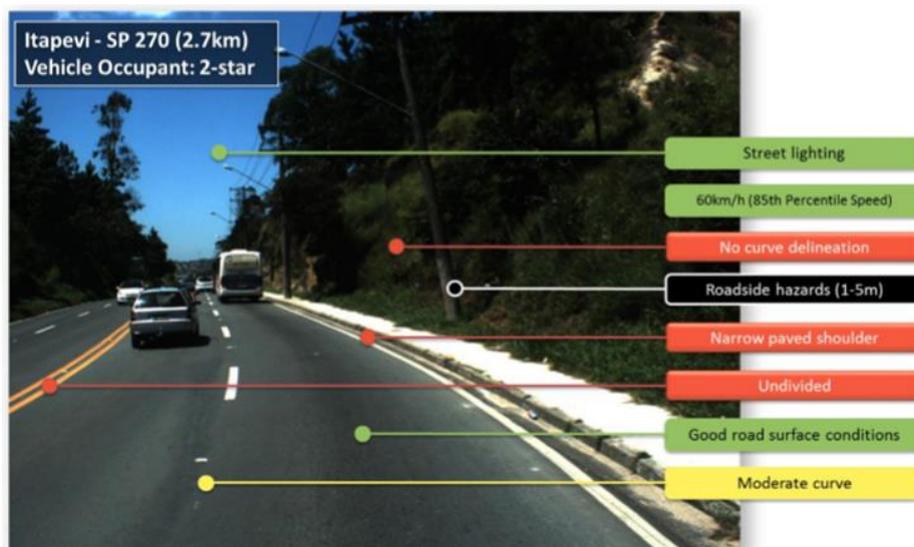
Figura 21 – Exemplo de classificação três estrelas



(fonte: IRAP, 2014b, p. 35)

A figura 22 já demonstra uma situação muito ruim, com classificação duas estrelas. O atributo em preto representa um risco extremo à segurança, sendo neste caso os postes muito próximos à pista. A não separação do tráfego em sentido posto, a inexistência de acostamento e a falta de delimitação da curva são fatores de alto risco. A pista em curva moderada representa um risco intermediário à segurança. Como fatores positivos, são mencionados a iluminação da pista, a velocidade de 60 km/h (percentil 85) e as boas condições da superfície asfáltica.

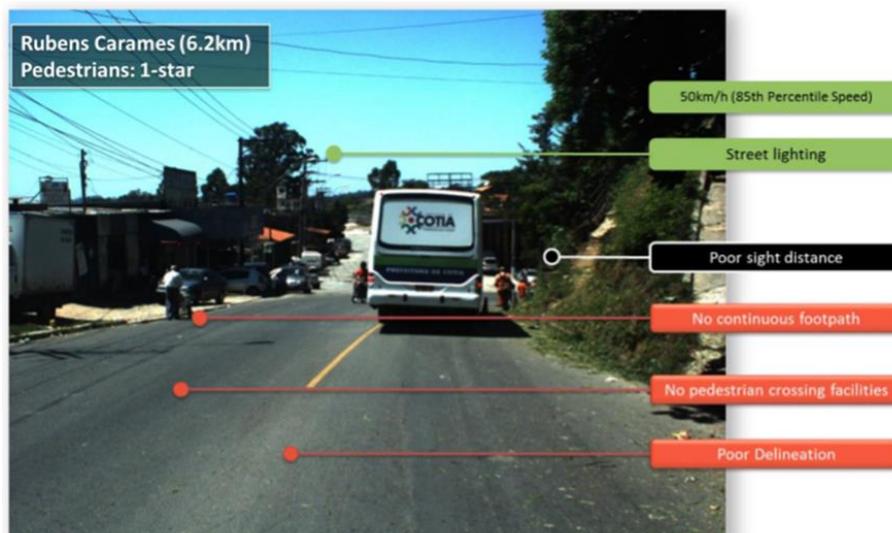
Figura 22 – Exemplo de classificação duas estrelas



(fonte: IRAP, 2014b, p. 36)

Por último, a pior situação possível, um trecho classificado com apenas uma estrela, como retrata a figura 23. Os únicos fatores a favor da segurança neste caso são a iluminação da pista e a velocidade de 50 km/h (percentil 85). Os atributos que oferecem alto e extremo risco à segurança são vários, dentre eles: a péssima distância de visão, falta de calçamento e cruzamento adequado para os pedestres, má sinalização horizontal, falta de acostamento, obstáculos nas laterais e não separação do tráfego em sentido oposto.

Figura 23 – Exemplo de classificação uma estrela



(fonte: IRAP, 2014b, p. 37)

Estas cinco imagens resumem bem as situações encontradas não apenas em São Paulo, como em todo o Brasil. Infelizmente, os trechos que oferecem menor segurança aos usuários são maioria, por isso deve-se começar a reverter esta situação o mais breve possível.

5.2.2 Planos de investimento

Para a melhoria dos mais de quatro mil quilômetros avaliados, foram propostos dois planos de investimento: o plano 1, elaborado com contramedidas de relação benefício/custo maior do que 1, e o plano 2, com relação benefício/custo maior do que 3. A tabela 14 traz um resumo de ambos planos:

Tabela 15 – Planos de investimento propostos para São Paulo

	Plano 1	Plano 2
Valor presente do investimento	R\$ 2,55 bilhões	R\$ 1,23 bilhões
Mortes e ferimentos graves evitados	79983	70922
Valor presente do benefício	R\$ 11,30 bilhões	R\$ 10,01 bilhões
Custo por morte e ferimento grave evitado	R\$ 31.898	R\$ 17.388
Relação benefício/custo (RBC)	4,43	8,13
Redução nas mortes e ferimentos graves	41%	36%

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 39)

Para o cálculo do benefício econômico foram utilizadas as fórmulas 1 e 2, com um PIB per capita de R\$ 16.944,00, em valores de 2013. O valor de uma vida foi definido em R\$ 1.188.880,00, enquanto que o de um ferimento grave em R\$ 297.220,00. Em figuras de 2014, ano de produção do relatório, o custo econômico de mortes e ferimentos graves no estado de São Paulo chega a alarmantes R\$ 28,6 bilhões por ano (IRAP, 2014b).

Para calcular os valores presentes, foi utilizada uma taxa de desconto de 12%. Os custos das contramedidas são baseados em estimativas dos engenheiros do DER-SP. O horizonte de projeto, para cálculo dos benefícios econômicos, é de 20 anos.

Algumas das principais contramedidas propostas no plano 2 são demonstradas na tabela 15, com o potencial de mortes e ferimentos graves evitados, além da relação benefício/custo (RBC):

Tabela 16 – Principais contramedidas propostas

Contramedida	Extensão	Mortes e ferimentos graves evitados (20 anos)	RBC
Barreiras de segurança - lado do motorista	868,3 km	14.700	7
Barreiras de segurança - lado do passageiro	817,9 km	13.500	7
Sonorizadores para saída de pista	2084,5 km	11.500	10
Cercamento para pedestres	100,3 km	3.700	31
Calçada para pedestres adjacente à rodovia	128,1 km	3.200	11
Barreiras no canteiro central	188,5 km	3.100	7
Traffic calming	82,9 km	1.900	105

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 39)

Como já falado anteriormente, percebe-se que medidas simples são extremamente efetivas na redução de acidentes, além de terem uma excelente relação benefício/custo.

As tabelas 16 e 17 mostram a classificação por estrelas em um cenário futuro, com a aplicação do plano 2 (RBC>3) de investimentos, para as quatro categorias de usuários. As colunas representam a extensão, em quilômetros, dos trechos com determinada classificação, a percentagem em relação ao total dos trechos, e a alteração em relação à situação no momento da inspeção.

Tabela 17 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos e motociclistas

Classificação	Ocupantes de veículos			Motociclistas		
	Extensão (km)	%	Alteração	Extensão (km)	%	Alteração
5 estrelas	55,7	1%	0%	4,2	0%	0%
4 estrelas	1.126,1	27%	22%	167,9	4%	1%
3 estrelas	2.470,1	58%	28%	1.354,9	32%	18%
2 estrelas	496,8	12%	-29%	1.852,1	44%	16%
1 estrela	36,6	1%	-20%	806,2	19%	-34%
Não se aplica	63,9	2%	0%	63,9	2%	0%

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 42)

Tabela 18 – Classificação por estrelas para ciclistas e pedestres

Classificação	Ciclistas			Pedestres		
	Extensão (km)	%	Alteração	Extensão (km)	%	Alteração
5 estrelas	22,8	1%	1%	34,9	1%	1%
4 estrelas	37,0	1%	0%	153,3	4%	3%
3 estrelas	162,3	4%	1%	269,9	6%	4%
2 estrelas	245,4	6%	1%	43,6	1%	-2%
1 estrela	220,5	5%	-2%	13,6	0%	-6%
Não se aplica	3.561,2	84%	0%	3.733,9	88%	0%

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 42)

Os dados demonstram que após a aplicação do plano 2 de investimentos, apenas 13% da extensão analisada continua com duas ou uma estrela para ocupantes de veículos, frente aos 62% da situação inicial, havendo um aumento de 50% nos trechos avaliados com três ou quatro estrelas. O plano é altamente efetivo para esta categoria de usuários, mas os motociclistas continuaram com uma infraestrutura não muito segura, como diz o iRAP (2014b, p. 43, tradução nossa):

Uma proporção significativa da rede viária continuará oferecendo alto risco (duas ou uma estrela) aos motociclistas e ciclistas, mesmo após a implementação do plano 2. Por exemplo, tratamentos economicamente efetivos para esta categoria de usuários reduziram os trechos classificados com uma estrela de 53% para 19%, mas 44% permaneceriam com duas estrelas. Isto é preocupante, pois as mortes relacionadas a motocicletas cresceram drasticamente nos últimos anos no estado de São Paulo. É recomendado que outras soluções sejam investigadas e outras iniciativas como educação dos usuários, gerenciamento de velocidades e faixas segregadas para bicicletas e motocicletas, sejam implementadas para reduzir o número de mortes.

A tabela 18 faz um resumo da análise econômica do plano 2, com o investimento, benefício econômico (calculado através das mortes e ferimentos evitados, como já dito anteriormente), e número de mortes e ferimentos graves evitados:

Tabela 19 – Análise econômica do plano de investimento 2

Extensão	4249,2 km		
Investimento	R\$ 1,23 bilhão		
Benefício econômico (por ano)	R\$ 1,34 bilhão		
Benefício econômico (20 anos)	R\$ 10,01 bilhões (com taxa de desconto de 12%)		
RBC	8,13		
<i>Mortes e ferimentos graves</i>	Mortes (por ano)	Mortes e ferimentos graves (por ano)	Mortes e ferimentos graves (20 anos)
Antes das contramedidas	894	9.834	196.680
Depois das contramedidas	572	6.288	125.757
Evitados	322	3.546	70.923
Redução	36%		
Custo por morte e ferimento grave evitado	R\$ 17.388,00		

(fonte: adaptado de IRAP, 2014b, p. 43)

O benefício econômico por ano foi calculado através do número de mortes e ferimentos graves evitados, pelas fórmulas 1 e 2, com uma taxa de desconto de 12%. Nota-se a excelente relação benefício/custo do plano proposto, com uma redução de 36% no número total de mortes e ferimentos graves, e um pequeno valor de R\$ 17.388,00 para cada morte ou ferimento grave evitado.

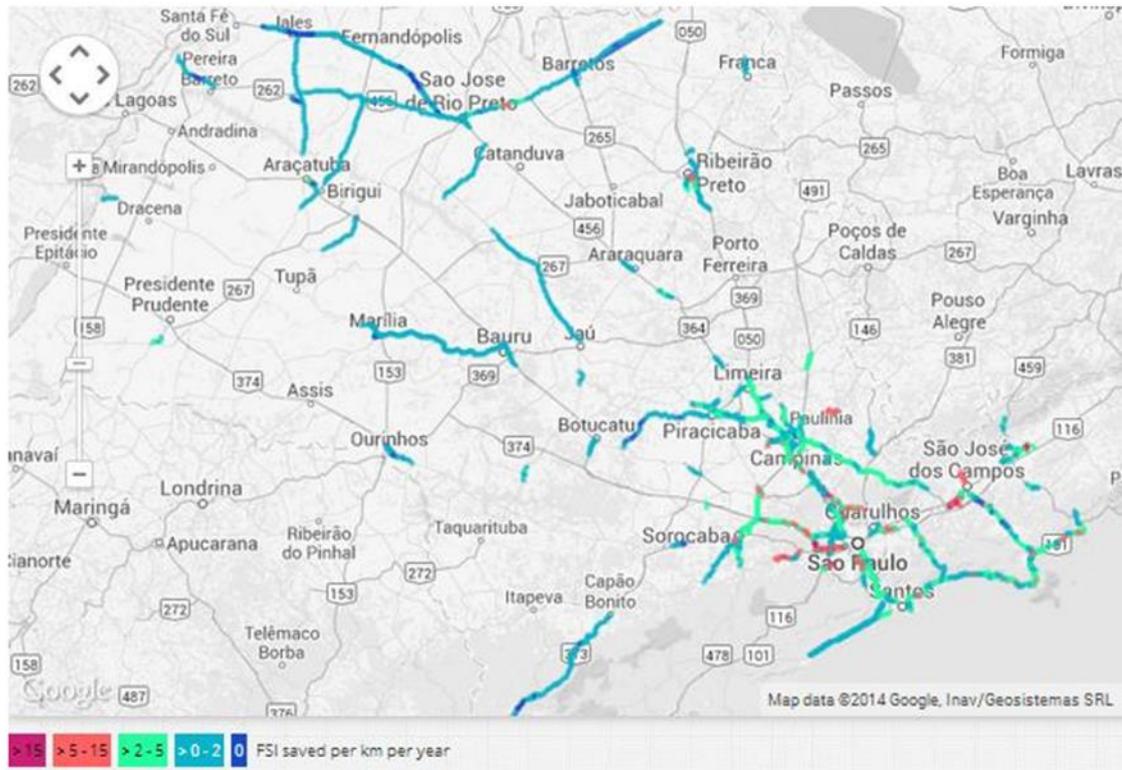
Por último, além da implantação das contramedidas, o iRAP recomendou três ações principais para o estado de São Paulo (IRAP, 2014b, p. 49, tradução nossa):

- a) definir uma meta para eliminar rodovias de alto risco (duas e uma estrela) até o fim da Década de Ação no Trânsito (2020);
- b) definir uma classificação por estrelas mínima para todos os novos projetos, de forma a assegurar que “estradas mortais” não sejam mais construídas. Por exemplo, adotas a política de que todas as novas rodovias devem ser construídas para um mínimo de três estrelas, para todos os tipos de usuários;
- c) fazer uma avaliação com classificação por estrelas e definir planos de investimento para as rodovias que detêm o maior volume de tráfego do estado (10%).

5.2.3 Mapa de redução de vítimas

Como um recurso extra, a plataforma ViDA disponibiliza um mapa de redução prevista de vítimas, como mostra a figura 24:

Figura 24 – Mapa de redução de vítimas



(fonte: IRAP, 2014b, p. 46)

As cores indicam o número de mortes e ferimentos graves evitados por quilômetro por ano. Lilás indica mais do que 15, rosa indicia entre 5 e 15, verde indica entre 2 e 5, azul claro indica entre 0 e 2, azul escuro representa nenhuma morte ou ferimento evitado.

Através da identificação por cores dos trechos que serão mais impactados com as melhorias, este mapa pode ajudar os investidores a decidirem quais contramedidas devem ser implementadas primeiramente e onde, alocando de forma eficiente os recursos destinados a salvarem vidas.

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Os próximos itens abordarão a análise pela metodologia iRAP de um trecho de uma rodovia gaúcha.

6.1 CAPACITAÇÃO

O iRAP traz os resultados de suas avaliações através da plataforma online ViDA. Entretanto, é necessária a realização de uma capacitação disponibilizada de forma também online e gratuita pelo próprio iRAP, para poder fazer o *upload* das codificações na plataforma.

Esta capacitação, sob o nome *RAPcapacity*, pode ser acessada através do link <http://capacity.irap.org/>, mediante um simples cadastro. É composta de cinco módulos principais, sendo eles:

- a) Primeiros passos e acessando resultados - *Getting started and accessing results*;
- b) Mapas de riscos e avaliação de desempenho - *Risk Mapping and Performance Tracking course*;
- c) Classificação por estrelas e planos de investimentos a partir de inspeção - *Star Rating and Investment Plans from inspection course*;
- d) Classificação por estrelas e planos de investimentos a partir de projeto - *Star Rating and Investment Plans from design course*;
- e) Codificação dos atributos da rodovia - *Road attribute coding course*.

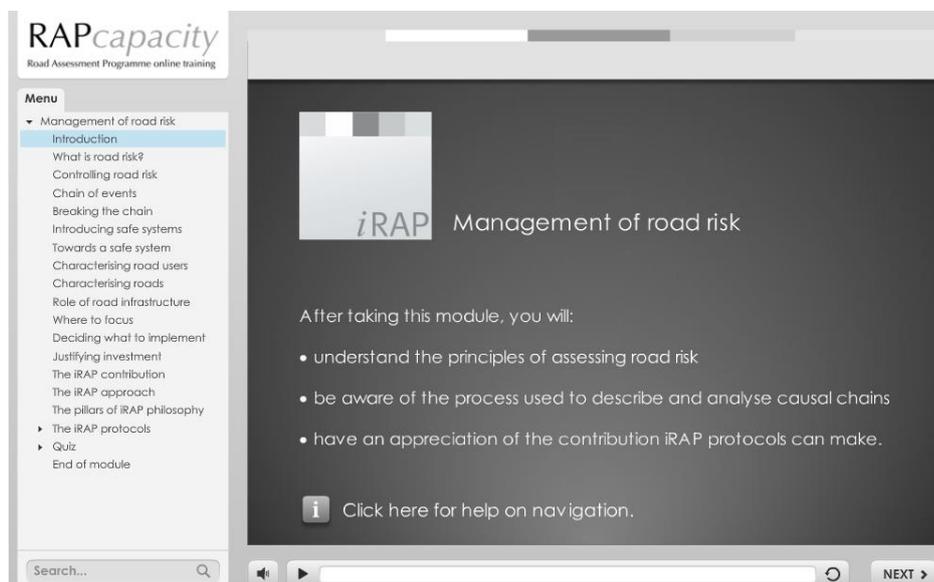
Os módulos “a”, “c” e “e” são considerados obrigatórios, enquanto “b” e “d” são opcionais, por não serem tão utilizados. Os próximos itens descreverão de forma mais detalhada os módulos obrigatórios.

6.1.1 Primeiros passos e acessando resultados

O primeiro módulo faz uma introdução ao iRAP, falando sobre gerenciamento de riscos, o papel de uma infraestrutura segura, bem como os protocolos e filosofia do programa. O treinamento é completamente em inglês, sendo que cada capítulo possui um quiz ao seu final, para testar os

conhecimentos da pessoa que está sendo treinada. A figura 25 ilustra o primeiro capítulo do módulo em questão.

Figura 25 – Primeiro capítulo do primeiro módulo



(fonte: *RAPcapacity*)

Ainda neste módulo é ensinado como acessar resultados das mais diversas avaliações iRAP ao redor do mundo através da plataforma ViDA e como os resultados de classificação por estrelas e planos de investimentos devem ser interpretados.

6.1.2 Classificação por estrelas e planos de investimentos a partir de inspeção

O módulo em questão versa sobre a classificação por estrelas e planos de investimentos a partir da inspeção por imagens de uma rodovia. Segundo *RAPcapacity* (2017, tradução nossa), ao final do módulo o usuário será capaz de:

- a) entender os princípios da classificação por estrelas e dos planos de investimentos, incluindo a codificação dos atributos das rodovias e a lógica econômica das contramedidas;
- b) conduzir uma inspeção viária, uma pesquisa de velocidades e gerenciar um time de codificação;
- c) avaliar criticamente a confiabilidade das fontes de dados e conduzir processos de garantia de qualidade;

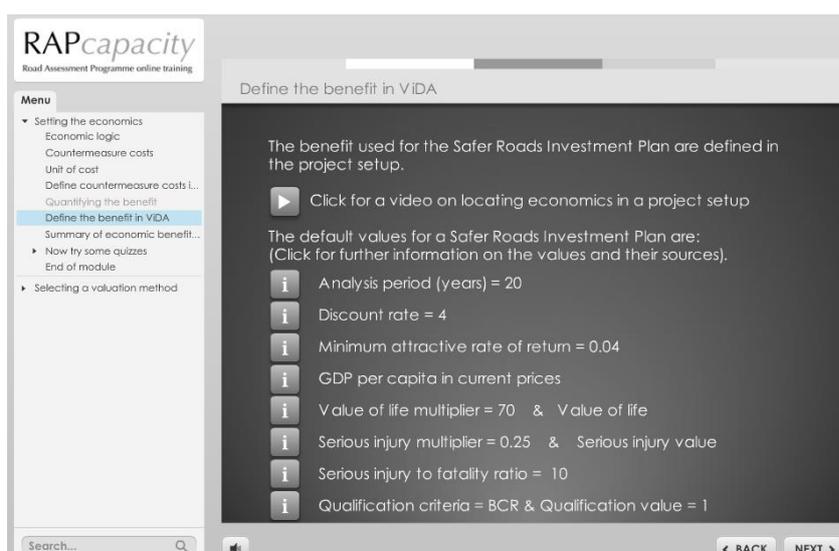
- d) utilizar o software ViDA para calibrar o modelo, compilar e processar dados, e acessar os resultados;
- e) avaliar criticamente as mensagens estratégicas do modelo, determinar erros em certos dados ou na lógica utilizada pelo modelo, bem como priorizar certas opções de melhoria viária;
- f) saber como obter mais informações baseado nos atributos e nos dados de suporte.

O módulo é composto de cinco capítulos principais com suas respectivas subdivisões. São eles:

- a) introdução, que fala do papel da classificação por estrelas na segurança viária;
- b) compreendendo o modelo de classificação por estrelas, que versa sobre os conceitos da classificação por estrelas e de que forma ela é obtida;
- c) coleta de dados e manipulação, que trata sobre como deve ser feita uma inspeção e codificação, como obter dados complementares e definir dados econômicos para o modelo;
- d) manejo e processamento de dados, que ensina como criar um projeto na plataforma ViDA e fazer o *upload* dos dados necessários para a obtenção da classificação por estrelas e dos planos de investimentos;
- e) acessando os relatórios da ViDA e utilizando seus resultados, que cobre itens sobre como acessar os resultados e garantir a qualidade do projeto, como interpretar e promover os resultados à sociedade.

A figura 26 ilustra o treinamento sobre os dados econômicos que devem ser utilizados no projeto.

Figura 26 – Capacitação sobre dados econômicos



(fonte: RAPcapacity)

6.1.3 Codificação dos atributos da rodovia

O último módulo trata sobre a codificação dos atributos da rodovia, já citados no capítulo 4.2.2. É dividido nos seguintes capítulos:

- a) introdução;
- b) codificando a geometria básica;
- c) codificando velocidade e aspectos de dirigibilidade;
- d) codificando interseções;
- e) codificando o canteiro central e laterais da rodovia;
- f) codificando infraestrutura para vulneráveis e tráfego local;
- g) codificando o ambiente em torno da rodovia;
- h) codificando dados do contexto;
- i) garantindo a qualidade dos dados.

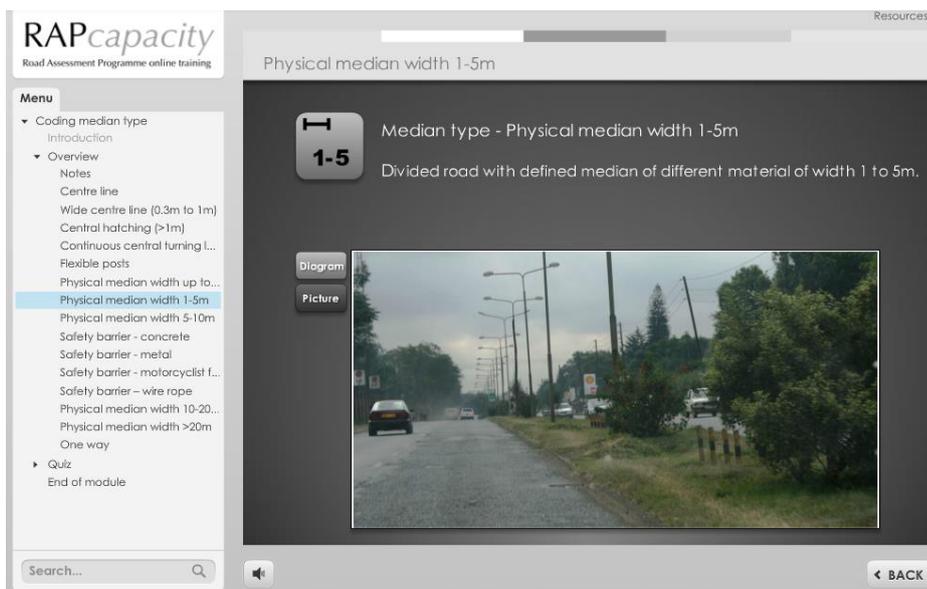
Para cada atributo, são demonstradas as opções de codificação em um menu à esquerda, bem como exemplos de casos reais. As figuras 27 e 28 ilustram isso:

Figura 27 – Codificação do atributo curvatura



(fonte: RAPcapacity)

Figura 28 – Codificação do atributo canteiro central

(fonte: *RAPcapacity*)

Após a conclusão dos módulos aqui apresentados, é então liberado o acesso como criador de conteúdo da plataforma ViDA, possibilitando o *upload* dos dados de codificação.

6.2 PASSOS PARA A APLICAÇÃO EM UM TRECHO DE UMA RODOVIA GAÚCHA

Concluída a capacitação e familiarização com a plataforma ViDA, foi então dado início ao processo de escolha de uma rodovia gaúcha e sua análise.

6.2.1 Processo de escolha da rodovia

A rodovia a ser escolhida para a análise deveria atender aos seguintes critérios:

- a) estar entre as rodovias com o maior índice de acidentalidade do estado;
- b) estar registrada na plataforma *Google Street View*, com a captação de imagens mais recente possível;
- c) ser preferencialmente administrada pela EGR, devido à maior facilidade para obtenção de dados.

As seis rodovias com maior índice de acidentalidade do estado estão dispostas na tabela 9, sendo que destas, apenas a ERS-324 não conta com trechos administrados pela EGR, sendo

então excluída da escolha. Dentre as cinco restantes, todas são registradas pelo *Google Street View*, tendo a ERS-122 as imagens mais recentes, captadas entre junho e julho de 2016.

6.2.2 A rodovia escolhida e trecho a ser analisado

Por ser a que melhor se adequa aos três critérios estabelecidos, a rodovia ERS-122 foi então a escolhida a ser analisada. É também uma rodovia utilizada frequentemente pelo autor, por fazer parte da ligação Porto Alegre-Bento Gonçalves.

Segundo a Empresa Gaúcha de Rodovias (2017),

A ERS-122 também é conhecida como Rodovia Sinval Guazzelli, uma homenagem ao político que governou o estado em duas ocasiões – de 1975 a 1979, pela Arena, e em 1990, por 11 meses, durante o governo Simon.

Em razão da direção e do sentido que a rodovia percorre, a ERS-122 é considerada uma rodovia longitudinal. Seu traçado tem início na ERS-240, em São Sebastião da Caí, e termina na BR-116, nas imediações de Vacaria. Em seu traçado, a ERS-122 percorre os municípios de Bom Princípio, São Vendelino, Farroupilha, Caxias do Sul, Flores da Cunha, Antônio Prado e Ipê.

A ERS-122 tem extensão total de 168,65 quilômetros, dos quais a Empresa Gaúcha de Rodovias (EGR) administra cerca de 86,48 quilômetros e duas praças de pedágio, localizadas em Portão, no quilômetro 12,8 da rodovia, entre a RS-446 e a RS-240 e em Flores da Cunha, entre os quilômetros 81 e 127.

Para a escolha do trecho a ser avaliado dentro da rodovia, foram analisados os quilômetros de maior acidentalidade, com base nos dados do Comando Rodoviário da Brigada Militar (RIO GRANDE DO SUL, 2017d), entre 01/01/2016 e 01/04/2017. A tabela 19 traz os dados obtidos:

Tabela 20 – Quilômetros com maior número de acidentes na ERS-122

Quilômetros com maior número de acidentes					
km	Acidentes	Mortos	Feridos	Veículos Envolvidos	U.P.S.
61	39	0	20	94	79
26	30	0	10	61	63
59	20	0	11	44	65
60	18	0	2	42	34
45	17	0	6	22	26

(fonte: adaptado de RIO GRANDE DO SUL, 2017d)

Dentre os cinco quilômetros com maior número de acidentes, apenas o 26 está em trecho administrado pela Empresa Gaúcha de Rodovias, sendo então o escolhido como parte do trecho a ser avaliado. Outro fator levado em consideração nos índices de acidentalidade é a unidade padrão de severidade (U.P.S.), sendo este valor igual a 63 para o quilômetro 26. A fórmula 5 demonstra o método de cálculo do fator em questão (BERTAZZO, CARDOSO, SAUERESSIG, 2006 apud DNIT, 2007):

$$\text{U.P.S.} = \text{DM} + 5 * \text{F} + 13 * \text{VF} \quad (\text{fórmula 5})$$

Onde:

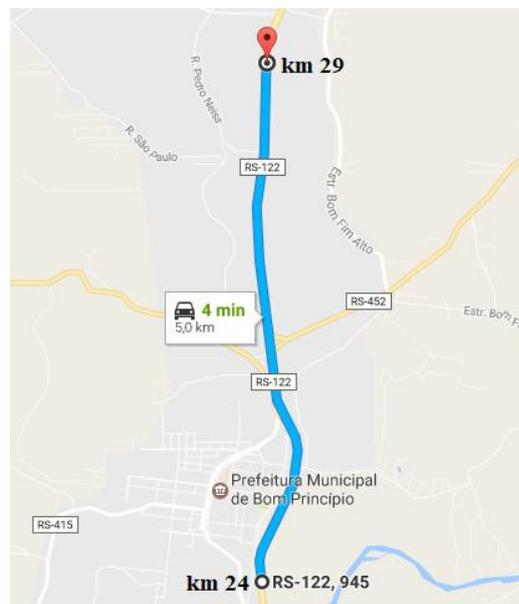
DM = acidentes com danos materiais;

F = acidentes com feridos;

VF = acidentes com vítimas fatais.

Como mencionado no item 4.2.1, os mais de 50 atributos da rodovia são registrados para cada trecho de 100 metros, resultando em mais de 500 itens a serem analisados por quilômetro. Tendo este número em vista, optou-se por realizar a análise de cinco quilômetros da rodovia, entre os quilômetros 24 e 29. A figura 29 ilustra o trecho avaliado:

Figura 29 – Trecho avaliado: km 24 ao 29



(fonte: *Google Maps*)

6.2.3 Levantamento do trecho

A parte a ser analisada está inteiramente disponível no *Google Street View*, com imagens captadas entre junho e julho de 2016. Iniciando na placa indicativa do quilômetro 24, foram feitas capturas de telas a cada 100 metros, como indica o protocolo do iRAP. A captura finaliza na placa indicativa do quilômetro 29, sendo registradas 51 imagens no total, dispostas no apêndice A. As figuras 30 e 31 indicam o início e fim do trecho avaliado:

Figura 30 – Captura de imagem do quilômetro 24,0



(fonte: *Google Street View*)

Figura 31 – Captura de imagem do quilômetro 29,0



(fonte: *Google Street View*)

Apesar de as imagens não serem registradas por uma instituição certificada pelo iRAP, elas são de alta qualidade e permitem a correta identificação de cada um dos atributos necessários. De posse das 51 imagens, o passo seguinte é o da codificação.

6.3 CODIFICAÇÃO

Em cada imagem são codificados os atributos especificados no item 4.2.2, conforme mostra a capacitação e seguindo o manual de codificação (iRAP, 2014^a). Em caso de haver duas situações para um mesmo atributo no trecho, o pior caso é registrado. A codificação é feita em uma planilha do *software Microsoft Office Excel*, no formato .csv, para posterior *upload* na plataforma ViDA.

O anexo A traz o modelo de planilha utilizado na codificação, com as devidas opções de escolha para cada atributo. Cada linha no modelo representa uma coluna na planilha real de codificação. As doze primeiras colunas trazem informações em forma de texto sobre o trecho, como nome do codificador, nome da imagem, ponto de referência, e especialmente, latitude e longitude. As colunas seguintes registram os atributos em si, sendo que cada um leva um número conforme a categoria escolhida. No atributo custos de melhoria, por exemplo, se o trecho é considerado como alto custo leva o número 3, médio custo leva o número 2 e baixo custo leva o número 1.

O apêndice B traz a planilha final de codificação, com suas 78 colunas e 51 linhas de dados. Esta é planilha que será utilizada pelo *software* ViDA para realizar a classificação por estrelas. A seguir serão apresentadas algumas seções de 100 metros com a devida codificação realizada em cada uma delas.

6.3.1 Codificação completa de uma seção

A figura 32 traz a captura do quilômetro 24,6. As primeiras colunas da planilha de codificação registram as informações iniciais, como a distância de 0,6 quilômetro do ponto de partida, a latitude de -29.4915993 e a longitude de -51.3513505, fornecidas pelo próprio *Google Street View* na barra de endereços do navegador.

A parte de codificação começa com a etiqueta da pista. No caso, trata-se da pista A de uma rodovia de pista dupla (a pista em sentido contrário é considerada a pista B), portanto, recebe o número 1 neste atributo. A construção de uma faixa adicional no trecho não geraria grandes custos, pois são exigidos trabalhos moderados de terraplanagem e não são afetadas edificações, por isso, trata-se de um trecho com baixo custo de melhoria, levando o número 1. Não há fluxo observado de motocicletas, bicicletas, pedestres atravessando a rodovia ou andando ao longo dela, desta forma, todos estes atributos levam o número 1.

Figura 32 – Quilômetro 24,6



(fonte: *Google Street View*)

O uso de solo no lado do motorista não é codificado, pois trata-se de uma rodovia de pista dupla, levando assim o número 5. Já o lado do passageiro trata-se de uma área não desenvolvida, levando o número 1. A área é considerada como rural, também levando o número 1. O limite de velocidade no trecho é o mesmo para automóveis, motocicletas e caminhões, de 80 km/h, sendo codificado com o número 11. Por não haver diferença no limite de velocidade entre caminhões e automóveis, o atributo diferencial de velocidade é codificado com o número 1.

O próximo atributo a ser codificado é o tipo de canteiro central. O trecho em análise dispõe de um canteiro central físico de largura entre um e cinco metros, sendo registrado com o número 6. Não há sonorizadores ao longo do eixo da pista e nem ao longo do acostamento, portanto esses atributos são codificados com o número 1.

O atributo severidade lateral registra o objeto mais próximo da margem da pista que seria atingido em caso de acidente. No lado do motorista há a presença de uma vala de drenagem a uma distância entre zero e um metro. Desta forma, são escolhidas as categorias 1 para distância do objeto e 8 para seu tipo. No lado do passageiro, há a presença de pequenas árvores e de um declive, que é a situação mais agressiva, registrada com o número 9. A distância do obstáculo é de um a cinco metros, levando então o número 2.

Os próximos atributos são os acostamentos no lado do motorista e do passageiro. No lado do passageiro o acostamento é estreito, menor que um metro, sendo assim da categoria 3. No lado do motorista, por sua vez, é considerado médio, com uma largura entre 1 e 2,4 metros, classificada com o número 2.

Como não há interseções no local, é escolhida a categoria 12 para o atributo tipo de interseção. A canalização de interseção é considerada como não presente, de número 1. O volume de tráfego na via transversal é da categoria 7, pois não há interseção. A qualidade da interseção é classificada como “não se aplica”, através do número 3.

Não há pontos de acesso comercial ou residencial no trecho, sendo tal atributo codificado com o número 4. Há duas faixas no sentido de tráfego, fazendo parte então da categoria 2. A largura da faixa é larga, maior que 3,25 metros, sendo registrada com o número 1. Quanto à curvatura, o trecho é classificado com o número 1, ou seja, reto ou ligeiramente curvo. A qualidade da curva leva o número 3, ou seja, não se aplica, visto que o trecho é reto.

Quanto à inclinação longitudinal, o trecho está na categoria 1, de 0% a 7,5%. A condição da rodovia é boa (categoria 1), não apresentando defeitos como buracos e deformações. A resistência ao deslizamento é adequada, também de categoria 1, pois não se observa seções lisas ou brilhantes na pista, nem pedriscos soltos ou desagregação. O delineamento, ou sinalização horizontal, é adequado (categoria 1). Não há iluminação pública no trecho, sendo o atributo codificado com o número 1.

Não há infraestrutura para travessia de pedestres no trecho (categoria 7), implicando na categoria 3 (não se aplica) para o atributo de qualidade da travessia. Também não há infraestrutura para travessia na via transversal (categoria 7), já que não há nenhuma interseção. Não presença de cercas ou outras estruturas que impeçam a travessia de pedestres, portanto o atributo de canalização de pedestres é codificado com o número 1.

O trecho não apresenta ações para gerenciamento de velocidade, como lombadas e chicanas, sendo, portanto, de categoria 1. Não há estacionamento de veículos em nenhum dos lados da rodovia, sendo tal atributo codificado com o número 1. Não há calçadas ou caminhos informais de pedestres, tanto no lado do motorista como do passageiro, sendo ambos atributos registrados com o número 5.

Não há rua lateral, portanto, trata-se da categoria 1. Não há infraestrutura específica para motocicletas (categoria 6) e nem para bicicletas (categoria 4). Não há obras viárias em andamento (categoria 1) e a distância de visibilidade é adequada (categoria 1). Como não há zona escolar no trecho, os atributos de advertência de zona escolar e presença de supervisor de travessia são classificados com os números 4 e 3, respectivamente.

Os próximos atributos, definidos por iRAP (2014a) são registrados após a codificação. Sendo eles discutidos nos próximos itens.

6.3.1.1 Fluxo de veículos (VDM)

Devido à impossibilidade de se obter valores atualizados de VDM com a EGR, empresa administradora da rodovia, adotou-se o último dado fornecido pelo DAER (2017c) para o trecho, referente a 2007. Foi então aplicado um fator de correção anual até 2016, para estimar o VDM no referido ano, seguindo o método de Da Silva (2017).

Foram registradas a frota e a população para cada ano, com informações do DAER (2017b) e FEE (2016a), respectivamente, para o cálculo do índice médio, de acordo com a fórmula 6.

$$IM = Frota/(População/100) \quad (\text{fórmula 6})$$

Onde:

IM = índice médio de veículos a cada 100 habitantes, no referido ano;

Frota = frota total de veículos, no referido ano;

População = população, no referido ano.

O passo seguinte foi então calcular o crescimento deste índice, dividindo cada um ano pelo ano anterior, até 2016. Por último, a taxa de crescimento encontrada foi aplicada ao VDM desde 2007, estimando-se um valor de 23.823 para o ano de 2016, conforme demonstra a tabela 20:

Tabela 21 – Estimativa anual do VDM

Ano	Frota (veíc.)	População (hab.)	IM (veíc./100 hab.)	Crescimento IM (%)	VDM
2007	3.855.215	10.844.476	35,55	0,00%	14.927
2008	4.138.550	10.906.958	37,94	6,73%	15.932
2009	4.417.646	10.965.071	40,29	6,18%	16.917
2010	4.709.614	11.019.030	42,74	6,09%	17.946
2011	5.031.931	11.069.861	45,46	6,35%	19.086
2012	5.736.302	11.118.261	51,59	13,50%	21.663
2013	5.721.904	11.164.043	51,25	-0,66%	21.520
2014	6.023.696	11.207.274	53,75	4,87%	22.568
2015	6.234.770	11.247.972	55,43	3,13%	23.274
2016	6.403.542	11.286.500	56,74	2,36%	23.823

(fonte: elaborado pelo autor)

Este método certamente não é perfeito, pois não leva em consideração a criação de nova infraestrutura ou a existência de diferentes polos geradores de tráfego ao longo dos anos. É, entretanto, a única forma possível de estimar o volume de tráfego para o ano de 2016, devido à falta de maiores informações.

6.3.1.2 Percentagem de motocicletas

Em 2007, o fluxo de motocicletas era de 5,8%, sendo este mesmo valor adotado para a codificação atual.

6.3.1.3 Fluxo de pedestres

Não foi considerada a presença de pedestres na avaliação, principalmente por ser uma região sem presença de áreas comerciais ou residenciais.

6.3.1.4 Fluxo de bicicletas

Não foi considerada a presença de bicicletas na avaliação, pelo mesmo motivo apresentado no item anterior.

6.3.1.5 Velocidade real praticada (85 percentil)

Como exposto no item 6.3.1.1, também houve impossibilidade de obtenção da velocidade 85 percentil. Foram então adotados valores de forma empírica, levando em consideração a presença de fiscalização eletrônica no trecho e um posto do Batalhão Rodoviário da Brigada Militar, o que teoricamente contribui para uma velocidade 85 percentil não muito acima da máxima permitida. Os valores escolhidos foram então de 90 km/h para o trecho com limite de 80 km/h e 65 km/h para o trecho de limite 60 km/h. A sensibilidade deste item ao alterar a classificação por estrelas será discutida nas considerações finais.

6.3.1.6 Velocidade real praticada (média)

Seguindo os mesmos parâmetros do item anterior, a velocidade média foi adotada como 80 km/h para o trecho com limite de 80 km/h, e 55 km/h para o trecho de limite 60 km/h (em frente ao posto de Polícia Rodoviária).

6.3.1.7 Vias que os veículos podem ler

É um atributo a ser utilizado futuramente, para avaliação da sinalização com relação a carros autônomos. Por enquanto é codificado com a categoria 2 – não cumpre com as especificações.

6.3.1.8 Metas de política de classificação por estrelas

A meta de classificação após as melhorias foi definida como quatro estrelas para todos os tipos de usuários.

6.3.2 Diferenças entre as seções

A figura 33, que representa o quilômetro 25,1, segue basicamente os mesmos itens de codificação do item 6.3.1. A principal diferença está na severidade lateral: em ambos os lados há a presença de defesa metálica ancorada no chão, que podem fazer um veículo “levantar voo” em caso de saída de pista, portanto é a categoria codificada para ambos lados (categoria 15).

Figura 33 – Quilômetro 25,1



(fonte: Google Street View)

A figura 34, por sua vez, registra a interseção da ERS-122 com a RS-452. Devido à faixa de conversão para acesso à segunda rodovia, há uma diminuição no canteiro central, que passa a ser considerado da categoria 7, entre zero e um metro. Há ainda a presença de faixa de convergência, dos motoristas que deixam a RS-452 e acessam a RS-122. Esta faixa é classificada como uma interseção do tipo 1, havendo canalização e com sinalização adequada.

Neste caso, a severidade lateral no lado do motorista e do passageiro são as bordas elevadas dos canteiros, que são codificadas pelo iRAP com as categorias 4 para distância (objeto a uma distância efetiva de 10 metros ou mais) e 17 para tipo do objeto (não há objetos a uma distância menor de 20 metros da rodovia).

Figura 34 – Quilômetro 26,3



(fonte: *Google Street View*)

Como último exemplo, a figura 35, referente ao quilômetro 28,3, apresenta uma interseção do tipo retorno. Esta, por sua vez, é classificada como um ponto formal de cruzamento do canteiro central, ou seja, encaixa-se na categoria 16, contando ainda com canalização e sinalização adequadas.

Figura 35 – Quilômetro 28,3



(fonte: *Google Street View*)

6.4 DADOS ECONÔMICOS

A correta inclusão dos dados econômicos faz-se necessária para o cálculo dos benefícios da implantação de melhorias. Os dados a serem inseridos no modelo são os seguintes:

- a) período de análise;
- b) PIB per capita;
- c) taxa de desconto;
- d) taxa de retorno mínima;
- e) valor de uma vida;
- f) valor de uma lesão grave;
- g) relação lesões graves/mortes;
- h) valor de qualificação;

O período de análise utilizado no projeto é o definido como padrão pelo iRAP: 20 anos. Isto significa que os benefícios em termos de mortes e lesões evitadas serão calculados para um horizonte de tempo deste tamanho.

O PIB per capita gaúcho, segundo a FEE (2016b), é de R\$ 31.927,00, em valores referentes ao ano de 2014. Com este valor, são calculados os valores de uma vida e de uma lesão grave, a

partir das fórmulas 1 e 2, respectivamente. O valor de uma vida fica definido em R\$ 2.234.890,00, enquanto o de uma lesão grave é estimado em R\$ 558.722,50.

A taxa de desconto é utilizada para calcular os valores presentes de benefício. O valor utilizado é de 12%, sendo o padrão adotado pelo iRAP. Dessa forma, a taxa de retorno mínima é definida em 0,12, como explicado no item 5.1.1.

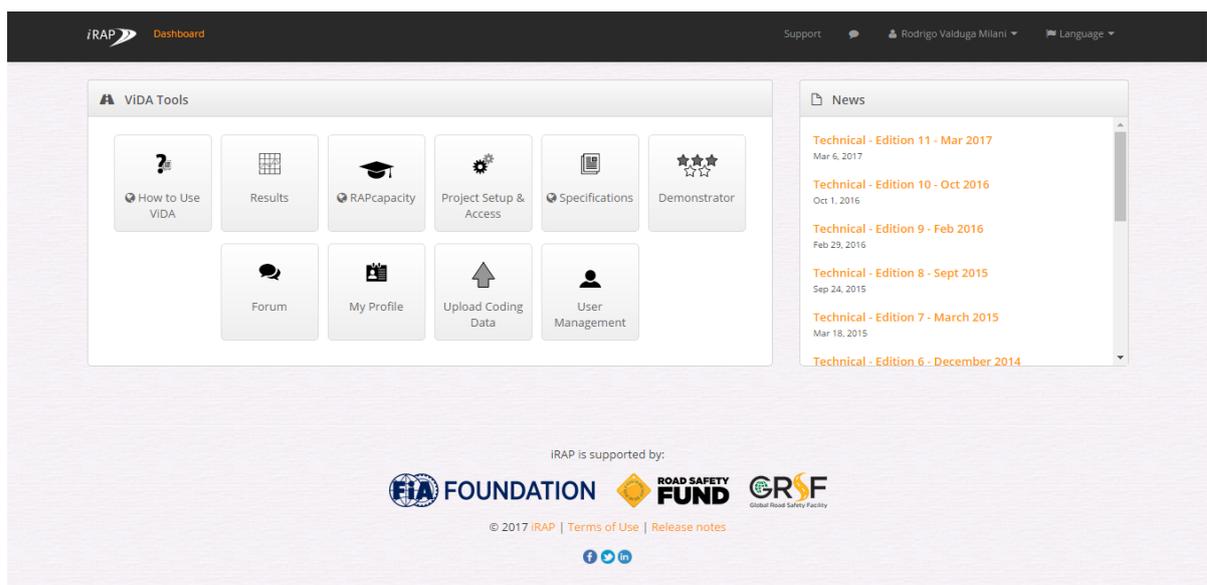
A relação lesões graves/mortes utilizada é de 10. Ou seja, há 10 ferimentos graves para cada morte ocorrida na rodovia (MCMAHON; DAHDAH, 2008).

O valor de qualificação trata da mínima relação benefício/custo, calculada pela fórmula 4, em que serão aceitas as contramedidas. O valor utilizado é de 1, padrão do iRAP.

6.5 UPLOAD DOS DADOS NA PLATAFORMA ViDA

Terminada a codificação e definidos os dados econômicos, chega o momento de inserir estes dados na plataforma ViDA. A figura 36 mostra a tela inicial da plataforma, após feito o *login* com usuário e senha.

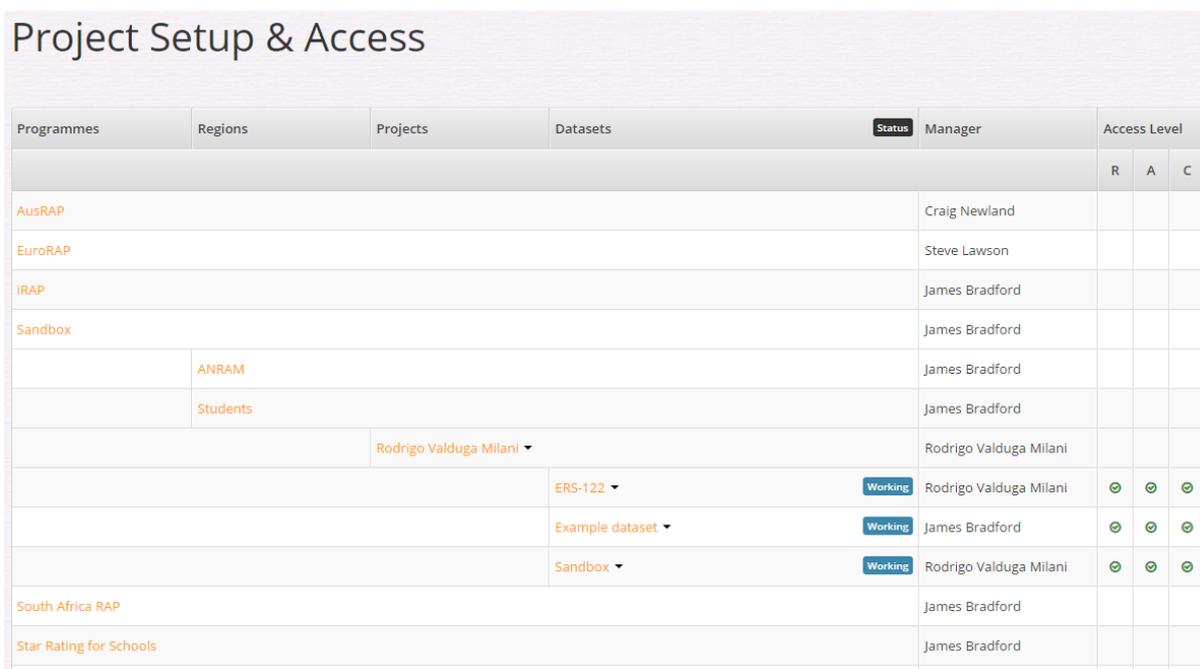
Figura 36 – Tela inicial da plataforma ViDA



(fonte: adaptado de ViDA)

A primeira coisa a ser feita é criar um novo projeto, através do item *Project Setup & Access*. A figura 37 ilustra as informações as informações contidas no item.

Figura 37 – Configurações de projeto e acesso



Programmes	Regions	Projects	Datasets	Status	Manager	Access Level		
						R	A	C
AusRAP					Craig Newland			
EuroRAP					Steve Lawson			
iRAP					James Bradford			
Sandbox					James Bradford			
	ANRAM				James Bradford			
	Students				James Bradford			
		Rodrigo Valduga Milani			Rodrigo Valduga Milani			
			ERS-122	Working	Rodrigo Valduga Milani	⊙	⊙	⊙
			Example dataset	Working	James Bradford	⊙	⊙	⊙
			Sandbox	Working	Rodrigo Valduga Milani	⊙	⊙	⊙
South Africa RAP					James Bradford			
Star Rating for Schools					James Bradford			

(fonte: adaptado de ViDA)

Nesta tela, são dispostos os diversos programas de avaliação RAP ao redor do mundo, sendo possível solicitar acesso ao conteúdo deles, visto que nem todos estão disponíveis ao público. Após a realização da capacitação explicada no item 6.1, o autor enviou e-mail a James Bradford, diretor global de produtos iRAP, solicitando acesso como criador de conteúdo. O acesso foi então concedido, abrindo o modo “caixa de areia” para estudantes da plataforma. Neste modo, podem ser realizadas análises completas de rodovias com seus respectivos planos de investimentos. Após a possibilidade de acesso como criador, foi então criado o projeto de nome ERS-122, como consta na figura 37.

Após a criação do projeto, retorna-se à tela inicial ilustrada na figura 36. Lá, é selecionada a opção *Upload coding data*, onde será feito o *upload* da planilha disposta no anexo C, no formato .csv. A figura 38 ilustra o processo.

Figura 38 – Upload dos dados de codificação

(fonte: adaptado de ViDA)

Nesta tela, é selecionado o projeto para qual destina-se a codificação. No caso, o projeto ERS-122. Na parte inferior da tela é então selecionado o arquivo com a codificação. Após o upload da codificação, a plataforma leva um certo tempo para processá-la, avisando o usuário quando o processo está concluído, conforme a figura 39.

Figura 39 – Conclusão do processamento da codificação

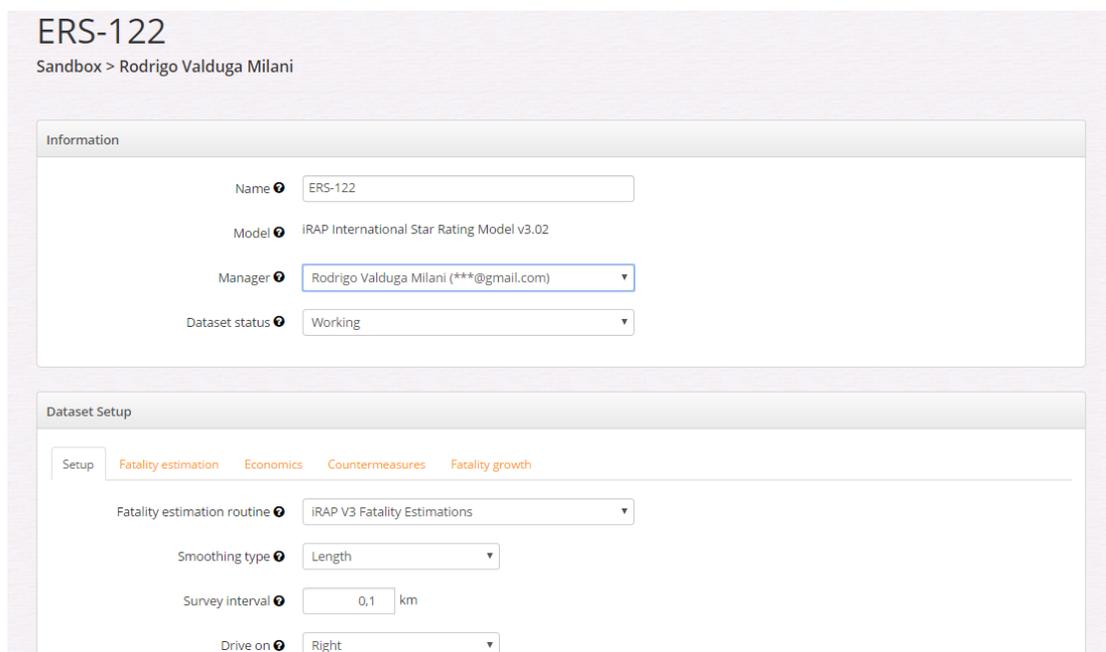
My data processing		
Dataset	Progress	Actions
ERS-122 Sandbox > Students > Rodrigo Valduga Milani	Processing complete. See your Activity Feed.	Remove
There are 1 datasets processing (for all users).		

(fonte: adaptado de ViDA)

Após esta data, devem ser definidos os dados gerais do projeto, bem como os dados econômicos. Para isto, retorna-se à tela mostrada na figura 37, e seleciona-se a opção de editar

o projeto, efetuando um simples clique em seu nome. Este processo leva à tela ilustrada na figura 40.

Figura 40 – Tela de edição do projeto



The screenshot shows a web interface for editing a project named 'ERS-122'. The user is identified as 'Rodrigo Valduga Milani'. The interface is divided into two main sections: 'Information' and 'Dataset Setup'. The 'Information' section includes fields for Name, Model, Manager, and Dataset status. The 'Dataset Setup' section has five tabs: 'Setup', 'Fatality estimation', 'Economics', 'Countermeasures', and 'Fatality growth'. The 'Setup' tab is currently active, showing fields for 'Fatality estimation routine', 'Smoothing type', 'Survey interval', and 'Drive on'.

(fonte: adaptado de ViDA)

Nesta tela são definidas as informações gerais do projeto, como nome e status atual, além das configurações do modelo. Estas configurações são compostas por cinco itens:

- a) configurações - *setup*;
- b) estimativa das fatalidades - *fatality estimation*;
- c) dados econômicos - *economics*;
- d) contramedidas - *countermeasures*;
- e) crescimento das fatalidades - *fatality growth*.

A seguir são explicadas em detalhe cada aba de configuração do projeto.

6.5.1 Configurações

Neste item é definido qual o intervalo do levantamento de dados (100 metros), o país onde está sendo avaliada a rodovia e qual o lado de condução, como mostra a figura 41.

Figura 41 - Configurações

The screenshot shows the 'Dataset Setup' window with the 'Fatality estimation' tab selected. The configuration options are as follows:

- Fatality estimation routine: iRAP V3 Fatality Estimations
- Smoothing type: Length
- Survey interval: 0,1 km
- Drive on: Right
- Country: Brazil
- Setup comments: (empty text area)

(fonte: adaptado de ViDA)

6.5.2 Estimativa das fatalidades

Este item permite definir os fatores de calibração para o número de mortes na rodovia. Em sua capacitação, o iRAP recomenda adotar de forma inicial todos os valores iguais a um, como mostra a figura 42.

Figura 42 – Estimativa das fatalidades

The screenshot shows the 'Dataset Setup' window with the 'Economics' tab selected. It displays the formula for fatality estimation and a table of calibration factors.

Fatality estimation = SRS * Calibration Factor * AADT Multiplier * (AADT ^ AADT Power)

Please note that whilst the concept of inheritance between projects and datasets has been removed, functionality to copy certain settings between datasets has been included in the new edit dataset view

	Vehicle occupant Calibration Factor	Motorcyclist Calibration Factor	Pedestrian Calibration Factor	Bicyclist Calibration Factor
Run-off LOC driver-side	1	1		1
Run-off LOC passenger-side	1	1		
Head-on LOC	1	1		
Head-on overtaking	1	1		
Intersection	1	1		1
Property access	1	1		
Along		1	1	1
Crossing intersected road			1	
Crossing inspected road			1	

(fonte: adaptado de ViDA)

6.5.3 Dados econômicos

Nesta parte são inseridos os dados econômicos do projeto, definidos segundo o item 6.4. A figura 43 mostra como é feita a inserção destes dados.

Figura 43 – Dados econômicos

The screenshot shows a web interface titled 'Dataset Setup' with a tabbed menu. The 'Economics' tab is active. The interface contains several input fields for economic data, each with a small circular icon to its left. Below some fields are red text links for calculation. The data entered in the fields is as follows:

Field	Value
Analysis period (years)	20
GDP per capita (current)	30407
Discount rate	12
Minimum attractive rate of return	0,12
Value of life multiplier	70
Value of life	2128490
Value of serious injury multiplier	0,25
Value of serious injury	532122,5
Serious injury to fatality ratio	10
Qualification criteria Qualification criteria	bcr
Qualification value Qualification value	>= 1

(fonte: adaptado de ViDA)

6.5.4 Contramedidas

Neste item são registrados os preços para implantação de cada contramedida listada, como mostra a figura 44. São 94 contramedidas possíveis, com seis categorias para cada uma, baixo, médio e alto custo de melhoria para zona rural e baixo, médio e alto custo de melhoria para zona urbana. É registrado também o tempo de serviço de cada melhoria.

Visto que a avaliação econômica não é o objetivo principal deste trabalho, os valores adotados para cada contramedida são os mesmos utilizados na avaliação iRAP realizada em São Paulo (iRAP, 2014b), apenas para servir como fonte de comparação. A lista completa com todas as contramedidas e seus valores pode ser encontrada no anexo B. Da mesma forma que ocorre com os dados de codificação, a planilha com os custos é salva no formato .csv e então é feito seu *upload* nesta página.

Cada contramedida tem uma série de chamados “gatilhos”, isto é, fatores de risco que justificam sua implantação. Após a avaliação dos “gatilhos”, as contramedidas possíveis de serem implementadas passam então pela avaliação de relação benefício/custo, para só então serem consideradas nos planos de investimentos.

Figura 44 – Contramedidas

The screenshot shows a web interface titled 'Dataset Setup' with several tabs: 'Setup', 'Fatality estimation', 'Economics', 'Countermeasures', and 'Fatality growth'. The 'Countermeasures' tab is active, displaying 'Countermeasure costs'. There are links for 'Review Countermeasure Triggers' and 'Countermeasure cost upload file requirements'. Below these are buttons for 'Upload costs' and 'Download costs'. A table lists various countermeasures with columns for 'Service Life', 'Rural / open area' (Low, Medium, High), 'Urban / rural town or village' (Low, Medium, High), 'Ignore', and 'Edit'.

Countermeasure	Service Life	Rural / open area			Urban / rural town or village			Ignore	Edit
		Low	Medium	High	Low	Medium	High		
Improve Delineation	3	27635	27635	29405	29405	29405	29405	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bicycle Lane (on-road)	20	138530	138530	142068	142068	142068	142068	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bicycle Lane (off-road)	20	583657	648507	778209	648507	648507	778209	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorcycle Lane (Painted logos only on-road)	5	55271	55271	58809	58809	58809	58809	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorcycle Lane (Construct on-road)	20	1939439	3232249	5171598	1939349	3232249	5171598	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorcycle Lane (Segregated)	20	2424186	4040311	6464497	2424186	4040311	6464497	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(fonte: adaptado de ViDA)

6.5.5 Crescimento das fatalidades

No último item de configuração do projeto deve ser inserido o fator de crescimento das fatalidades. O iRAP adota por padrão o valor 1, ou seja, sem crescimento das fatalidades. Este valor é o mesmo adotado no projeto da ERS-122.

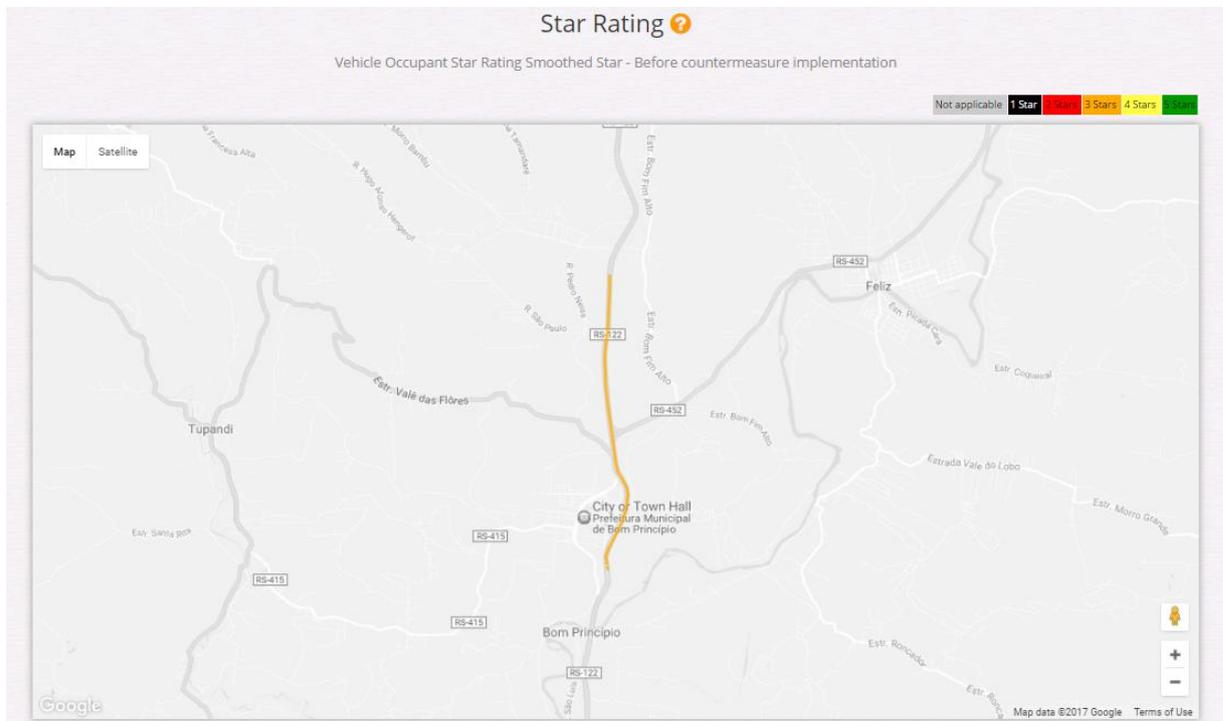
7. RESULTADOS

Os próximos itens descrevem a classificação por estrelas obtida para o trecho, bem como os investimentos propostos pelo iRAP.

7.1 CLASSIFICAÇÃO POR ESTRELAS – ANTES DA IMPLANTAÇÃO DAS CONTRAMEDIDAS

O trecho recebeu, em toda a sua extensão, a classificação de três estrelas (coloração laranja) para os ocupantes de veículos, como demonstra a figura 45. Na figura 46, é possível observar que a categoria motociclistas recebe classificação de duas estrelas, enquanto ciclistas e pedestres não são classificados por não terem sido registrados no trecho.

Figura 45 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos



(fonte: adaptado de ViDA)

Figura 46 – Classificação por estrelas em percentual do trecho

Star Ratings 

Smoothed Star Ratings - Before countermeasure implementation

Star Ratings By Distance

Star Ratings	Vehicle Occupant		Motorcyclist		Pedestrian		Bicyclist	
	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent
5 Stars	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
4 Stars	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
3 Stars	5.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
2 Stars	0.00	0.00%	5.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
1 Star	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Not applicable	0.00	0.00%	0.00	0.00%	5.10	100.00%	5.10	100.00%
Totals	5.10	100%	5.10	100%	5.10	100%	5.10	100%

(fonte: adaptado de ViDA)

Como já discutido anteriormente, a classificação de três estrelas é a mínima aceita internacionalmente em novos projetos de rodovias. Desta forma, pode-se afirmar que o trecho possui um nível de segurança razoável para os ocupantes de veículos e baixo para motociclistas. Como não foram registrados pedestres e ciclistas no trecho, não há classificação para estes usuários.

7.2 PLANO DE INVESTIMENTOS

Um dado essencial para a definição dos planos de investimento é a meta de classificação por estrelas a ser atingida após a implementação das melhorias. Neste caso, como todo o trecho recebeu uma avaliação de três estrelas, a meta foi definida em quatro estrelas para todas as categorias de usuários.

Com a meta de classificação definida, o iRAP faz a análise dos dados econômicos e valores das contramedidas dispostos nos itens 6.5.3 e 6.5.4, calculando quantas mortes e lesões graves podem ser evitadas nos próximos 20 anos se for colocado em prática o plano de investimentos. A figura 47 traz um resumo da avaliação econômica para o trecho em estudo.

Figura 47 – Plano de investimento proposto

Safer Roads Investment Plan 

Currency: R\$ BRL - Analysis Period: 20 years

Total FSI's Saved	Total PV of Safety Benefits	Estimated Cost	Cost per FSI saved	Program BCR
23	5,907,088	1,992,398	85,312	3

Countermeasure	Length / Sites	FSIs saved	PV of safety benefit	Estimated Cost	Cost per FSI saved	Program BCR
 Central median barrier (no duplication)	2.40 km	12	3,071,279	690,430	56,860	4
 Roadside barriers - passenger side	2.70 km	5	1,280,206	902,548	178,318	1
 Shoulder rumble strips	4.10 km	5	1,164,541	306,999	66,679	4
 Clear roadside hazards - passenger side	0.80 km	1	169,458	27,911	41,660	6
 Shoulder sealing driver side (>1m)	1.40 km	1	221,603	64,510	73,630	3
		23	5,907,088	1,992,398	85,312	3

(fonte: adaptado de ViDA)

O plano proposto pode evitar 23 mortes e lesões graves no trecho analisado, em um horizonte de 20 anos, com um benefício de R\$ 5.907.088,00 em valores presentes. O custo total da implantação das contramedidas é de R\$ 1.992.398,00, ou seja, R\$ 85.312,00 para cada morte ou lesão grave evitada. A relação benefício/custo, calculada com a fórmula 4, é igual a três, o que significa que cada real investido no trecho trará um benefício de três reais.

Em termos de maior eficiência na redução de mortes e lesões graves, a medida mais importante é a instalação de defensas no canteiro central, em uma extensão total de 2,4 km. Esta medida tem um potencial para evitar 12 mortes e lesões graves, a um custo total de R\$ 690.430,00. Em valores presentes, o benefício seria de R\$ 3.071.279,00, com um valor de relação benefício/custo igual a quatro.

A segunda contramedida proposta é a instalação de defensas no lado do passageiro, em uma extensão de 2,7 km, com potencial para evitar 5 mortes e lesões graves. O custo total de implantação seria de R\$ 902.548,00, ou R\$ 178.318,00 por morte e lesão grave evitada. Os benefícios em valores presentes seriam de R\$ 1.280.206,00, com uma relação benefício/custo igual a um.

A terceira contramedida é a aplicação de sonorizadores ao longo do eixo da pista e do acostamento, com um custo total de R\$ 306.999,00, e benefício de R\$ 1.164.541,00 ao evitar cinco mortes e lesões graves em 20 anos.

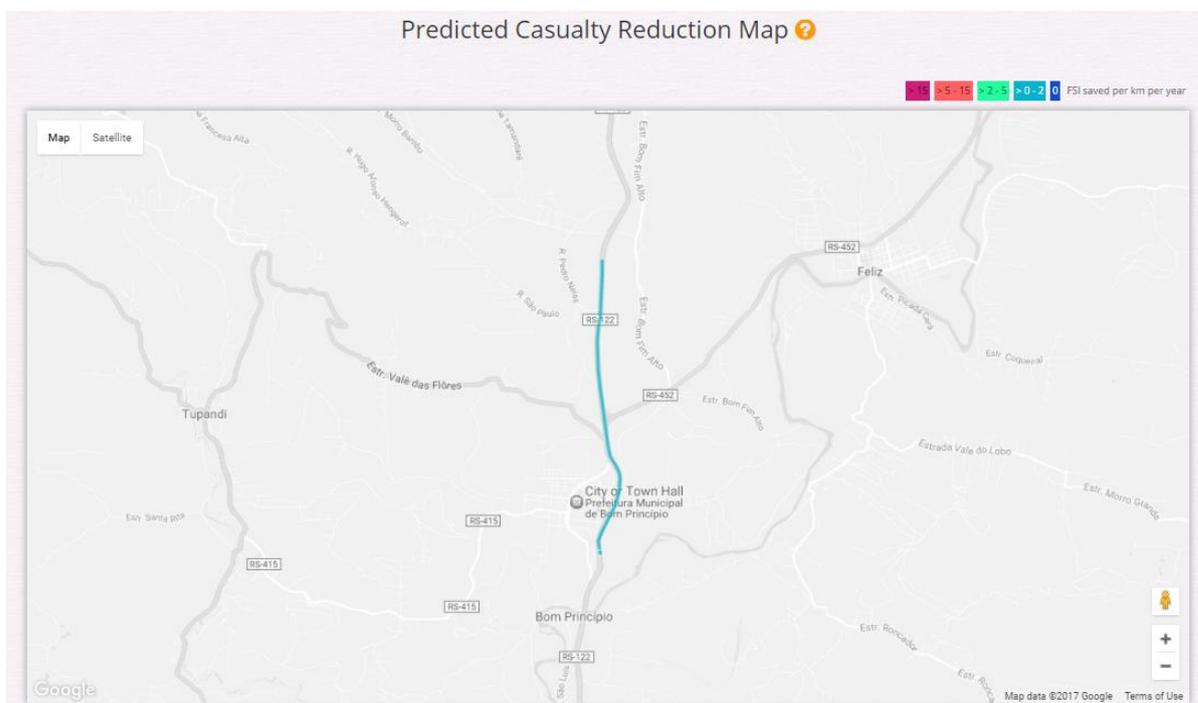
A medida proposta com maior relação benefício/custo, igual a seis, é a remoção de obstáculos no lado do passageiro, como árvores. O custo total de implantação seria de R\$ 41.660,00, com potencial para evitar uma morte ou lesão grave nos próximos 20 anos. O benefício seria de R\$ 169.458,00.

A última contramedida a ser listada é a ampliação de acostamento em 1,4 km, no lado do motorista, a um custo de R\$ 64.510,00. O benefício com a implantação desta medida seria de R\$ 221.603,00, gerando uma relação benefício/custo igual a três.

7.3 MAPA DE REDUÇÃO DAS VÍTIMAS

Como parte da avaliação da implantação das contramedidas, o iRAP gera um mapa com a redução prevista de vítimas caso adotado o plano de investimentos proposto, como mostrado anteriormente no item 5.2.3. Para o trecho em estudo, a redução prevista é de zero a duas vítimas graves ou fatais por quilômetro por ano, identificada pela cor azul claro na figura 48.

Figura 48 – Mapa de redução de vítimas

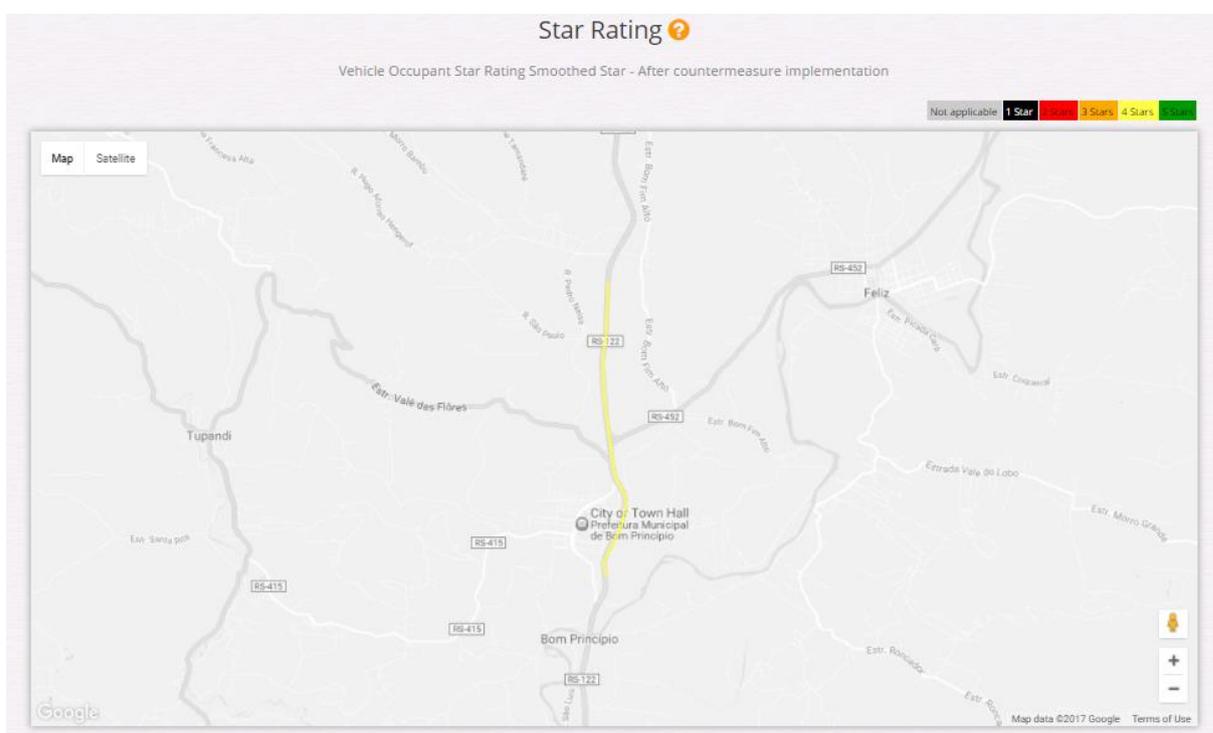


(fonte: adaptado de ViDA)

7.4 CLASSIFICAÇÃO POR ESTRELAS – APÓS A IMPLANTAÇÃO DAS CONTRAMEDIDAS

A última parte da análise feita pelo iRAP é a classificação da rodovia após a implementação das contramedidas. No caso em estudo, havendo a adoção completa do plano de investimento proposto, o trecho passaria a receber uma classificação de quatro estrelas para ocupantes de veículos, em toda a sua extensão, como mostra a figura 49. Esta classificação oferece um nível de segurança muito bom a esta categoria de usuários.

Figura 49 – Classificação por estrelas para ocupantes de veículos



(fonte: adaptado de ViDA)

Para a categoria motociclistas, a classificação passaria a ser de três estrelas em todo o trecho, o mínimo considerado como aceitável pelo iRAP. A figura 50 ilustra em porcentagens as novas classificações.

Figura 50 – Classificação por estrelas em percentual do trecho

Star Ratings ⓘ

Smoothed Star Ratings - After countermeasure implementation

Star Ratings By Distance

Star Ratings	Vehicle Occupant		Motorcyclist		Pedestrian		Bicyclist	
	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent	Length (kms)	Percent
5 Stars	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
4 Stars	5.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
3 Stars	0.00	0.00%	5.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
2 Stars	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
1 Star	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Not applicable	0.00	0.00%	0.00	0.00%	5.10	100.00%	5.10	100.00%
Totals	5.10	100%	5.10	100%	5.10	100%	5.10	100%

(fonte: adaptado de ViDA)

8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguir serão apresentadas as conclusões e considerações finais sobre o trabalho.

8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O RESULTADO OBTIDO

A classificação atual do trecho, de três estrelas para ocupantes de veículos, é a mínima recomendada pelo iRAP para novos projetos de rodovias ou renovações (iRAP, 2014b). Pode-se dizer que o trecho apresenta uma segurança razoável, visto a ausência de mortes em um período maior que um ano. Não há grandes problemas de geometria, sinalização e qualidade do revestimento, sendo que o principal ponto a ser melhorado é a proteção lateral da pista, para amenizar a gravidade e evitar acidentes do tipo saída de pista.

O plano de investimento proposto, com um valor total de R\$ 1.992.398,00 e relação benefício/custo igual a três, mostra-se eficiente na redução de vítimas, gerando grandes economias aos cofres públicos. Desta forma, sua implantação deve sim ser considerada pela Empresa Gaúcha de Rodovias, visto que pode elevar a segurança do trecho a quatro estrelas para os ocupantes de veículos, que são os principais usuários da rodovia.

8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO

A metodologia iRAP requer certo tempo para a realização de todo o treinamento online e familiarização com os conceitos. Vencida esta etapa, e após a codificação das primeiras imagens, o processo começa a ficar mais dinâmico, com a maior rapidez em classificar adequadamente cada atributo.

Uma equipe bem treinada e familiarizada com a classificação correta dos atributos pode facilmente codificar diversos quilômetros por dia, visto que os cinco quilômetros em estudo tomaram de quatro a cinco dias para serem codificados pelo autor. Por ser um trabalho repetitivo, é importante haver o controle de qualidade da codificação por pessoas externas à equipe, para evitar inconsistências que possam gerar erros na classificação.

Alguns pontos negativos a serem citados são a forma como alguns atributos são codificados. A primeira categoria para inclinação longitudinal da pista, por exemplo, é de 0 a 7,5%, o que pode ser considerado inadequado, visto que dentro deste intervalo já há grande diferença na dinâmica das velocidades e acelerações. Outro exemplo é a severidade lateral no caso da presença de uma borda elevada, que deve ser codificada como se não houvesse nenhum objeto a menos de 10 metros do veículo, devido à falta de correta categoria para o item.

O método demonstrou-se também bastante sensível a alterações em alguns itens da codificação. A adoção de uma velocidade 85 percentil de 100 km/h, ao invés dos 90 km/h utilizados, por exemplo, gera uma classificação de apenas duas estrelas para o trecho. Isto demonstra que este item é de suma importância na avaliação correta da rodovia e sua utilização de forma efetiva para a implantação de melhorias. A escolha dos 90 km/h e 65 km/h parece refletir de forma fiel à realidade as velocidades 85 percentil no trecho, dada a presença de fiscalização eletrônica e de um batalhão da polícia rodoviária no trecho.

De forma geral, a metodologia iRAP para avaliação de segurança viária traz bons resultados. O principal fator a favor de sua aplicação é a facilidade de uso, desde que por uma equipe devidamente capacitada e treinada. Não são exigidos dados de acidentes no processo, que é feito totalmente através da análise de imagens da rodovia e inserção de outros dados como velocidade e fluxo de veículos.

Como resposta à questão da pesquisa, pode-se afirmar que a metodologia traz sim uma avaliação confiável do trecho, a partir de imagens retiradas do *Google Street View*. A forma com que os resultados são dispostos é de fácil entendimento, tornando possível utilizá-los como fonte de informação para o público em geral. O plano de investimentos proposto também traz excelentes informações, apresentando a possibilidade de elevar os níveis de segurança do trecho através de contramedidas simples e economicamente eficientes.

8.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Trabalhos futuros podem estudar a aplicação da metodologia em trechos mais críticos em termos de níveis de acidentes, comparando-a com outros métodos de análise de segurança viária. Também pode ser estudada a produtividade de uma equipe na codificação de uma

rodovia, analisando a eficiência do método no que diz respeito à velocidade e qualidade de análise.

REFERÊNCIAS

- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim Informativo – Acidentes Brasil 2015**. Brasília: 2016, Disponível em: <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/BOLETINS%20VEICULOS%20IMPLEM/Boletim%20Informativo%20-%20Acidentes%20Brasil/Boletim%20Informativo%20-%20Acidentes%20Brasil%20-%202001%20-%202015.pdf>. Acesso em: jan. 2017.
- DA SILVA, L. R. G. **Avaliação da Eficácia das Políticas Públicas na Criticidade das Rodovias Federais da Paraíba**. Brasília, 2017.
- DATASUS - Ministério da Saúde. **Óbitos por Causas Externas – Brasil**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: jan. 2017.
- _____. **Óbitos por Causas Externas – Brasil – Informações Preliminares**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/pext10uf.def>. Acesso em: jan. 2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sugestões de Procedimentos Metodológicos para Definições de Locais para Instalação de Redutores Eletrônicos de Velocidade – VER**. 2007. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviarias/convenios-com-a-ufsc/convenio-242006-produto-complementar-3.pdf>. Acesso em: fev. 2017.
- EMPRESA GAÚCHA DE RODOVIAS. **ERS-122**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://www.egr.rs.gov.br/conteudo/1007/ers-122>. Acesso em: mai. 2017.
- EUROPEAN ROAD ASSESSMENT PROGRAMME. **Upgrading motorways in Slovakia: A before and after study improving iRAP Star Ratings and increasing safety using a Safer Roads Investment Plan**. Eslováquia, 2016. Disponível em: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/irap-public-read/www.irap.org/NDS.Upgrade.Re-assessment.Case.Study-2016.06.03.pdf>. Acesso em: fev. 2017.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Estimativas da população por faixa etária e sexo, 2001 a 2015 – Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2016a. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/20160912populacao-serie-historica-rs-sexo-fx-etaria.xls>. Acesso em: out. 2016.
- _____. **PIB dos municípios do RS em 2014: desempenho dos serviços contribuiu com os principais ganhos de participação**. Porto Alegre, 2016b. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/>. Acesso em: mai. 2017.
- INTERNATIONAL ROAD ASSESSMENT PROGRAMME. **Vaccines for Roads – Third Edition**. Londres, 2015a. Disponível em: http://downloads.irap.org/Vaccines_for_roads_3/Vaccines_for_Roads_3.pdf. Acesso em: dez. 2016.

_____. **iRAP Star Rating Policy Targets**. Londres, 2015b. Disponível em: <http://www.irap.org/en/about-irap-3/research-and-technical-papers?download=266:irap-star-rating-policy-targets-discussion-paper>. Acesso em: mar. 2017.

_____. **Manual de codificação do iRAP para classificação por estrelas e plano de investimento**. Londres, 2014a. Disponível em: http://downloads.irap.org/docs/RAP-SR-2-2_Star_Rating_coding_manual_Portuguese.pdf. Acesso em: out. 2016.

_____. **São Paulo Technical Report**. Londres, 2014b. Disponível em: <http://www.irap.net/en/about-irap-3/assessment-reports?download=209:irap-brazil-sao-paulo-technical-report-2014>. Acesso em: set. 2016.

_____. **Performance Tracking**. Londres, 2014c. Disponível em: <http://www.irap.net/en/about-irap-2/performance-tracking>. Acesso em: fev. 2017.

_____. **ViDA**. Disponível em: <https://vida.irap.org/pt-br/dashboard>. Acesso em: mai. 2017.

MCMAHON, K.; DAHDAH, S. **The True Cost of Road Crashes: valuing life and the cost of a serious injury**. Londres: International Road Assessment Programme, 2008.

RAPCAPACITY. **Courses**. Disponível em: <http://capacity.irap.org/training>. Acesso em: mar. 2017.

_____. **Star Rating and Investment Plans from inspection course**. 2017. Disponível em: <http://capacity.irap.org/lms/course/view.php?id=40>. Acesso em: abr. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Comando Rodoviário da Brigada Militar. **Relatório dos acidentes – Rodovias com maior índice (de 01/01/2016 a 31/12/2016)**. Porto Alegre, 2017c. Disponível em: https://www.brigadamilitar.rs.gov.br/site/estrutura/crbm/acidentes/rodovia_indice.asp. Acesso em: fev. 2017.

_____. **Relatório dos acidentes – km com maior índice (de 01/01/2016 a 01/04/2017)**. Porto Alegre, 2017d. Disponível em: https://www.brigadamilitar.rs.gov.br/site/estrutura/crbm/acidentes/km_indice.asp. Acesso em: mai. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Estadual de Trânsito. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2011**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27434/diagnostico-de-2011>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2012**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27437/diagnostico-de-2012>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2013**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27440/diagnostico-de-2013>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2014.** Porto Alegre, 2015a. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27441/diagnostico-de-2014>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Rio Grande do Sul rumo à meta da Década de Ação pela Segurança no Trânsito.** Porto Alegre, 2015b. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/37399/rio-grande-do-sul-rumo-a-meta-da-decada-de-acao-pela-seguranca-no-transito>. Acesso em: out. 2017.

_____. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2015.** Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/33739/diagnostico-de-2015>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Diagnóstico da Acidentalidade Fatal no Trânsito: 2016.** Porto Alegre, 2017a. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/39078/diagnostico-de-2016>. Acesso em: fev. 2017.

_____. **Frota em circulação no RS.** Porto Alegre, 2017b. Disponível em: http://www.detran.rs.gov.br/download/201703200857291_frota_do_rs.pdf. Acesso em: fev. 2017.

_____. **VDM – 2016 – EET/SPQ.** Porto Alegre, 2017c. Disponível em: <http://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201608/19163239-vdm-principal-2014-eet-spq.pdf>. Acesso em: mai. 2017.

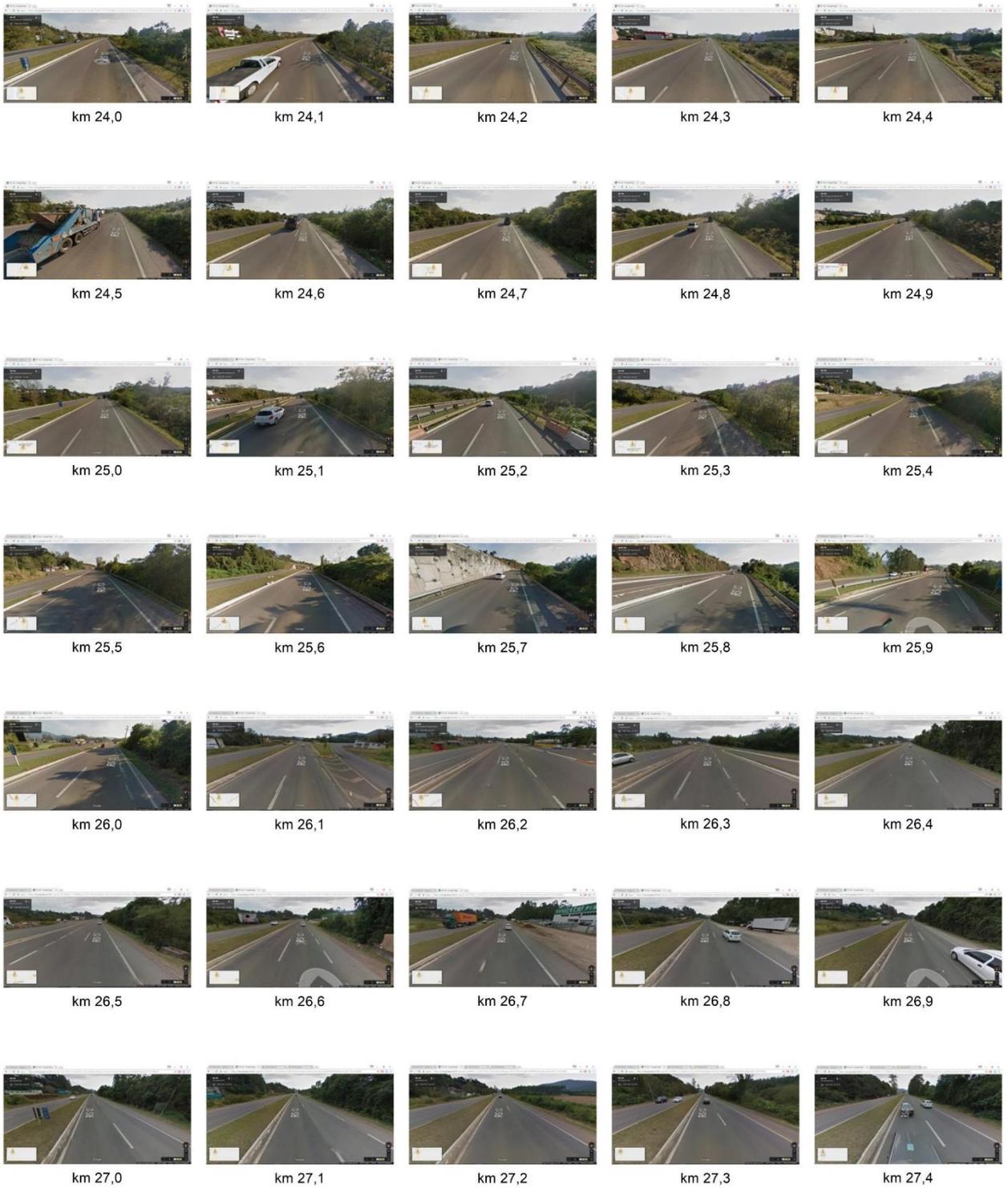
STACEY, S. **The strategic focus on the International Road Assessment Programme.** Leeds: European Road Infrastructure Congress, 2016.

VULCAN, P.; CORBEN, B. **Prediction of Australian Road Fatalities for the Year 2010.** Melbourne: Monash University Accident Research Centre (MUARC), 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Status Report on Road Safety 2015.** Genebra, 2015. Disponível em:

http://who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/. Acesso em: set. 2016.

APÊNDICE A – Imagens utilizadas para a análise





km 27,5



km 27,6



km 27,7



km 27,8



km 27,9



km 28,0



km 28,1



km 28,2



km 28,3



km 28,4



km 28,5



km 28,6



km 28,7



km 28,8



km 28,9



km 29,0

APÊNDICE B – Planilha final de codificação

ANEXO A – Modelo de planilha de codificação

iRAP V3 upload file specification

Col	Item ID	Item	Category	Cat ID	Item type	Optional / required	Notes
A	1	Coder name			NA text	Required	
B	2	Coding date			NA text	Required	
C	3	Road survey date			NA text	Required	
D	4	Image reference			NA text	Optional	leave blank if not used
E	5	Road Name			NA text	Required	
F	6	Section			NA text	Required	
G	7	Distance			NA text	Required	
H	8	Length			NA text	Required	
I	9	Latitude			NA text	Required	
J	10	Longitude			NA text	Required	
K	11	Landmark			NA text	Optional	leave blank if not used
L	12	Comments			NA text	Optional	leave blank if not used
M	13	Carriageway label	Carriageway A of a divided road Carriageway B of a divided road Undivided road Carriageway A of a motorcycle facility Carriageway B of a motorcycle facility	1 2 3 4 5	list	Required	
N	14	Upgrade cost	Low Medium High	1 2 3	list	Required	
O	15	Motorcycle observed flow	None 1 motorcycle observed 2 to 3 motorcycles observed 4 to 5 motorcycles observed 6 to 7 motorcycles observed 8+ motorcycles observed	1 2 3 4 5 6	list	Required	
P	16	Bicycle observed flow	None 1 bicycle observed 2 to 3 bicycles observed 4 to 5 bicycles observed 6 to 7 bicycles observed 8+ bicycles observed	1 2 3 4 5 6	list	Required	
Q	17	Pedestrian observed flow across the road	None 1 pedestrian crossing observed 2 to 3 pedestrians crossing observed 4 to 5 pedestrians crossing observed 6 to 7 pedestrians crossing observed 8+ pedestrians crossing observed	1 2 3 4 5 6	list	Required	
R	18	Pedestrian observed flow along the road driver-side	None 1 pedestrian along driver-side observed 2 to 3 pedestrians along driver-side observed 4 to 5 pedestrians along driver-side observed 6 to 7 pedestrians along driver-side observed 8+ pedestrians along driver-side observed	1 2 3 4 5 6	list	Required	Note this item is driver-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
S	19	Pedestrian observed flow along the road passenger-side	None 1 pedestrian along passenger-side observed 2 to 3 pedestrians along passenger-side observed 4 to 5 pedestrians along passenger-side observed 6 to 7 pedestrians along passenger-side observed 8+ pedestrians along passenger-side observed	1 2 3 4 5 6	list	Required	Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
T	20	Land use - driver-side	Undeveloped areas Farming and agricultural Residential Commercial Not Recorded Educational Industrial and manufacturing	1 2 3 4 5 6 7	list	Required	Note this item is driver-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
U	21	Land use - passenger-side	Undeveloped areas Farming and agricultural Residential Commercial Not Recorded Educational Industrial and manufacturing	1 2 3 4 5 6 7	list	Required	Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
V	22	Area type	Rural / open area Urban / rural town or village	1 2	list	Required	
W	23	Speed limit	<30km/h 35km/h 40km/h 45km/h 50km/h 55km/h 60km/h 65km/h 70km/h 75km/h 80km/h 85km/h 90km/h 95km/h 100km/h 105km/h 110km/h 115km/h 120km/h 125km/h 130km/h 135km/h 140km/h 145km/h ≥150km/h <24mph 25mph 30mph 35mph 40mph 45mph 50mph 55mph 60mph 65mph 70mph 75mph 80mph 85mph ≥90mph	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45	list	Required	
X	24	Motorcycle speed limit	<30km/h 35km/h 40km/h	1 2 3	list	Optional	

		45km/h	4		
		50km/h	5		
		55km/h	6		
		60km/h	7		
		65km/h	8		
		70km/h	9		
		75km/h	10		
		80km/h	11		
		85km/h	12		
		90km/h	13		
		95km/h	14		
		100km/h	15		
		105km/h	16		
		110km/h	17		
		115km/h	18		
		120km/h	19		
		125km/h	20		
		130km/h	21		
		135km/h	22		
		140km/h	23		
		145km/h	24		
		≥150km/h	25		
		<24mph	31		
		25mph	32		
		30mph	33		
		35mph	34		
		40mph	35		
		45mph	36		
		50mph	37		
		55mph	38		
		60mph	39		
		65mph	40		
		70mph	41		
		75mph	42		
		80mph	43		
		85mph	44		
		≥90mph	45		
Y	25	Truck speed limit	<30km/h	1 list	Optional
			35km/h	2	
			40km/h	3	
			45km/h	4	
			50km/h	5	
			55km/h	6	
			60km/h	7	
			65km/h	8	
			70km/h	9	
			75km/h	10	
			80km/h	11	
			85km/h	12	
			90km/h	13	
			95km/h	14	
			100km/h	15	
			105km/h	16	
			110km/h	17	
			115km/h	18	
			120km/h	19	
			125km/h	20	
			130km/h	21	
			135km/h	22	
			140km/h	23	
			145km/h	24	
			≥150km/h	25	
			<24mph	31	
			25mph	32	
			30mph	33	
			35mph	34	
			40mph	35	
			45mph	36	
			50mph	37	
			55mph	38	
			60mph	39	
			65mph	40	
			70mph	41	
			75mph	42	
			80mph	43	
			85mph	44	
			≥90mph	45	
Z	26	Differential speeds	Not present	1 list	Required
			Present	2	
AA	27	Median type	Safety barrier - metal	1 list	Required
			Safety barrier - concrete	2	
			Physical median width ≥ 20.0m	3	
			Physical median width ≥ 10.0m to < 20.0m	4	
			Physical median width ≥ 5.0m to < 10.0m	5	
			Physical median width ≥ 1.0m to < 5.0m	6	
			Physical median width ≥ 0m to < 1.0m	7	
			Continuous central turning lane	8	
			Flexipost	9	
			Central hatching (>1m)	10	
			Centre line	11	
			Safety barrier - motorcycle friendly	12	
			One way	13	
			Wide centre line (0.3m to 1m)	14	
			Safety barrier - wire rope	15	
AB	28	Centreline rumble strips code	Not present	1 list	Required
			Present	2	
AC	29	Roadside severity - driver-side distance	0 to <1m	1 list	Required
			1 to <5m	2	
			5 to <10m	3	
			≥ 10m	4	Note this item is driver-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
AD	30	Roadside severity - driver-side object	Safety barrier - metal	1 list	Required
			Safety barrier - concrete	2	
			Safety barrier - motorcycle friendly	3	
			Safety barrier - wire rope	4	
			Aggressive vertical face	5	
			Upwards slope - (15° to 75°)	6	
			Upwards slope - (≈ 75°)	7	
			Deep drainage ditch	8	
			Downwards slope (> -15°)	9	
			Cliff	10	
			Tree ≥ 10cm	11	
			Sign, post or pole ≥ 10cm	12	

		Non-frangible structure/bridge or building	13		
		Frangible structure or building	14		
		Unprotected safety barrier end	15		
		Large boulders $\geq 20\text{cm}$ high	16		
		No object	17		
AE	31	Roadside severity - passenger-side distance	0 to <1m 1 to <5m 5 to <10m $\geq 10\text{m}$	1 list 2 3 4	Required Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
AF	32	Roadside severity - passenger-side object	Safety barrier - metal Safety barrier - concrete Safety barrier - motorcycle friendly Safety barrier - wire rope Aggressive vertical face Upwards slope - (15° to 75°) Upwards slope - ($\geq 75^\circ$) Deep drainage ditch Downwards slope ($> -15^\circ$) Cliff Tree $\geq 10\text{cm}$ Sign, post or pole $\geq 10\text{cm}$ Non-frangible structure/bridge or building Frangible structure or building Unprotected safety barrier end Large boulders $\geq 20\text{cm}$ high No object	1 list 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	Required Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
AG	33	Shoulder rumble strips	Not present Present	1 list 2	Required
AH	34	Paved shoulder - driver-side	Wide ($\geq 2.4\text{m}$) Medium ($\geq 1.0\text{m}$ to $< 2.4\text{m}$) Narrow ($\geq 0\text{m}$ to $< 1.0\text{m}$) None	1 list 2 3 4	Required Note this item is driver-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
AI	35	Paved shoulder - passenger-side	Wide ($\geq 2.4\text{m}$) Medium ($\geq 1.0\text{m}$ to $< 2.4\text{m}$) Narrow ($\geq 0\text{m}$ to $< 1.0\text{m}$) None	1 list 2 3 4	Required Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
AJ	36	Intersection type	Merge lane Roundabout 3-leg unsignalised with protected turn lane 3-leg unsignalised with no protected turn lane 3-leg signalised with protected turn lane 3-leg signalised with no protected turn lane 4-leg unsignalised with protected turn lane 4-leg unsignalised with no protected turn lane 4-leg signalised with protected turn lane 4-leg signalised with no protected turn lane Do not use this code None Railway Crossing - passive (signs only) Railway Crossing - active (flashing lights / boom gates) Median crossing point - informal Median crossing point - formal Mini roundabout	1 list 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	Required
AK	37	Intersection channelisation	Not present Present	1 list 2	Required
AL	38	Intersecting road volume	$\geq 15,000$ vehicles 10,000 to 15,000 vehicles 5,000 to 10,000 vehicles 1,000 to 5,000 vehicles 100 to 1,000 vehicles 1 to 100 vehicles Not applicable	1 list 2 3 4 5 6 7	Required
AM	39	Intersection quality	Adequate Poor Not applicable	1 list 2 3	Required
AN	40	Properly access points	Commercial Access 1+ Residential Access 3+ Residential Access 1 or 2 None	1 list 2 3 4	Required
AO	41	Number of lanes	One Two Three Four or more Two and one Three and two	1 list 2 3 4 5 6	Required
AP	42	Lane width	Wide ($\geq 3.25\text{m}$) Medium ($\geq 2.75\text{m}$ to $< 3.25\text{m}$) Narrow ($\geq 0\text{m}$ to $< 2.75\text{m}$)	1 list 2 3	Required
AQ	43	Curvature	Straight or gently curving Moderate Sharp Very sharp	1 list 2 3 4	Required
AR	44	Quality of curve	Adequate Poor Not applicable	1 list 2 3	Required
AS	45	Grade	$\geq 0\%$ to $< 7.5\%$ $\geq 7.5\%$ to $< 10\%$ $\geq 10\%$	1 list 4 5	Required
AT	46	Road condition	Good Medium Poor	1 list 2 3	Required
AU	47	Skidding resistance	Sealed - adequate Sealed - medium Sealed - poor Unsealed - adequate Unsealed - poor	1 list 2 3 4 5	Required
AV	48	Delineation	Adequate Poor	1 list 2	Required
AW	49	Street lighting	Not present Present	1 list 2	Required
AX	50	Pedestrian crossing - inspected road	Grade separated facility Signalised with refuge Signalised without refuge Unsignalised marked crossing with refuge Unsignalised marked crossing without a refuge Refuge only No facility	1 list 2 3 4 5 6 7	Required
AY	51	Pedestrian crossing quality	Adequate Poor Not applicable	1 list 2 3	Required
AZ	52	Pedestrian crossing facilities - side road	Grade separated facility Signalised with refuge	1 list 2	Required

		Signalised without refuge	3		
		Unsignalised marked crossing with refuge	4		
		Unsignalised marked crossing without a refuge	5		
		Refuge only	6		
		No facility	7		
BA	53 Pedestrian fencing	Not present	1 list	Required	
		Present	2		
BB	54 Speed management / traffic calming	Not present	1 list	Required	
		Present	2		
BC	55 Vehicle parking	None	1 list		
		One side	2		
		Two sides	3		
BD	56 Sidewalk - driver-side	Physical barrier	1 list	Required	Note this item is driver-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
		Non-physical separation $\geq 3.0m$	2		
		Non-physical separation 1.0m to $<3.0m$	3		
		Non-physical separation 0m to $<1.0m$	4		
		None	5		
		Informal path $\geq 1.0m$	6		
		Informal path 0m to $<1.0m$	7		
BE	57 Sidewalk - passenger-side	Physical barrier	1 list	Required	Note this item is passenger-side: The coding data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
		Non-physical separation $\geq 3.0m$	2		
		Non-physical separation 1.0m to $<3.0m$	3		
		Non-physical separation 0m to $<1.0m$	4		
		None	5		
		Informal path $\geq 1.0m$	6		
		Informal path 0m to $<1.0m$	7		
BF	58 Service road	Not present	1 list	Required	
		Present	2		
BG	59 Motorcycle facilities	Exclusive one way motorcycle path with barrier	1 list	Required	
		Exclusive one way motorcycle path without barrier	2		
		Exclusive two way motorcycle path with barrier	3		
		Exclusive two way motorcycle path without barrier	4		
		Inclusive motorcycle lane on roadway	5		
		None	6		
BH	60 Bicycle facility	Off-road path with barrier	1 list	Required	
		Off-road path	2		
		On-road lane	3		
		None	4		
		Extra wide outside ($\geq 4.2m$)	5		
		Signed shared roadway	6		
		Shared use path	7		
BI	61 Roadworks	No road works	1 list	Required	
		Minor road works in progress	2		
		Major road works in progress	3		
BJ	62 Sight distance	Adequate	1 list	Required	
		Poor	2		
BK	63 Vehicle flow (AADT)	NA	NA text	Required	this item is typically added after coding
BL	64 Motorcycle %	Not recorded	1 list	Required	this item is typically added after coding
		0%	2		
		1% - 5%	3		
		6% - 10%	4		
		11% - 20%	5		
		21% - 40%	6		
		41% - 60%	7		
		61% - 80%	8		
		81% - 99%	9		
		100%	10		
BM	65 Pedestrian peak hour flow across the road	0	1 list	Required	this item is typically added after coding
		1 to 5	2		
		6 to 25	3		
		26 to 50	4		
		51 to 100	5		
		101 to 200	6		
		201 to 300	7		
		301 to 400	8		
		401 to 500	9		
		501 to 900	10		
		900+	11		
BN	66 Pedestrian peak hour flow along the road driver-side	0	1 list	Required	this item is typically added after coding Note this item is driver-side: The data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
		1 to 5	2		
		6 to 25	3		
		26 to 50	4		
		51 to 100	5		
		101 to 200	6		
		201 to 300	7		
		301 to 400	8		
		401 to 500	9		
		501 to 900	10		
		900+	11		
BO	67 Pedestrian peak hour flow along the road passenger-side	0	1 list	Required	this item is typically added after coding Note this item is passenger-side: The data will have to be arranged based on which side of the road is driven on
		1 to 5	2		
		6 to 25	3		
		26 to 50	4		
		51 to 100	5		
		101 to 200	6		
		201 to 300	7		
		301 to 400	8		
		401 to 500	9		
		501 to 900	10		
		900+	11		
BP	68 Bicycle peak hour flow	none	1 list	Required	this item is typically added after coding
		1 to 5	2		
		6 to 25	3		
		26 to 50	4		
		51 to 100	5		
		101 to 200	6		
		201 to 300	7		
		301 to 400	8		
		401 to 500	9		
		501 to 900	10		
		900+	11		
BQ	69 Operating Speed (85th percentile)	$<30km/h$	1 list	Required	this item is typically added after coding
		35km/h	2		
		40km/h	3		
		45km/h	4		
		50km/h	5		
		55km/h	6		
		60km/h	7		
		65km/h	8		
		70km/h	9		
		75km/h	10		
		80km/h	11		

		85km/h	12		
		90km/h	13		
		95km/h	14		
		100km/h	15		
		105km/h	16		
		110km/h	17		
		115km/h	18		
		120km/h	19		
		125km/h	20		
		130km/h	21		
		135km/h	22		
		140km/h	23		
		145km/h	24		
		≥150km/h	25		
		<24mph	31		
		25mph	32		
		30mph	33		
		35mph	34		
		40mph	35		
		45mph	36		
		50mph	37		
		55mph	38		
		60mph	39		
		65mph	40		
		70mph	41		
		75mph	42		
		80mph	43		
		85mph	44		
		≥90mph	45		
BR	70 Operating Speed (mean)	<30km/h	1 list	Required	this item is typically added after coding
		35km/h	2		
		40km/h	3		
		45km/h	4		
		50km/h	5		
		55km/h	6		
		60km/h	7		
		65km/h	8		
		70km/h	9		
		75km/h	10		
		80km/h	11		
		85km/h	12		
		90km/h	13		
		95km/h	14		
		100km/h	15		
		105km/h	16		
		110km/h	17		
		115km/h	18		
		120km/h	19		
		125km/h	20		
		130km/h	21		
		135km/h	22		
		140km/h	23		
		145km/h	24		
		≥150km/h	25		
		<24mph	31		
		25mph	32		
		30mph	33		
		35mph	34		
		40mph	35		
		45mph	36		
		50mph	37		
		55mph	38		
		60mph	39		
		65mph	40		
		70mph	41		
		75mph	42		
		80mph	43		
		85mph	44		
		≥90mph	45		
BS	71 Roads that cars can read	Meets specification	1 list	Optional	leave blank if not used
		Does not meet specification	2		
BT	72 Car Star Rating Policy Target	1 Star	1 list	Optional	leave blank if not used
		2 Star	2		
		3 Star	3		
		4 Star	4		
		5 Star	5		
		Not applicable	6		
BU	73 Motorcycle Star Rating Policy Target	1 Star	1 list	Optional	leave blank if not used
		2 Star	2		
		3 Star	3		
		4 Star	4		
		5 Star	5		
		Not applicable	6		
BV	74 Pedestrian Star Rating Policy Target	1 Star	1 list	Optional	leave blank if not used
		2 Star	2		
		3 Star	3		
		4 Star	4		
		5 Star	5		
		Not applicable	6		
BW	75 Bicycle Star Rating Policy Target	1 Star	1 list	Optional	leave blank if not used
		2 Star	2		
		3 Star	3		
		4 Star	4		
		5 Star	5		
		Not applicable	6		
BX	76 Annual Fatality Growth Multiplier		number	Required	Default value is 1

ANEXO B – Custos das contramedidas

Name	Unit of Cost	Service Life	Rural-Low Upgrade Cost	Rural-Medium Upgrade Cost	Rural-High Upgrade Cost	Urban-Low Upgrade Cost	Urban-Medium Upgrade Cost	Urban-High Upgrade Cost
Improve Delineation	lane km	3	R\$ 27.635,00	R\$ 27.635,00	R\$ 29.405,00	R\$ 29.405,00	R\$ 29.405,00	R\$ 29.405,00
Bicycle Lane (on-road)	per km	20	R\$ 138.530,00	R\$ 138.530,00	R\$ 142.068,00	R\$ 142.068,00	R\$ 142.068,00	R\$ 142.068,00
Bicycle Lane (off-road)	per km	20	R\$ 583.657,00	R\$ 648.507,00	R\$ 778.209,00	R\$ 648.507,00	R\$ 648.507,00	R\$ 778.209,00
Motorcycle Lane (Painted logos only on-road)	per km	5	R\$ 55.271,00	R\$ 55.271,00	R\$ 58.809,00	R\$ 58.809,00	R\$ 58.809,00	R\$ 58.809,00
Motorcycle Lane (Construct on-road)	per km	20	R\$ 1.939.439,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00
Motorcycle Lane (Segregated)	per km	20	R\$ 2.424.186,00	R\$ 4.040.311,00	R\$ 6.464.497,00	R\$ 2.424.186,00	R\$ 4.040.311,00	R\$ 6.464.497,00
Horizontal Realignment	lane km	20	R\$ 1.633.136,00	R\$ 3.266.272,00	R\$ 4.355.030,00	R\$ 1.633.136,00	R\$ 3.266.272,00	R\$ 4.355.030,00
Improve curve delineation	per carriageway km	3	R\$ 49.213,00	R\$ 49.213,00	R\$ 50.982,00	R\$ 50.982,00	R\$ 50.982,00	R\$ 50.982,00
Lane widening (up to 0.5m)	lane km	10	R\$ 484.837,00	R\$ 808.062,00	R\$ 1.292.899,00	R\$ 484.837,00	R\$ 808.062,00	R\$ 1.292.899,00
Lane widening (>0.5m)	lane km	10	R\$ 969.675,00	R\$ 1.616.124,00	R\$ 2.585.799,00	R\$ 969.675,00	R\$ 1.616.124,00	R\$ 2.585.799,00
Protected turn lane (unsignalised 3 leg)	intersection	10	R\$ 680.473,00	R\$ 680.473,00	R\$ 816.568,00	R\$ 748.521,00	R\$ 884.615,00	R\$ 952.663,00
Protected turn lane (unsignalised 4 leg)	intersection	10	R\$ 680.473,00	R\$ 680.473,00	R\$ 816.568,00	R\$ 748.521,00	R\$ 884.615,00	R\$ 952.663,00
Delineation and signing (intersection)	intersection	3	R\$ 32.618,00	R\$ 32.618,00	R\$ 34.334,00	R\$ 32.618,00	R\$ 32.618,00	R\$ 34.334,00
Protected turn provision at existing signalised site (3-leg)	intersection	10	R\$ 816.568,00	R\$ 816.568,00	R\$ 966.272,00	R\$ 898.225,00	R\$ 1.034.320,00	R\$ 1.115.976,00
Protected turn provision at existing signalised site (4-leg)	intersection	10	R\$ 816.568,00	R\$ 816.568,00	R\$ 966.272,00	R\$ 898.225,00	R\$ 1.034.320,00	R\$ 1.115.976,00
Signalise intersection (3-leg)	intersection	10	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 217.751,00	R\$ 217.751,00	R\$ 217.751,00	R\$ 231.361,00
Signalise intersection (4-leg)	intersection	20	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00	R\$ 258.580,00	R\$ 258.580,00	R\$ 258.580,00	R\$ 272.189,00
Grade separation	intersection	50	R\$ 27.218.935,00	R\$ 27.218.935,00	R\$ 27.218.935,00	R\$ 27.218.935,00	R\$ 27.218.935,00	R\$ 27.218.935,00
Rail crossing upgrade	unit	20	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00	R\$ 244.970,00
Roundabout	intersection	20	R\$ 4.463.905,00	R\$ 5.579.882,00	R\$ 7.253.846,00	R\$ 4.463.905,00	R\$ 5.579.882,00	R\$ 7.253.846,00
Central hatching	per km	10	R\$ 103.040,00	R\$ 103.040,00	R\$ 105.694,00	R\$ 105.694,00	R\$ 105.694,00	R\$ 108.348,00
Centreline flexi-post	per km	10	R\$ 28.308,00	R\$ 28.485,00	R\$ 28.743,00	R\$ 27.954,00	R\$ 28.308,00	R\$ 28.743,00
Central turning lane full length	per km	10	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00
Central median barrier (no duplication)	per km	10	R\$ 435.227,00	R\$ 435.227,00	R\$ 456.989,00	R\$ 435.227,00	R\$ 435.227,00	R\$ 456.989,00
Duplication with median barrier	per carriageway km	20	R\$ 4.416.715,00	R\$ 7.144.035,00	R\$ 11.241.420,00	R\$ 4.416.715,00	R\$ 7.144.035,00	R\$ 11.241.420,00
Duplicate - <1m median	per carriageway km	20	R\$ 3.674.556,00	R\$ 6.124.260,00	R\$ 9.798.817,00	R\$ 3.674.556,00	R\$ 6.124.260,00	R\$ 9.798.817,00
Duplicate - 1-5 m median	per carriageway km	20	R\$ 3.878.698,00	R\$ 6.464.497,00	R\$ 10.343.195,00	R\$ 3.878.698,00	R\$ 6.464.497,00	R\$ 10.343.195,00
Duplicate - 5-10m median	per carriageway km	20	R\$ 4.082.840,00	R\$ 6.804.734,00	R\$ 10.887.574,00	R\$ 4.082.840,00	R\$ 6.804.734,00	R\$ 10.887.574,00
Duplicate - 10-20m median	per carriageway km	20	R\$ 4.082.840,00	R\$ 6.804.734,00	R\$ 10.887.574,00	R\$ 4.082.840,00	R\$ 6.804.734,00	R\$ 10.887.574,00
Duplicate - >20m median	per carriageway km	20	R\$ 4.899.408,00	R\$ 8.165.680,00	R\$ 13.065.089,00	R\$ 4.899.408,00	R\$ 8.165.680,00	R\$ 13.065.089,00
Service road	per km	20	R\$ 1.428.994,00	R\$ 1.905.325,00	R\$ 2.857.988,00	R\$ 1.428.994,00	R\$ 1.905.325,00	R\$ 2.857.988,00
Additional lane (2 + 1 road with barrier)	per km	20	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00
Implement one way network	per carriageway km	20	R\$ 653.254,00	R\$ 653.254,00	R\$ 653.254,00	R\$ 653.254,00	R\$ 789.349,00	R\$ 925.444,00
Upgrade pedestrian facility quality	unit	10	R\$ 65.235,00	R\$ 65.235,00	R\$ 68.667,00	R\$ 65.235,00	R\$ 65.235,00	R\$ 68.667,00
Refuge Island	unit	10	R\$ 16.951,00	R\$ 16.951,00	R\$ 17.553,00	R\$ 16.951,00	R\$ 16.951,00	R\$ 17.553,00
Unsignalised crossing	unit	10	R\$ 12.526,00	R\$ 12.526,00	R\$ 13.128,00	R\$ 12.526,00	R\$ 12.526,00	R\$ 13.128,00
Signalised crossing	unit	20	R\$ 136.095,00	R\$ 136.095,00	R\$ 149.704,00	R\$ 149.704,00	R\$ 149.704,00	R\$ 163.314,00
Grade separated pedestrian facility	unit	50	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.769.231,00	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.769.231,00	R\$ 1.946.154,00
Road surface rehabilitation	lane km	10	R\$ 585.207,00	R\$ 612.426,00	R\$ 680.473,00	R\$ 585.207,00	R\$ 612.426,00	R\$ 680.473,00
Clear roadside hazards - passenger side	per linear km	20	R\$ 34.889,00	R\$ 39.250,00	R\$ 43.612,00	R\$ 34.889,00	R\$ 39.250,00	R\$ 43.612,00
Clear roadside hazards - driver side	per linear km	20	R\$ 34.889,00	R\$ 39.250,00	R\$ 43.612,00	R\$ 34.889,00	R\$ 39.250,00	R\$ 43.612,00
Sideslope improvement - passenger side	per linear km	20	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 598.817,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 598.817,00
Sideslope improvement - driver side	per linear km	20	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 598.817,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 598.817,00
Roadside barriers - passenger side	per linear km	20	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00
Roadside barriers - driver side	per linear km	20	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00
Shoulder sealing passenger side (<1m)	per linear km	20	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 224.556,00	R\$ 244.970,00
Shoulder sealing passenger side (>1m)	per linear km	20	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 336.834,00	R\$ 367.456,00
Restrict/combine direct access points	per km	10	R\$ 68.047,00	R\$ 68.047,00	R\$ 68.047,00	R\$ 136.095,00	R\$ 136.095,00	R\$ 163.314,00
Footpath provision passenger side (adjacent to road)	per linear km	20	R\$ 283.077,00	R\$ 339.692,00	R\$ 396.308,00	R\$ 283.077,00	R\$ 339.692,00	R\$ 396.308,00
Footpath provision passenger side (>3m from road)	per linear km	20	R\$ 311.385,00	R\$ 339.692,00	R\$ 368.000,00	R\$ 311.385,00	R\$ 339.692,00	R\$ 368.000,00
Speed management reviews	per carriageway km	5	R\$ 224.556,00	R\$ 236.805,00	R\$ 221.154,00	R\$ 213.669,00	R\$ 225.509,00	R\$ 245.392,00
Traffic calming	per carriageway km	10	R\$ 20.912,00	R\$ 20.912,00	R\$ 23.004,00	R\$ 20.912,00	R\$ 20.912,00	R\$ 23.004,00
Vertical realignment (major)	lane km	20	R\$ 2.041.420,00	R\$ 4.082.840,00	R\$ 5.443.787,00	R\$ 2.041.420,00	R\$ 4.082.840,00	R\$ 5.443.787,00
Overtaking lane	per linear km	20	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00	R\$ 1.939.349,00	R\$ 3.232.249,00	R\$ 5.171.598,00
Median crossing upgrade	intersection	10	R\$ 680.473,00	R\$ 680.473,00	R\$ 816.568,00	R\$ 748.521,00	R\$ 884.615,00	R\$ 952.663,00
Clear roadside hazards (bike lane)	per km	20	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00
Sideslope improvement (bike lane)	per km	20	R\$ 348.402,00	R\$ 391.953,00	R\$ 435.503,00	R\$ 348.402,00	R\$ 391.953,00	R\$ 435.503,00
Roadside barriers (bike lane)	per km	20	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00
Clear roadside hazards (seg MC lane) passenger side	per km	20	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00
Sideslope improvement (seg MC lane) passenger side	per km	20	R\$ 435.503,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 435.503,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00
Roadside barriers (seg MC lane) passenger side	per km	20	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00
Speed management reviews (MC Lane)	per carriageway km	5	R\$ 16.730,00	R\$ 16.730,00	R\$ 18.403,00	R\$ 16.730,00	R\$ 16.730,00	R\$ 18.403,00
Central median barrier (MC lane)	per km	10	R\$ 667.750,00	R\$ 678.603,00	R\$ 707.692,00	R\$ 667.750,00	R\$ 678.603,00	R\$ 707.692,00
Skid Resistance (paved road)	lane km	10	R\$ 477.755,00	R\$ 501.643,00	R\$ 525.531,00	R\$ 477.755,00	R\$ 501.643,00	R\$ 525.531,00
Skid Resistance (unpaved road)	per carriageway km	10						
Pave road surface	lane km	10	R\$ 585.207,00	R\$ 612.426,00	R\$ 680.473,00	R\$ 585.207,00	R\$ 612.426,00	R\$ 680.473,00
Street lighting (mid-block)	lane km	20	R\$ 428.017,00	R\$ 451.796,00	R\$ 475.574,00	R\$ 428.017,00	R\$ 451.796,00	R\$ 475.574,00
Street lighting (intersection)	intersection	20	R\$ 38.046,00	R\$ 39.948,00	R\$ 41.851,00	R\$ 38.046,00	R\$ 39.948,00	R\$ 41.851,00
Street lighting (ped crossing)	unit	20	R\$ 9.511,00	R\$ 9.511,00	R\$ 9.987,00	R\$ 9.511,00	R\$ 9.511,00	R\$ 9.987,00
Shoulder rumble strips	per carriageway km	10	R\$ 56.615,00	R\$ 56.969,00	R\$ 57.486,00	R\$ 56.615,00	R\$ 56.969,00	R\$ 57.486,00
Parking improvements	per carriageway km	20	R\$ 272.189,00	R\$ 340.237,00	R\$ 408.284,00	R\$ 272.189,00	R\$ 340.237,00	R\$ 408.284,00
Sight distance (obstruction removal)	per linear km	20	R\$ 76.383,00	R\$ 84.875,00	R\$ 97.858,00	R\$ 76.383,00	R\$ 84.875,00	R\$ 97.858,00
Pedestrian fencing	per carriageway km	20	R\$ 136.095,00	R\$ 149.704,00	R\$ 176.923,00	R\$ 136.095,00	R\$ 149.704,00	R\$ 176.923,00
Side road grade separated pedestrian facility	intersection	20	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.769.231,00	R\$ 1.592.308,00	R\$ 1.769.231,00	R\$ 1.946.154,00
Side road signalised pedestrian crossing	intersection	20	R\$ 136.095,00	R\$ 136.095,00	R\$ 149.704,00	R\$ 136.095,00	R\$ 149.704,00	R\$ 163.314,00
Side road unsignalised pedestrian crossing	intersection	10	R\$ 11.985,00	R\$ 11.985,00	R\$ 12.556,00	R\$ 11.985,00	R\$ 11.985,00	R\$ 12.556,00
Footpath provision passenger side (with barrier)	per linear km	20	R\$ 616.952,00	R\$ 522.378,00	R\$ 636.923,00	R\$ 616.952,00	R\$ 522.378,00	R\$ 636.923,00
Footpath provision passenger side (informal path >1m)	per linear km	10	R\$ 34.594,00	R\$ 36.427,00	R\$ 39.175,00	R\$ 155.692,00	R\$ 169.846,00	R\$ 184.000,00
Shoulder sealing driver side (<1m)	per linear km	20	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 204.142,00	R\$ 224.556,00	R\$ 244.970,00
Shoulder sealing driver side (>1m)	per linear km	20	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 306.213,00	R\$ 336.834,00	R\$ 367.456,00
Footpath provision driver side (adjacent to road)	per linear km	20	R\$ 283.077,00	R\$ 339.692,00	R\$ 396.308,00	R\$ 283.077,00	R\$ 339.692,00	R\$ 396.308,00
Footpath provision driver side (>3m from road)	per linear km	20	R\$ 311.385,00	R\$ 339.692,00	R\$ 368.000,00	R\$ 311.385,00	R\$ 339.692,00	R\$ 368.000,00
Footpath provision driver side (with barrier)	per linear km	20	R\$ 616.952,00	R\$ 522.378,00	R\$ 636.923,00	R\$ 616.952,00	R\$ 522.378,00	R\$ 636.923,00
Footpath provision driver side (informal path >1m)	per linear km	10	R\$ 34.594,00	R\$ 36.427,00	R\$ 39.175,00	R\$ 155.692,00	R\$ 169.846,00	R\$ 184.000,00
Realignment (sight distance improvement)	lane km	20	R\$ 1.429.586,00	R\$ 5.715.976,00	R\$ 9.145.562,00	R\$ 3.429.586,00	R\$ 5.715.976,00	R\$ 11.431.953,00
Central median barrier (1+1)	per km	20	R\$ 435.227,00	R\$ 435.227,00	R\$ 456.989,00	R\$ 435.227,00	R\$ 435.227,00	R\$ 456.989,00
Clear roadside hazards (seg MC lane) driver side	per km	20	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00	R\$ 24.422,00	R\$ 27.475,00	R\$ 30.528,00
Sideslope improvement (seg MC lane) driver side	per km	20	R\$ 435.503,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00	R\$ 435.503,00	R\$ 489.941,00	R\$ 544.379,00
Roadside barriers (seg MC lane) driver side	per km	20	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00	R\$ 333.875,00	R\$ 339.301,00	R\$ 353.846,00
Wide centreline	per linear km	20	R\$ 110.542,00	R\$ 110.542,00	R\$ 117.618,00	R\$ 117.618,00	R\$ 117.618,00	R\$ 124.227,00
School zone warning - signs and markings	lane km	5	R\$ 1.778,00	R\$ 1.778,00	R\$ 1.853,00	R\$ 1.778,00	R\$ 1.778,00	R\$ 1.778,00
School zone warning - flashing beacon	unit	20	R\$ 9.511,00	R\$ 9.511,00				