

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Guilherme Perosa Romanini

Análise e proposição de intervenções na infraestrutura rodoviária da SC-401  
como forma de redução dos acidentes e custos indiretos associados

FLORIANÓPOLIS/SC

2019

Guilherme Perosa Romanini

Análise e proposição de intervenções na infraestrutura rodoviária da SC-401  
como forma de redução dos acidentes e custos indiretos associados

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Marques Noronha

Florianópolis/SC

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Romanini, Guilherme Perosa

Análise e proposição de intervenções na infraestrutura rodoviária da SC-401 como forma de redução dos acidentes e custos indiretos associados / Guilherme Perosa Romanini ; orientador, Marcos Aurélio Marques Noronha, 2019.  
106 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Infraestrutura rodoviária. 3. SC-401. 4. Acidentes de trânsito. 5. Controle de acessos. I. Noronha, Marcos Aurélio Marques. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Guilherme Perosa Romanini

Título: Análise e proposição de intervenções na infraestrutura rodoviária da SC-401  
como forma de redução dos acidentes e custos indiretos associados

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de  
Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil

Florianópolis, 20 de novembro de 2019.

Prof.<sup>a</sup> Luciana Rohde, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup> Cristine do Nascimento Mutti, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Rafaella Zanella  
Engenheira Civil

Leonardo Sousa  
Engenheiro Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Sinara e Clair, por todo o exemplo de dedicação, honestidade, organização e trabalho duro, que me motivaram a sempre estudar mais e mais, desde os primeiros anos do ensino fundamental, até o momento da escolha da universidade, sempre demonstraram total apoio e incentivo para que eu seguisse meus sonhos e buscasse novos desafios.

Ao meu orientador Prof.<sup>o</sup> Dr. Marcos Noronha, pela confiança depositada, incentivo e recomendações que ajudaram na construção do trabalho.

Aos meus colegas de graduação, em especial aos amigos mais próximos Bruno, Lucas, Mateus, Gabriel, Thiago e Victor que fizeram parte dos trabalhos desenvolvidos ao longo da graduação e serão levados para toda vida.

Aos colegas de trabalho do LabTrans, em especial ao Eng.<sup>o</sup> Gustavo Otto, que ao longo dos últimos três anos me proporcionaram muito aprendizado, experiências, lições e idealizaram o tema desse trabalho.

Ao Sub Tenente PM Flavio pelos dados fornecidos a respeito dos acidentes na SC-401, assim como ao Gerente de Planejamento Rodoviário da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade, Eng.<sup>o</sup> Adão Marcos França pelos dados de volume de tráfego da rodovia.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que ajudaram na construção desse trabalho de forma direta ou indireta, na forma de conhecimento ou mesmo incentivo, sejam eles família, amigos, colegas e professores.

*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância.”*

John F. Kennedy

## RESUMO

Os acidentes de trânsito são a quinta maior causa de mortes no Brasil e são hoje classificados pela OMS como epidemia nos países subdesenvolvidos. O estado de Santa Catarina se destaca negativamente nesse aspecto, apresentando o segundo maior número de ocorrências totais quando analisadas as rodovias federais do país. A SC-401 segue a tendência do estado, apresentando altos índices de acidentes, mesmo sendo responsável por interligar as regiões centrais e norte de Florianópolis, levando aos principais polos turísticos da cidade, e abrigando em sua extensão as principais empresas de tecnologia de informação, edifícios de escritórios e incubadoras de *startups* da região. O processo de urbanização do entorno da rodovia a transformou em uma travessia urbana, atendendo tanto a mobilidade do tráfego de passagem, quanto a acessibilidade do tráfego local. Essas funções são cumpridas sem a devida infraestrutura, o que acarreta em números elevados de acidentes e custos para a sociedade. Através do estudo da história de construção, duplicação e desenvolvimento da região do entorno da via, assim como através do levantamento das características físicas e operacionais, o presente trabalho visa encontrar na bibliografia nacional e internacional soluções para minimizar os problemas encontrados na rodovia, e a partir disso, propor de forma contínua e pontual, intervenções na plataforma da pista para que seja garantida segurança, conforto e fluidez para todos os usuários da via. Além da melhoria na segurança, é esperada a redução dos custos indiretos causados pelos acidentes, garantindo para o estado o retorno do investimento realizado nas obras.

**Palavras-chave:** Infraestrutura rodoviária. Acidentes de trânsito. SC-401.

## **ABSTRACT**

Traffic accidents are the fifth leading cause of death in Brazil and are now classified by the WHO as an epidemic in underdeveloped countries. The state of Santa Catarina stands out negatively in this regard, presenting the second largest number of total occurrences when ranking the federal highways in the country. The SC-401 follows the state's trend, presenting high rates of accidents, being responsible for the connection of the central and northern regions of Florianópolis, leading to the main tourist attractions of the city and being the main access for the biggest information technology companies, office buildings and startup incubators in the region. The process of urbanization around the highway has transformed it into an urban crossing, taking into account both the mobility of passing traffic and the accessibility of local traffic. These functions are fulfilled without proper infrastructure, leading to high numbers of accidents and deaths. Through the study of the history of construction, duplication and development of the region of the road, as well as through the survey of the infrastructure and operations characteristics, the present work aims to find in national and international bibliography solutions to minimize the problems encountered on the highway, and after that, propose continuous and timely interventions in the track platform extension in order to guarantee safety, comfort and fluidity for all road users, whether drivers, pedestrians or cyclists.

**Keywords:** Road infrastructure, traffic accidents, SC-401.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem dos custos indiretos relativos aos acidentes de trânsito. ....	22
Figura 2 – Acidentes nas rodovias de Santa Catarina. ....	24
Figura 3 - Acidentes com vítimas fatais em Santa Catarina. ....	24
Figura 4 - Comparativo da BR-480 em 2010 e 2018. ....	26
Figura 5 - Paradas de ônibus em vias expressas. ....	31
Figura 6 - Localização da parada de ônibus após cruzamento. ....	32
Figura 7 - Parada de ônibus em via marginal. ....	33
Figura 8 - Baía de ônibus após cruzamento. ....	34
Figura 9 - Baía de ônibus no meio de via arterial. ....	34
Figura 10 – Construção da SC-401. ....	38
Figura 11 - Rodovia SC-401 na década de 1990, início da urbanização e aumento no tráfego. ....	39
Figura 12 – Antiga praça de pedágio da SC-401, hoje posto da Polícia Militar Rodoviária. ....	40
Figura 13 – SC401 Square Corporate. ....	44
Figura 14 - Projeção elaborada pelo Plamus. ....	45
Figura 15 – Projeção do VMD da SC-401. ....	49
Figura 16 - Níveis de serviço de uma rodovia. ....	50
Figura 17 - Nível de serviço atual da SC-401. ....	51
Figura 18 - Nível de serviço da SC-401 em 2028. ....	52
Figura 19 - Nível de serviço após ampliação da via para 2028. ....	53
Figura 20 - Hierarquia das vias urbanas. ....	56
Figura 21 - Cadastramento de acessos. ....	58
Figura 22 - Defesa metálica garante isolamento da SC-401. ....	60
Figura 23 - Trecho de aplicação de via marginal. ....	61
Figura 24 - Paradas de ônibus regulares. ....	62
Figura 25 - Paradas de ônibus irregulares. ....	63
Figura 26 - Evolução do número de acidentes e feridos na SC-401. ....	65
Figura 27 - Número de vítimas fatais na SC-401. ....	66
Figura 28 – Dados qualitativos do total de acidentes. ....	67

Figura 29 – Qualitativo dos acidentes com vítimas fatais .....	68
Figura 30 - Trechos mais perigosos da SC-401. ....	71
Figura 31 - Acesso ao centro de eventos LHS .....	72
Figura 32 - Mapa de intervenções contínuas.....	75
Figura 33 - Proposta de acesso simplificado .....	78
Figura 34 - Mapa de intervenções pontuais.....	79
Figura 35 - Local de implantação da faixa de aceleração no Itacorubi. ....	81
Figura 36 - Comprimento da faixa de aceleração. ....	81
Figura 37 - Trevo de Jurerê .....	82
Figura 38 - Trecho sem acostamento .....	83
Figura 39 - Readequação das paradas de ônibus.....	84
Figura 40 - Mapa de novas passarelas.....	86
Figura 41 - Tela antiofuscante na BR-101/SC.....	88
Figura 42 – Telas antiofuscentes e barreiras New Jersey .....	89
Figura 43 - Projeção das vias marginais.....	90
Figura 44 - Plataforma da SC-401 com vias marginais .....	91
Figura 45 - Nova passarela no Saco Grande .....	92
Figura 46 - Projeção das marginais.....	92
Figura 47 - Implantação de acostamento .....	93
Figura 48 - Faixa de aceleração no bairro Itacorubi .....	93
Figura 49 - Defesa metálica.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de crescimento da frota de Florianópolis/SC.....	48
Quadro 2 - Classificação das rodovias segundo o DNIT .....	55
Quadro 3 – Classificação de rodovias segundo Deinfra.....	57
Quadro 4 - Situação geral das paradas de ônibus na SC-401 .....	63
Quadro 5 – Intervenções contínuas propostas ao longo da rodovia .....	76
Quadro 6 - Extensão das intervenções .....	76
Quadro 7 - Critério de controle de acessos .....	77
Quadro 8 - Intervenções pontuais propostas ao longo da rodovia .....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos indiretos de acidentes em função da gravidade .....	23
Tabela 2 - Custos indiretos dos acidentes em Santa Catarina.....	27
Tabela 3 - Custos dos acidentes com vítimas fatais em SC.....	27
Tabela 4 - Taxa de acidentes por milhão de veículos .....	29
Tabela 5 - Número de acidentes anuais por milha .....	29
Tabela 6 – Cadastramento de acessos.....	59
Tabela 7 - Custos indiretos dos acidentes na SC-401 .....	69
Tabela 8 - Custo indireto dos acidentes com vítimas fatais na SC-401 .....	70
Tabela 9 - Orçamento preliminar.....	96
Tabela 10 - Redução esperada no custo indireto com acidentes.....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACATE Associação Catarinense de Tecnologia

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRDE Banco Regional de Desenvolvimento Econômico

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

DEINFRA Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

DNER Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EUA Estados Unidos da América

HCM *Highway Capacity Manual*

IPEA Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

IRAP *International Road Assessment Programme*

OMS Organização Mundial da Saúde

PGE Procuradoria Geral Estadual

PLAMUS Plano de Mobilidade Urbana da Grande Florianópolis

PMR-SC Polícia Militar Rodoviária de Santa Catarina

SICRO Sistema de Custos Referenciais de Obras

STF Supremo Tribunal Federal

VMD Volume médio diário

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS .....	16
1.1.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	TRAVESSIAS URBANAS .....	18
2.2	ESTUDO DOS ACIDENTES .....	20
2.2.1	<b>Custos indiretos de acidentes.....</b>	<b>21</b>
2.2.2	<b>Os acidentes de trânsito no estado de Santa Catarina .....</b>	<b>23</b>
2.2.2.1	Custos indiretos relacionados aos acidentes em Santa Catarina .....	27
2.3	CONTROLE DE ACESSOS .....	28
2.4	PARADAS DE ÔNIBUS EM TRAVESSIAS URBANAS.....	30
2.4.1	<b>Baias de ônibus .....</b>	<b>33</b>
2.5	RADARES DE VELOCIDADE .....	35
<b>3</b>	<b>MÉTODO E DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>37</b>
3.1	MÉTODO .....	37
3.2	DESENVOLVIMENTO .....	38
3.2.1	<b>História da SC-401 .....</b>	<b>38</b>
3.2.2	<b>Processo de concessão.....</b>	<b>40</b>
3.2.3	<b>Urbanização do entorno.....</b>	<b>42</b>
3.2.4	<b>Desenvolvimento econômico do entorno da rodovia .....</b>	<b>43</b>
3.2.5	<b>Projeto do Plamus .....</b>	<b>44</b>
3.2.6	<b>Municipalização da SC-401 .....</b>	<b>46</b>
3.3	LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DA SC-401 .....	48
3.3.1	<b>Características físicas e operacionais da rodovia.....</b>	<b>48</b>
3.3.2	<b>Nível de serviço .....</b>	<b>49</b>

<b>3.3.3</b>	<b>Classificação da rodovia.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Controle de acessos.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Paradas de ônibus.....</b>	<b>61</b>
3.3.5.1	Travessias de pedestres.....	64
3.4	ACIDENTES DE TRÂNSITO NA SC-401 .....	64
<b>3.4.1</b>	<b>Custos indiretos dos acidentes na SC-401 .....</b>	<b>69</b>
3.5	ANÁLISE DOS PONTOS CRÍTICOS.....	70
<b>4</b>	<b>PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES .....</b>	<b>74</b>
4.1	INTERVENÇÕES CONTÍNUAS .....	74
<b>4.1.1</b>	<b>Controle de acessos.....</b>	<b>76</b>
4.2	INTERVENÇÕES PONTUAIS .....	78
<b>4.2.1</b>	<b>Geometria da via – faixas de aceleração e acostamento .....</b>	<b>80</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Readequação das paradas de ônibus.....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Construção de Passarelas.....</b>	<b>85</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Barreiras New Jersey e telas antiofuscantes .....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>90</b>
5.1	PROJEÇÕES DAS ALTERAÇÕES PROPOSTAS .....	90
5.2	RESULTADOS ESPERADOS NOS ACIDENTES DE TRÂNSITO .....	94
<b>6</b>	<b>ORÇAMENTO E REDUÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS.....</b>	<b>96</b>
6.1	ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	96
6.2	REDUÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS COM ACIDENTES.....	97
6.3	COMPARAÇÃO COM O CUSTO DAS IMPLANTAÇÕES.....	98
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>99</b>
7.1	CONCLUSÃO.....	99
7.2	RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....	100
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXO A – Classificação de estradas do manual “Diretrizes de concepção de estradas” do Deinfra, 2000.....</b>	<b>105</b>

<b>ANEXO B – Total de acidentes na SC-401 por tipo.....</b>	<b>106</b>
---	------------

## 1 INTRODUÇÃO

A Rodovia José Carlos Daux é a principal via de ligação entre a região norte da Ilha de Santa Catarina e o restante da capital. Nos últimos anos, a via passou por um intenso processo de urbanização, adquirindo assim características de travessia urbana, com a mistura de fluxos de passagem com o trânsito local de pedestres e ciclistas.

O aumento no movimento de veículos fez com que o número de acidentes e mortes atingisse seu pico no ano de 2011, quando foram registradas 861 ocorrências, com 317 feridos e 15 vítimas fatais, segundo dados da Polícia Militar Rodoviária (PMR, 2019). Desde então, o poder público vem adotando medidas de fiscalização mais rigorosas, visando diminuir o número de acidentes e mortes.

Apesar de apresentar significativa redução no número total de acidentes, a fiscalização não é capaz de minimizar a quantidade de ocorrências se a infraestrutura da rodovia apresentar falhas. No ano de 2018, foram registrados 437 acidentes na SC-401, e apesar da intensa fiscalização realizada pela PMR, ainda ocorrem em média 36 acidentes por mês na rodovia. (PMR, 2019).

Além dos acidentes, o conforto e fluidez do trânsito na região também são prejudicados com a infraestrutura deficitária da rodovia. Ausência de acostamento em alguns trechos, falta de controle de acessos, sinalização inexistente, baixa qualidade do pavimento e falta de infraestrutura nas paradas do transporte coletivo são alguns dos principais problemas encontrados na rodovia.

A SC-401 é hoje a principal porta de entrada aos maiores polos turísticos da cidade, assim como é o local que abriga as maiores empresas de tecnologia da região, responsáveis hoje pela maior geração de riqueza da Capital em termos percentuais. Mesmo com tamanha importância, o Deinfra investe apenas R\$ 2,5 milhões por ano na manutenção dos 19,8 km do trecho norte da rodovia, deixando-a em condições preocupantes. (Alves, 2017)

A fim de entender quais os motivos que levaram a SC-401 ao atual estado, será feita uma análise histórica de sua idealização, construção e posterior desenvolvimento e transformação em uma travessia urbana densamente urbanizada.

A partir da compreensão da problemática que envolve a rodovia, serão buscadas na bibliografia nacional e internacional quais os impactos e características que a presença de travessias urbanas causam nas cidades, e quais as melhores práticas adotadas nesse cenário para que as demandas de mobilidade e acessibilidade sejam atendidas de maneira eficiente e segura para todos os usuários da rodovia, sejam eles motoristas, ciclistas ou pedestres.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar a atual situação da SC-401, rodovia estadual de maior volume de tráfego de Santa Catarina e que apresenta os maiores índices de acidentes, a fim de identificar os principais problemas estruturais da rodovia e apontar, através de uma revisão bibliográfica, intervenções pontuais que possibilitem reduções efetivas no número de acidentes e aumentem o conforto e fluidez do trânsito.

Através de um orçamento preliminar, pretende-se justificar os investimentos propostos a partir da comparação com os custos indiretos causados pelos acidentes frequentes ocorridos na rodovia.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos estão:

- Identificar, através de revisão bibliográfica, quais as características que mais impactam na segurança viária de travessias urbanas. Ao mesmo tempo, mensurar quais as intervenções na infraestrutura que influenciam de maneira mais direta o número de acidentes em uma via.
- Estudar a história de desenvolvimento da rodovia e sua recente urbanização, a fim de entender a problemática que envolve seu entorno.
- Avaliar através de dados estatísticos os impactos sociais e econômicos gerados pelo alto número de acidentes que acontecem na rodovia.
- Analisar a infraestrutura rodoviária da SC-401, quantificando os problemas de maneira uniforme ao longo do trecho de estudo.

- Propor intervenções ao longo da rodovia que, baseadas na revisão bibliográfica, garantam uma melhoria considerável na segurança e conforto dos usuários.
- Fazer uma análise comparativa dos custos indiretos causados pelos acidentes na SC-401 e os gastos correspondentes às intervenções propostas, a fim de identificar o tempo necessário para que os investimentos fossem compensados pela economia gerada pela redução dos acidentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento econômico das últimas décadas no Brasil levou a muitas cidades enfrentarem um fenômeno de urbanização descontrolada em suas periferias. A ocupação irregular do solo fez com que muitas áreas, como as faixas de domínio das rodovias brasileiras, fossem ocupadas e urbanizadas pela população de forma desordenada. Esses trechos de rodovias que foram “cercados” pelo ambiente urbano recebem o nome de travessias urbanas.

### 2.1 TRAVESSIAS URBANAS

As travessias urbanas apresentam diversos problemas em função das suas características conflitantes de mobilidade e acessibilidade. Assim como uma travessia urbana não possui harmonia com o ambiente rodoviário, tampouco possui harmonia com o ambiente urbano. A mistura do tráfego de passagem da rodovia com o trânsito de veículos e pedestres da cidade expõe ambos a riscos frequentes de acidentes (Freire, 2003).

A soma dos fluxos de passagem com os fluxos de tráfego local faz com que a maior parte das travessias urbanas apresentem elevado volume de tráfego e intensa movimentação de pedestres. Somado a isso, as soluções dos problemas existentes em travessias urbanas envolvem variáveis em constante mudança, como características geográficas, econômicas e ambientais (Freire, 2003).

Amin (2012) afirma que a solução tradicional adotada pelo poder público a fim de solucionar o conflito entre tráfego de passagem e trânsito local é a construção de um contorno rodoviário, a partir do qual o fluxo de veículos de passagem é todo transferido para o contorno, enquanto que a antiga travessia urbana adquire características de uma via urbana. Entretanto, é natural que o contorno sofra o mesmo processo de urbanização que a rodovia anterior sofreu, tornando-se assim novamente uma travessia urbana.

Outro tipo de solução, adotada em países como os Estados Unidos, é a transformação das rodovias em vias expressas, garantindo total controle de acessos e removendo o trânsito local da via. Assim, o conflito deixa de existir e o problema é parcial ou totalmente solucionado. Entretanto, esses processos são extremamente custosos, pois obrigam a construção de mais uma via.

Devido à falta de recursos e planejamento presentes no Brasil, em muitos casos nenhuma das soluções acima apontadas são adotadas. Em contrapartida, as principais medidas tomadas pelos órgãos responsáveis são: restrições de velocidade, sinalização, fiscalização ostensiva e maior controle do crescimento das cidades (Amin, 2012).

Filho *et al* (1998) sugere que o tratamento adequado às travessias urbanas depende da função predominante que a rodovia exerce: mobilidade ou acessibilidade. Adotando-se melhores condições de acessibilidade, aumenta-se o tempo de viagem com a redução da velocidade na travessia urbana, porém diminui o número de acidentes. Já para a garantia de melhor mobilidade, é necessária a implantação de um contorno viário. Porém, o autor afirma que é essencial e indispensável o controle da concentração populacional nas áreas adjacentes à rodovia, a fim de manter fluidez do tráfego.

Em 2016, foi desenvolvida na Inglaterra a metodologia IRAP (International Road Assessment Programme) a fim de avaliar rodovias através de notas, assim como propor intervenções através de um Plano de Investimento em Rodovias Mais Seguras (PIRMS) para redução na quantidade de acidentes de trânsito (Rodrigues *et al*, 2019).

A metodologia IRAP traz 94 diferentes propostas de contramedidas para melhoria da segurança viária, classificadas de acordo com seus respectivos custos, efetividade (percentual) e magnitude de intervenção.

Rodrigues *et al* (2019) analisa a metodologia IRAP de maneira aplicada à realidade das rodovias brasileiras e traz conclusões a partir dos dados presentes no documento. Quanto às intervenções de grande magnitude e alto custo, como duplicações, construção de marginais, viadutos, passarelas e regularização de acessos, a efetividade média quanto a redução de acidentes é de 32,5%.

Ao avaliar as intervenções de média magnitude, destacam-se a retirada de perigos lindeiros, implantação de defensas metálicas e barreiras, tratamento de interseções, travessias e melhorias no pavimento. Essas medidas apresentam eficácia semelhante às de grande custo, na faixa de 32,5%.

Por fim, as medidas de baixa magnitude se resumem a melhorias na infraestrutura destinada aos usuários não motorizados da rodovia, como pedestres e ciclistas, e possuem de maneira geral, efetividade de cerca de 17%.

Cruzando os dados de custo e efetividade, Rodrigues et al (2019) conclui que as intervenções denominadas “melhorias de infraestrutura para pedestres” possuem o melhor custo-benefício dentre as 94 medidas, uma vez que reduzem de maneira significativa o número de acidentes envolvendo pedestres e possuem baixo custo.

Zanella (2018) apresenta um estudo sobre o impacto na ocorrência de acidentes em função de melhorias na infraestrutura da rodovia SC-453. Na pesquisa, foram analisados 15 segmentos que sofreram alterações de geometria, pavimento e sinalização, a fim de garantir mais segurança aos usuários da rodovia.

Comparando dados de ocorrências de acidentes antes e depois das intervenções, ficou constatado que houve redução de 64,6% da taxa de severidade total, assim como 62,8% de redução no número total de acidentes nos trechos analisados (Zanella, 2018).

A problemática envolvendo acidentes de trânsito em rodovias rurais e urbanas é hoje considerada em muitos países uma epidemia, tamanha quantidade de pessoas que perdem a vida nessas ocorrências. Sendo assim, será tratado de maneira mais aprofundada a seguir a temática dos acidentes, assim como os custos inerentes à essas ocorrências, os quais muitas vezes passam despercebidos devido ao seu perfil indireto, mas que representam enormes gastos ao poder público.

## 2.2 ESTUDO DOS ACIDENTES

Os acidentes de trânsito no Brasil matam aproximadamente 40 mil pessoas por ano segundo dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), do Ministério da Saúde (MS). Essa quantidade de vítimas faz com que os acidentes de trânsito sejam a quinta maior causa de mortes no país, atrás apenas de câncer, infarto, AVC e homicídio (IPEA, 2015).

No mundo, cerca de 1,35 milhão de pessoas perdem a vida a cada ano em decorrência de acidentes de trânsito. Mais da metade de todas as mortes ocorre entre usuários vulneráveis das vias: pedestres, ciclistas e motociclistas. Para crianças e jovens entre 5 e 29 anos, os acidentes são a principal causa de morte (OMS, 2019).

### **2.2.1 Custos indiretos de acidentes**

A monetização de acidentes é questionada por alguns autores, sobretudo quando são mensurados valores para a vida humana, abordagem essa que sofre questionamentos éticos quanto à valoração de aspectos como dor e sofrimento (Hauer, 1994).

Entretanto, a análise econômica de acidentes se mostra uma ferramenta fundamental na avaliação das estratégias de investimento nas áreas de mobilidade urbana, dando respaldo e base para tomadas de decisão por parte de órgãos governamentais responsáveis (Bardal & Jørgensen, 2017).

Os custos econômico-financeiros gerados por acidentes com ou sem vítimas podem ser calculados por diferentes métodos e auxiliar na compreensão e entendimento da necessidade de investimentos em todos os tipos de prevenção de acidentes.

De forma geral, os custos podem ser divididos em dois grupos: custos diretos e custos indiretos. O primeiro diz respeito aos valores médicos e não médicos relacionados ao acidente, como: diagnóstico, tratamento, recuperação e à reabilitação, assim como danos materiais aos veículos. Já o segundo refere-se à perda de produção e de produtividade relacionado ao problema de saúde (Jorge & Koizumi, 2004).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, em estudo realizado em 2015 (IPEA, 2015), ocorreram 167.163 acidentes nas estradas federais em 2014, sendo que 8.227 pessoas morreram e cerca de 100 mil ficaram feridas. Em média, houveram 463 acidentes e 23 mortos por dia, envolvendo um total de 301.351 veículos.

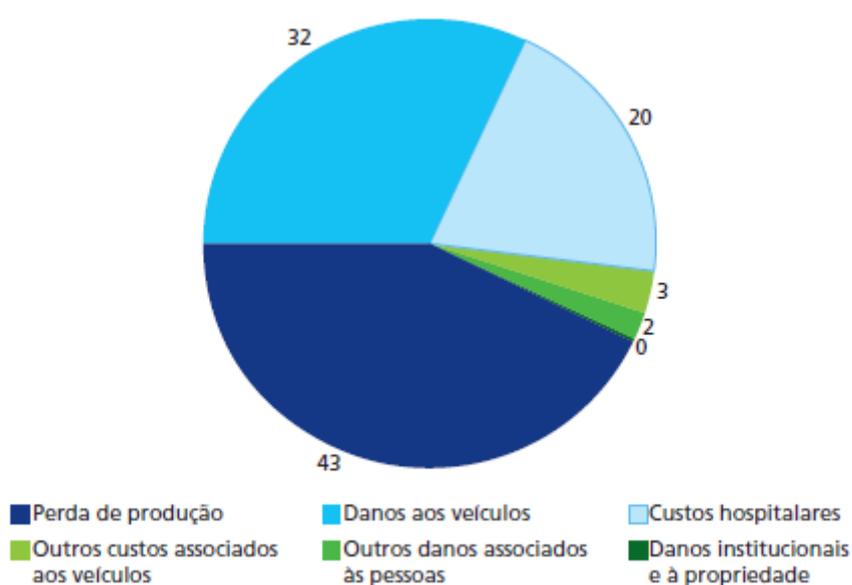
O estado de Santa Catarina, apesar de possuir pequeno território e apenas 2.569,7 quilômetros de rodovias federais, representando cerca de 3,6% do total, foi o segundo no ranking total de acidentes, com 18.178 ocorrências, o que corresponde a 10,7% do total de acidentes (IPEA, 2015).

Esses valores expressivos ocorrem em função de um conjunto de fatores que tornam o estado vulnerável, tais quais: relevo acidentado; infraestrutura deficitária, com rodovias de alto tráfego em pista simples, como as BR-280, BR-282 e BR-470;

desenvolvimento desordenado nas regiões lindeiras às rodovias; frota de veículos elevada devido ao alto poder aquisitivo da população.

Em seu estudo, o IPEA (2015) levou em conta os seguintes componentes de custos relacionados aos acidentes: perda de produção, danos aos veículos, custos hospitalares, outros custos associados aos veículos, outros danos associados às pessoas e danos institucionais e à propriedade. A distribuição desses valores seguiu o gráfico da Figura 1.

Figura 1 – Porcentagem dos custos indiretos relativos aos acidentes de trânsito.



Fonte: IPEA (2015).

Os principais custos, segundo o estudo, são a perda de produção (43%), que é um custo indireto relacionado à ausência da vítima no período que esteja afastada de suas atividades econômicas, ou no caso de morte, em relação à sua expectativa de vida; os danos aos veículos (32%) e os custos hospitalares (20%).

O custo total dos quase 170 mil acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais brasileiras em 2014 foi de R\$ 12,3 bilhões, sendo que 64,7% foram associados às vítimas dos acidentes, relacionados a cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou morte, e 34,7% foram associados a danos materiais envolvendo os veículos.

Foram também calculados os custos relacionados às diferentes gravidades dos acidentes, assim como o custo médio desses acidentes, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Custos indiretos de acidentes em função da gravidade.

<b>Custo total e médio por gravidade de acidente - rodovias federais brasileiras (2014)</b>			
<b>Gravidade do acidente</b>	<b>Quantidade de acidentes</b>	<b>Custo médio (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Com fatalidade	6.742	R\$ 646.762,94	R\$ 4.360.475.741,48
Com vítimas	62.458	R\$ 90.182,71	R\$ 5.632.631.701,18
Sem vítimas	99.953	R\$ 23.062,97	R\$ 2.305.213.040,41
Total	169.153	R\$ 72.705,31	R\$ 12.298.321.302,43

Fonte: IPEA (2015).

Em média, cada acidente nas rodovias federais brasileiras custou R\$ 72.705,31. Esse valor multiplicado pela quantidade de quase 170 mil acidentes faz com o que o custo total para a sociedade gerado pelos acidentes em rodovias federais seja de mais de R\$ 12 bilhões.

Os acidentes com vítimas fatais, apesar de representarem menos de 5% do total de ocorrências, corresponderam a cerca de 35% dos custos totais dos acidentes, devido a seu alto impacto nos custos previdenciários e de perda de produção por parte da vítima.

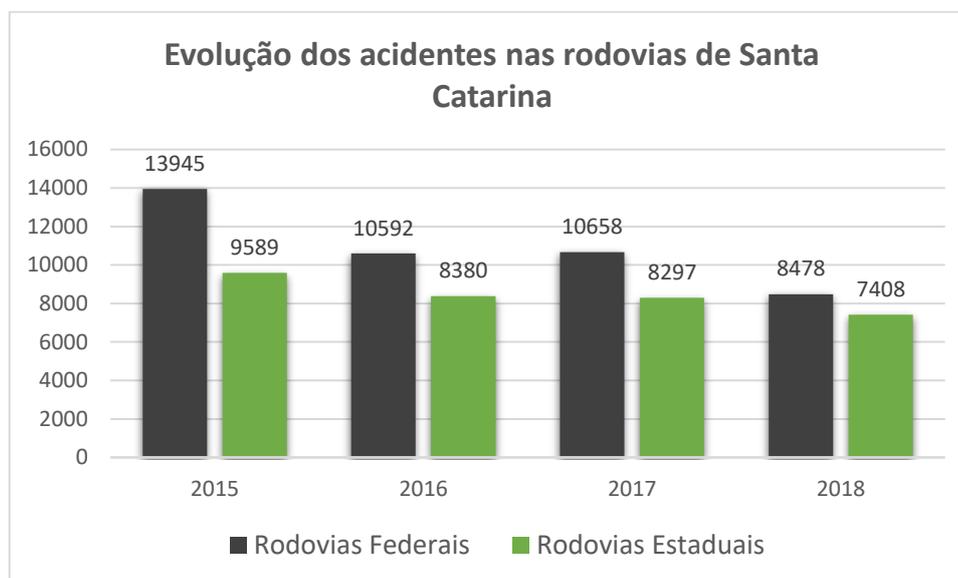
Somando os custos relacionados aos acidentes em rodovias estaduais e nos municípios, os quais também foram estimados no estudo do IPEA, o custo total dos acidentes de trânsito no Brasil no ano de 2014 girou em torno de R\$ 40 bilhões, o que corresponde a 15% do PIB de Santa Catarina, por exemplo.

### **2.2.2 Os acidentes de trânsito no estado de Santa Catarina**

O estado de Santa Catarina apresenta números alarmantes relacionados ao número de acidentes em comparação com os demais estados do Brasil. Apesar disso, a tendência atual é de redução no número de ocorrências, mesmo com o estado apresentando um aumento de frota considerável nos últimos anos.

Como o gráfico da Figura 2 mostra, houve uma redução no número total de acidentes nas rodovias federais e estaduais em Santa Catarina entre 2015 e 2018. (PMR, 2019). Já a frota de veículos do estado aumentou 11,1% no mesmo período (Rosa, 2017).

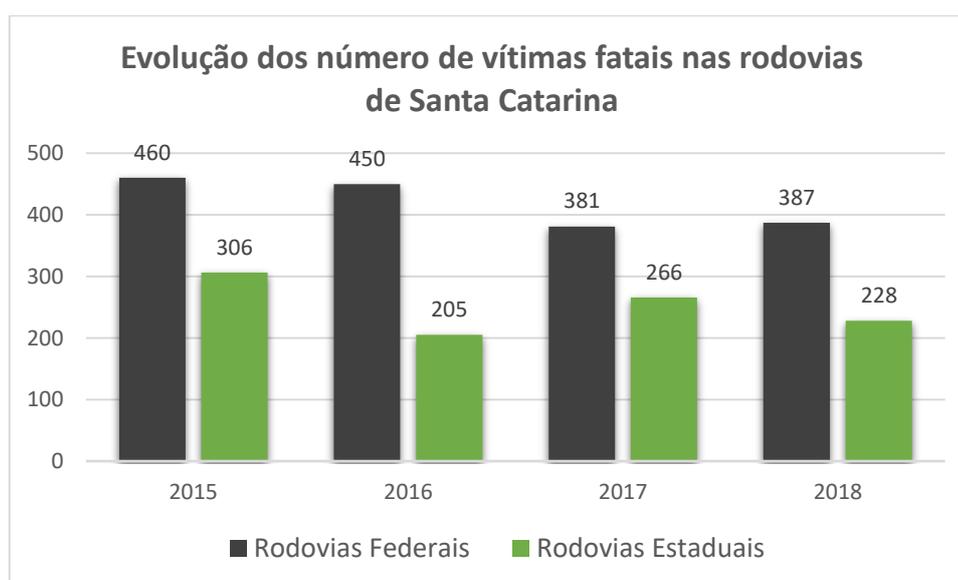
Figura 2 – Acidentes nas rodovias de Santa Catarina.



Fonte: PMR-SC (2019).

Acompanhando a redução no número total de acidentes, o número de vítimas fatais também apresentou queda nos últimos anos. Em 2015, foram registradas 766 mortes nas rodovias do estado, enquanto que em 2018 foram 615 fatalidades, o que representa uma queda de 20% no número total de vítimas fatais, conforme mostra a Figura 3 (PMR-SC, 2019).

Figura 3 - Acidentes com vítimas fatais em Santa Catarina.



Fonte: PMR-SC (2019).

Dentre as principais causas dessa redução significativa no número de acidentes estão intervenções em infraestrutura, como a duplicação do trecho sul da BR-101, e o aumento da fiscalização por parte da Polícia Rodoviária Federal e da Polícia Militar Rodoviária.

O Chefe de Operações do Comando de Policiamento Militar Rodoviário, Mauro Palma Rezende, afirma que apesar da falta de investimentos em infraestrutura na maior parte das rodovias estaduais, a redução no número de acidentes acontece em função da intensa fiscalização (Rosa, 2019):

“A gente fez um levantamento de toda a malha viária para identificar os trechos que mais registram acidentes e a característica do local. Nas vias com mais casos de excesso de velocidade, implantamos uma fiscalização mais rígida, por exemplo. Isso acontece todos os dias.”

Operações de fiscalização possuem um excelente custo-benefício para o estado, uma vez que não necessitam alto investimento e trazem receita extra, através de multas. Entretanto, a infraestrutura rodoviária é fundamental para que se evitem acidentes como atropelamentos de pedestres e ciclistas, por exemplo.

Nesse sentido, duas rodovias federais recentemente duplicadas mostram como o investimento na infraestrutura pode trazer retorno imediato na redução de acidentes.

A BR-101 teve seu trecho sul concluído nos últimos anos, com a entrega de túneis e da ponte Anita Garibaldi, os quais foram fundamentais na redução do número de ocorrências na rodovia. Em 2018, foram registrados 3.098 acidentes e 27 mortes a menos do que em comparação com 2015, a maior redução em números globais para uma rodovia no estado (Rosa, 2019).

Em termos percentuais, a rodovia que apresentou maior redução foi a BR-480, que liga a BR-282 ao centro de Chapecó. O número de acidentes caiu 55% e o número de mortes 66,6%. Essa expressiva redução ocorreu em função da reformulação pela qual a rodovia passou na última década (Rosa, 2019).

Originalmente uma rodovia de pista simples, a BR-480 foi alargada para que o tráfego pudesse ocupar o acostamento e assim acomodar o crescente fluxo de veículos no principal acesso da cidade mais populosa do Oeste. Durante os anos em

que permaneceu em pista simples, a BR-480 era considerada uma das rodovias mais perigosas do estado (Rosa, 2019).

Em 2010 foram iniciadas as obras de duplicação e implantação de vias marginais em ambos os lados da rodovia, garantindo assim total controle de acessos à rodovia, divisão no fluxo de veículos e segurança aos usuários. O comparativo entre as situações antes e depois das obras da rodovia pode ser visto na Figura 4 (Rosa, 2019).

Figura 4 - Comparativo da BR-480 em 2010 e 2018.



Fonte: Google Earth (2019).

A obra foi liberada em 2016, e concluída completamente em 2018, no custo de R\$104.633.393,01 para os 8,8 quilômetros de extensão do trecho. Apesar do alto valor, a implantação da infraestrutura adequada trouxe uma redução expressiva no número de acidentes, assim como garantia de conforto e agilidade aos moradores da região (Rosa, 2019).

A partir dos dados apresentados e discutidos, o investimento em infraestrutura, aliado a uma fiscalização intensa nos trechos críticos das rodovias federais e estaduais aparenta ser o caminho ideal para a minimização do número de acidentes nas estradas.

### 2.2.2.1 Custos indiretos relacionados aos acidentes em Santa Catarina

Analisando os números totais de acidentes e mortos no período de 2015 a 2018 nas rodovias federais e estaduais de Santa Catarina, juntamente com os custos indiretos gerados por acidentes conforme estudo do Ipea (2015) apresentado anteriormente, pode-se mensurar o impacto econômico-financeiro gerado pelos acidentes ao estado de Santa Catarina. Os valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Custos indiretos dos acidentes em Santa Catarina.

<b>Custo total dos acidentes nas rodovias de Santa Catarina</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade de acidentes</b>	<b>Custo médio por acidente* (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
2015	23534		R\$ 1.711.046.765,54
2016	18972	R\$ 72.705,31	R\$ 1.379.365.141,32
2017	18955		R\$ 1.378.129.151,05
2018	15.886		R\$ 1.154.996.554,66
<b>Total</b>	<b>77.347</b>	-	<b>R\$ 5.623.537.612,57</b>

\*Retirado de 'Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras' (IPEA, 2015).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando apenas os acidentes com vítimas fatais, os quais possuem um custo médio quase dez vezes maior do que a média geral, o panorama é o seguinte:

Tabela 3 - Custos dos acidentes com vítimas fatais em SC.

<b>Custo total dos acidentes fatais nas rodovias de Santa Catarina</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade de acidentes</b>	<b>Custo médio por acidente com fatalidade* (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
2015	766		R\$ 495.420.412,04
2016	655	R\$ 646.762,94	R\$ 423.629.725,70
2017	647		R\$ 418.455.622,18
2018	615		R\$ 397.759.208,10
<b>Total</b>	<b>2.683</b>	-	<b>R\$ 1.735.264.968,02</b>

\*Retirado de 'Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras' (IPEA, 2015).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores na casa dos bilhões de reais revelam o quanto o estado gasta, de forma indireta, com acidentes de trânsito. Pastas como a da saúde, segurança, e previdência social são as mais afetadas pelos acidentes, como já demonstrado na apresentação do estudo do IPEA (2015).

### 2.3 CONTROLE DE ACESSOS

A garantia da segurança e conforto dos usuários de uma rodovia está diretamente ligada ao controle de acessos. A limitação da entrada e saída de veículos da via diminui a possibilidade de conflitos e por consequência, o número de acidentes (OGDEN, 1996).

Dentre as principais características que influenciam na periculosidade do acesso de veículos de forma indevida à rodovia estão a quantidade de movimentos de entrada e saída, o tipo de veículo, a localização, o espaçamento entre os acessos e a geometria (EUA, 1997).

No ano de 1998, o Departamento de Transportes de Minnesota desenvolveu um estudo para verificar as potenciais implicações do controle de acessos nas rodovias estaduais americanas. O estudo analisou a aplicação de controle de acessos em cinco rodovias, comparando os dados de acidentes no período antes e depois. Concluiu-se que, com a adoção de intervenções visando o controle de acessos, o número de acidentes foi reduzido em 40%.

Papayannoulis *et al* (2000) afirma que o número de acidentes aumenta de forma acentuada com o aumento na densidade de acessos em uma rodovia. Após uma revisão da bibliografia, os autores concluíram que ao dobrar a frequência de acessos de 10 para 20 em um trecho de uma milha (1,6 km), a taxa de acidentes aumenta em 40%. Caso o mesmo trecho possua 60 pontos de acesso, a taxa de acidentes sobe 200%, sendo que cada ponto de acesso aumenta em 4% a taxa de acidentes.

O espaçamento entre acessos implica de forma direta no índice de acidentes, afirma Papayannoulis *et al* (2000). Ao aumentar a distância entre acessos, ocorre a redução no número e variedade de eventos os quais o motorista precisa tomar atitudes, além de aumentar o tempo em que o motorista tem para visualizar, reagir e realizar uma manobra, se necessário.

Em seu Manual de Acessos (2014), o Departamento de Transportes de Wyoming/EUA apresenta um estudo entre a relação do controle de acessos total, parcial ou nulo com o número de acidentes e o número de acidentes com vítimas fatais. Os valores obtidos pelo departamento são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Taxa de acidentes por milhão de veículos.

<b>Taxa de Acidentes por milhão de veículos em uma milha</b>				
<b>Controle de acessos</b>	<b>Urbano</b>		<b>Rural</b>	
	<b>Total</b>	<b>Fatal</b>	<b>Total</b>	<b>Fatal</b>
Completo	1.86	0.02	1.51	0.03
Parcial	4.96	0.05	2.11	0.06
Nenhum	5.26	0.04	3.32	0.09

Fonte: Wyoming (2014).

Comparando-se uma rodovia urbana com total controle de acessos e uma com nenhum controle de acesso, o aumento é de 282% na taxa de acidentes, além de 100% na taxa de acidentes fatais.

Outra tabela apresentada no manual (Tabela 5) relaciona o nível de desenvolvimento da região, o número de acessos por milha, e o volume de tráfego da rodovia com o número total de acidentes em um ano registrado no estado de Wyoming.

Tabela 5 - Número de acidentes anuais por milha.

<b>Nível de Desenvolvimento</b>	<b>Acessos por milha</b>	<b>VMD da rodovia</b>		
		<b>Baixo &lt; 5.000</b>	<b>Médio 5.000 - 15.000</b>	<b>Alto &gt; 15.000</b>
Baixo	< 30	12.6	25.1	37.9
Médio	30 - 60	20.2	39.7	59.8
Alto	> 60	27.7	54.4	81.7

Fonte: Wyoming (2014).

Analisando os dados, é evidente o peso que o aumento da urbanização e do volume de tráfego da rodovia possuem no número de acidentes registrados. Comparando-se dois trechos, ambos com o mesmo VMD (>15.000), sendo um com

baixo número de acessos por milha, menor que 30, e outro com mais de 60 acessos por milha, o aumento no número de acidentes é de 231%.

O respeito aos requisitos de distância entre acessos presentes nos manuais de rodovias nacionais e estaduais brasileiros é fundamental para a garantia da segurança das rodovias. Com o aumento da densidade de acessos, pode-se afirmar que o número de acidentes aumenta de maneira significativa (Wyoming, 2014).

Desta forma, o controle de acessos será um dos principais temas de análise da infraestrutura da SC-401, tendo em vista a total liberdade que os proprietários de terrenos lindeiros à rodovia possuem de construir acessos, sem nenhum tipo de impedimento por parte do poder público, levando a inúmeros pontos de conflito ao longo da rodovia.

#### 2.4 PARADAS DE ÔNIBUS EM TRAVESSIAS URBANAS

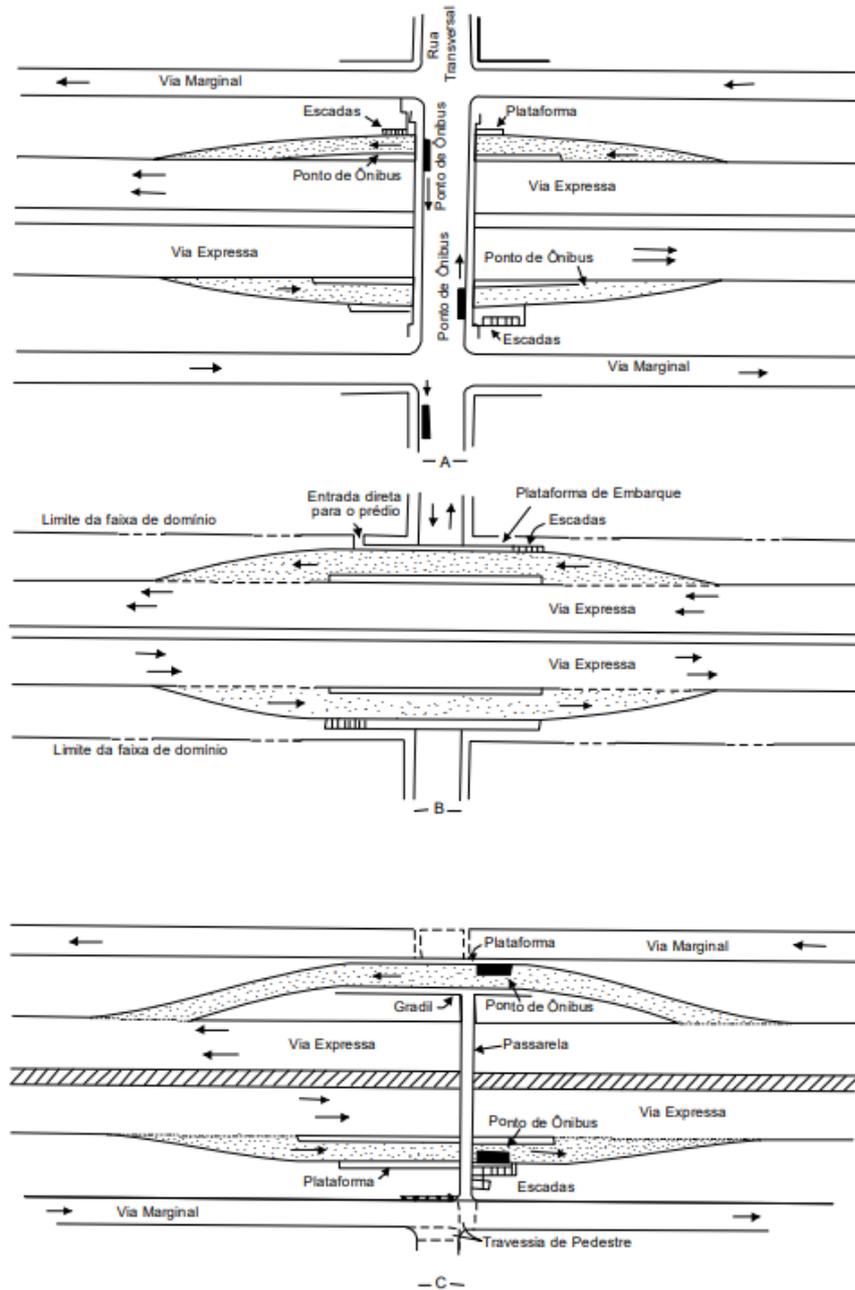
O Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) aborda a problemática das paradas de ônibus em trechos urbanos de vias de alta velocidade separando as soluções para vias expressas, ou seja, rodovias sem acessos diretos à rodovia, e para vias arteriais, que apresentam a possibilidade de acesso, porém ainda assim possuem características de tráfego de passagem.

A interferência entre ônibus e o restante do tráfego pode ser muito reduzida através da provisão de paradas fora das faixas de tráfego direto, por meio da introdução de baias de ônibus. As baias devem ser projetadas de maneira que o ônibus possa sair e retornar da via com facilidade. Em vias arteriais muitas vezes a extensão da faixa de domínio não possibilita a construção de baias, entretanto quando for possível, é recomendado sua execução.

As paradas de ônibus em vias expressas são abordadas através de três modelos propostos pelo DNIT e apresentados na Figura 5. O primeiro modelo (A) mostra um exemplo de parada em passagem inferior, ou seja, a parada está localizada em um cruzamento de uma via transversal, o que possibilita que os passageiros utilizem o viaduto para acessar ambos os lados da via expressa. A figura (B) apresenta uma parada em passagem superior, com características semelhantes a anterior. Porém, em muitos casos, as paradas de ônibus precisam ser edificadas em áreas que não possuem cruzamentos. Para essa situação, a figura (C) garante que os

passageiros possam acessar ambos os lados da via-expressa através de uma passarela sob a via.

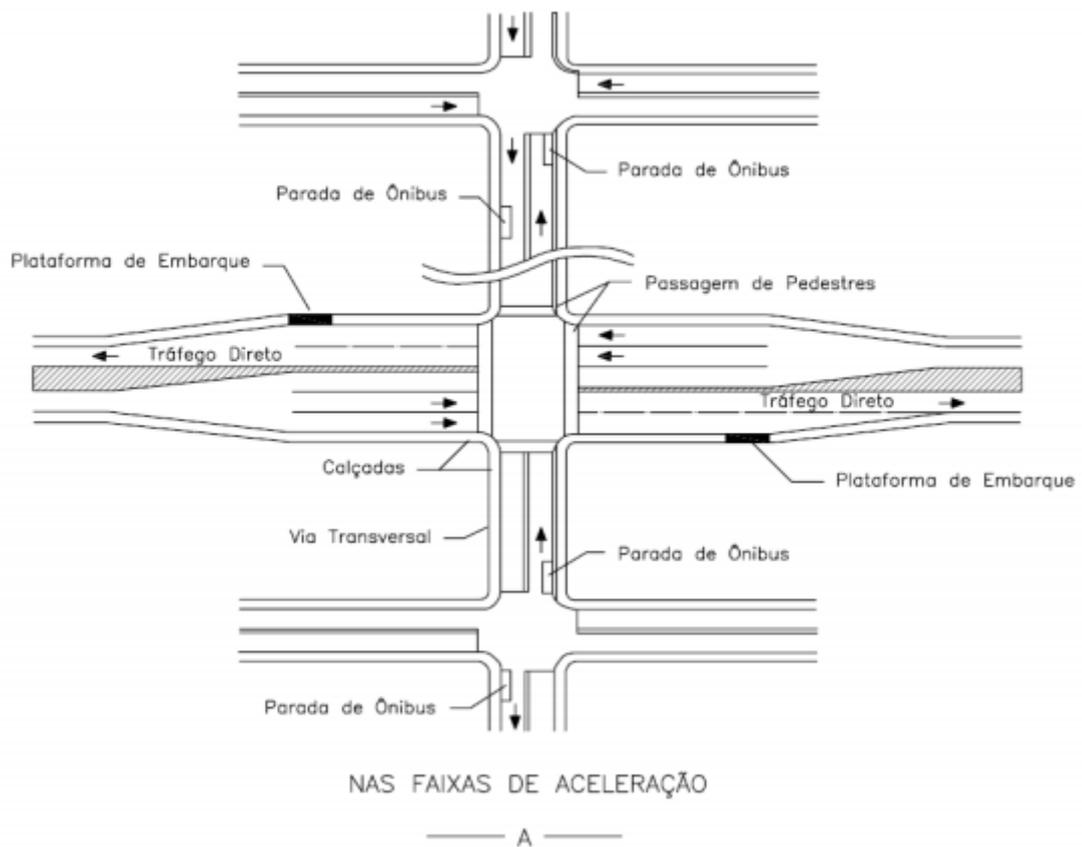
Figura 5 - Paradas de ônibus em vias expressas



Fonte: Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010).

Ao tratar de vias arteriais, o Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010) sugere que as paradas de ônibus sejam alocadas após os cruzamentos/interseções, em suas respectivas faixas de aceleração. Quando a parada é localizada antes da interseção, os veículos da via arterial, que desejam girar à direita, não podem usar a faixa de desaceleração, se a mesma estiver ocupada. Sendo assim, a parada deve ser situada um pouco depois do cruzamento, de modo que veículos girando à direita, no sentido da via arterial, possam usar uma parte da faixa de parada dos ônibus como área de manobra, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 - Localização da parada de ônibus após cruzamento

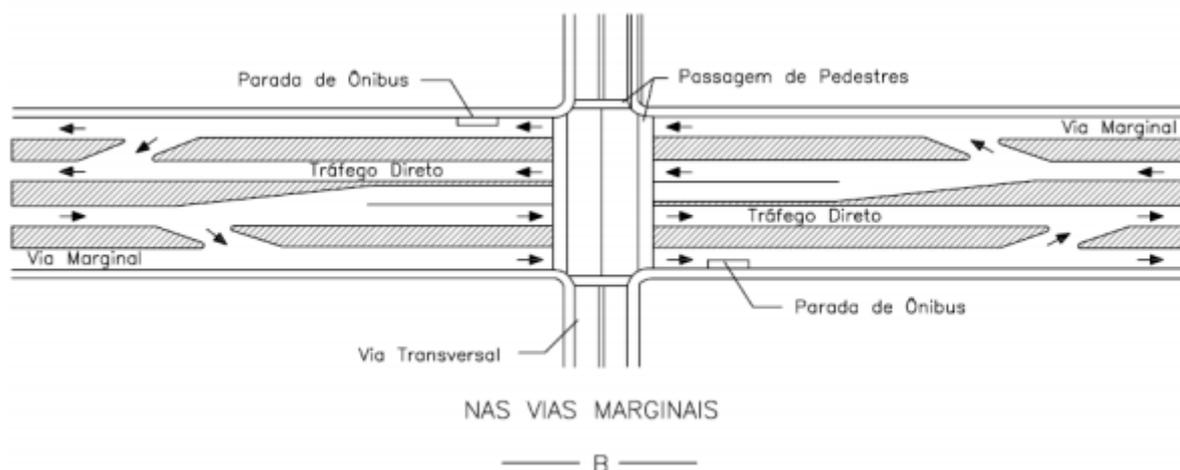


Fonte: Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010).

Caso a via arterial possua via lateral/marginal, as paradas de ônibus são alocadas nessas vias paralelas, e os ônibus saem e retornam para a via arterial utilizando agulhas, conforme mostra a Figura 7. Essas saídas também podem ser utilizadas pelos demais veículos que trafegam na via, uma vez que as vias marginais

garantem acesso às propriedades lindeiras e também ligação às ruas transversais à via arterial.

Figura 7 - Parada de ônibus em via marginal



Fonte: Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010).

Com essa configuração, o tráfego de passagem é isolado do movimento de entrada e saída dos ônibus de baias de parada, garantindo assim maior fluidez e segurança ao tráfego através da redução dos conflitos gerados na via.

#### 2.4.1 Baias de ônibus

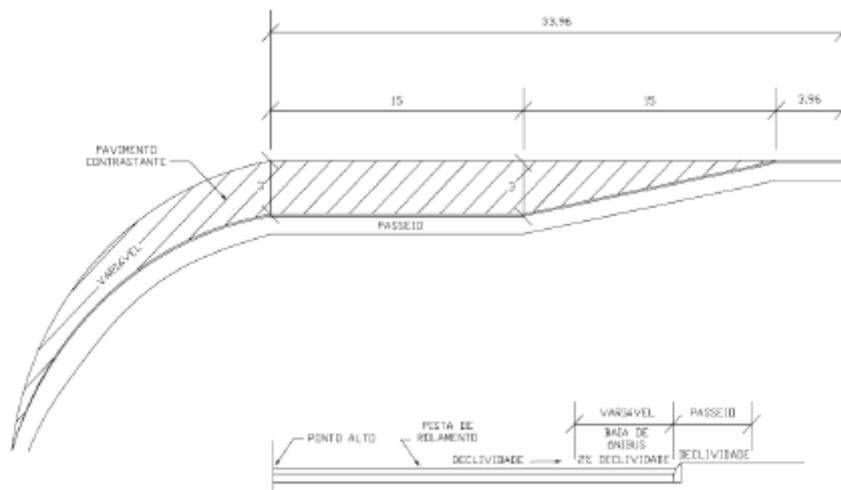
Em vias expressas, as baias de ônibus devem garantir que a desaceleração, parada e aceleração dos ônibus sejam feitas fora das faixas de tráfego direto. Sendo assim, as faixas de aceleração e desaceleração devem ter comprimento suficiente para que o ônibus saia e entre nas faixas de tráfego direto com a velocidade média da via. Tomando como referência a tabela de cálculo de faixa de aceleração presente no Manual de Acessos de Propriedades Marginais às Rodovias Federais do DNIT (2010), os valores adotados devem ser ainda maiores, uma vez que a tabela foi elaborada considerando como veículo-tipo um carro de passeio.

Além disso, em vias expressas a largura das baias deve ser de no mínimo 6 metros, e o pavimento deve formar contraste com o pavimento da rodovia, em cor e/ou textura, a fim de desencorajar o uso do tráfego de passagem.

Ao tratar de vias arteriais, o manual adota valores reduzidos para as baias. Considerando que muitas vezes a falta de espaço acaba impossibilitando a construção de espaços para embarque e desembarque de passageiros, são admitidas que as faixas de aceleração e desaceleração sejam pequenas, entre 10 e 15 metros, a fim de garantir que a interferência do ônibus na via seja a menor possível.

Para paradas de ônibus após cruzamentos, são admitidas baias de menos de 40 metros de comprimento, conforme mostra a Figura 8.

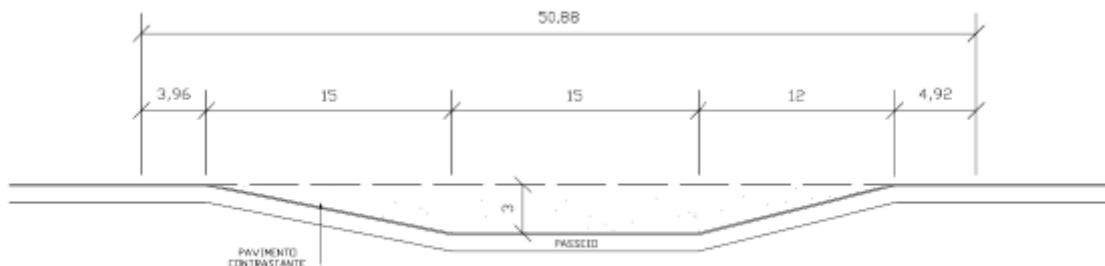
Figura 8 - Baia de ônibus após cruzamento



Fonte: Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010).

Já no meio da via, a extensão mínima requerida para uma baia de parada é de cerca de 50 metros, sendo que a faixa de desaceleração apresenta 15 metros de comprimento, enquanto que a faixa de aceleração 12 metros (Figura 9).

Figura 9 - Baia de ônibus no meio de via arterial



Fonte: Manual de Travessias Urbanas (DNIT, 2010).

Apesar de pequenas, as faixas de mudança de velocidade acima propostas garantem que os ônibus não causem grandes interferências no fluxo de passagem.

## 2.5 RADARES DE VELOCIDADE

A implantação de fiscalização eletrônica de velocidade em travessias urbanas vem sendo utilizada de maneira significativa no Brasil, uma vez que é uma das melhores maneiras de diminuir o número de acidentes em rodovias que passam por áreas urbanizadas.

Segundo Cannell (2001), o emprego de radares de velocidade em cidades de grande e médio porte vem apresentando bons resultados na redução de acidentes e mortes, de acordo com dados estatísticos elaborados pelos órgãos responsáveis pela gestão de trânsito em cidades como São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba.

Na rodovia BR-116/PR, no trecho entre os kms 86 e 94 (travessia de Curitiba/PR), foram colocadas lombadas eletrônicas em quatro pontos da via, com velocidade limite de 60 km/h. De acordo com o DNER, houve redução de 57% na média mensal de acidentes de forma uniforme ao longo do trecho fiscalizado.

Yamada (2005) analisa o impacto de radares fixos na velocidade e na accidentalidade de um trecho da rodovia Washington Luís, em São Paulo. Os resultados mostram que o limite legal de velocidade é respeitado no local onde se encontram os radares, mas que antes e após o mesmo, os veículos trafegam acima da velocidade permitida, demonstrando que a abrangência espacial dos radares de velocidade é limitada a poucos metros da localização do radar.

Ao analisar os acidentes ao longo do trecho estudado, Yamada (2005) verifica que todos os índices apresentaram crescimento, acompanhando de maneira muito similar o crescimento da frota no período, provando a baixa eficácia dos redutores de velocidade na diminuição dos acidentes na rodovia.

No Reino Unido, Hess (2004) concluiu que a instalação de redutores de velocidade pode diminuir em até 45% o número de acidentes com feridos. Em seu método, o autor agrupou rodovias com características semelhantes e chegou à conclusão que aquelas com maior incidência de infrações por excesso de velocidade foram as que mais apresentaram redução nos índices de acidentes.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes realizou estudo a fim de avaliar a eficiência de seu programa de redutores de velocidade em travessias urbanas. No documento, o DNIT afirma que “testes estatísticos aplicados indicam uma efetiva redução de acidentes nos locais de instalação dos redutores de velocidade”. (DNIT, 2010).

O Método IRAP desenvolvido na Inglaterra de contramedidas para aumento da segurança viária aponta que a revisão de medidas de gerenciamento de velocidade é uma medida de média magnitude e apresenta efetividade de 25 a 40% na redução dos acidentes em rodovias rurais (Rodrigues et al, 2019).

Oliveira et al (2015) apresenta uma discussão acerca do comportamento relacionado à velocidade excessiva de condutores em áreas urbanas. A autora observa que, nas rodovias analisadas ocorre o chamado efeito canguru. O fenômeno é caracterizado como a abrupta desaceleração e posterior aceleração antes e após locais com radares de velocidade. A partir disso, sugere-se que novas medidas sejam tomadas a fim de que a velocidade limite da rodovia seja respeitada, como a adoção da velocidade média de trânsito em determinado trecho como método de fiscalização efetivo.

Assim como a velocidade média, os radares móveis também surgem como solução que impede o efeito canguru, uma vez que devido à sua imprevisibilidade, o motorista tende a trafegar na velocidade limite por um período mais longo sob suspeita de ser fiscalizado a qualquer momento. Entretanto, os radares móveis necessitam de operador habilitado, o que encarece de forma acentuada o seu uso.

### **3 MÉTODO E DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 MÉTODO**

A partir da revisão bibliográfica realizada, foram levantadas quais as características que garantem melhoria dos níveis de segurança da via, assim como quais os custos indiretos ligados à falta de segurança que uma infraestrutura deficitária causa ao poder público por meio de acidentes de trânsito.

Para garantir maior conforto, fluidez e segurança ao tráfego da SC-401, foram propostas a aplicação de boas práticas reconhecidas nacional e internacionalmente a fim de garantir uma infraestrutura que minimize a quantidade de acidentes recorrentes atualmente na via.

Porém, antes de propor as intervenções, foram analisadas a história de construção, concessão, duplicação, evolução e urbanização da rodovia, a fim de que fosse compreendida a complexidade que envolve a atual situação da via. O estudo do contexto histórico de qualquer tema que hoje encontra intensa discussão é essencial para que fossem propostas soluções que atendam a maior parte dos problemas que hoje permeiam a SC-401.

Posteriormente, foi realizado o levantamento das atuais características físicas e operacionais da rodovia. Para isso, foram feitas análises visuais através da ferramenta computacional Google Earth Pro, e também por meio de uma visita de campo.

Em seguida, foram calculados os custos indiretos relacionados aos acidentes ocorridos na SC-401 nos últimos anos, com base nos dados do estudo do IPEA “Acidentes de Trânsito em Rodovias Federais” (IPEA, 2015), assim como foram calculados de maneira preliminar os custos para implantação das intervenções propostas.

Com esses valores, foi realizada a comparação dos custos da obra obtidos através do orçamento preliminar, com a diminuição dos custos indiretos gerados pela redução no número de acidentes, a fim de demonstrar a viabilidade econômica da proposta.

## 3.2 DESENVOLVIMENTO

### 3.2.1 História da SC-401

A história da rodovia SC-401 se confunde com a história de Florianópolis, e evidencia uma tendência de direcionamento do desenvolvimento da cidade em função de anseios políticos em oposição ao planejamento e desenhos propostos por planos estruturantes, como conta o livro “Artífices do futuro – Cultura e a invenção de Florianópolis” (1950-1980), de Reinaldo Lindolfo Lohn (SCHMITZ, 2016).

A ideia de uma estrada que ligasse a ponte Hercílio Luz até a praia de Canasvieiras surgiu com o ex-governador Hercílio Luz, a qual seria o caminho para levar o desenvolvimento ao Norte da Ilha, até então apenas alcançado por barco ou a cavalo. Esse desejo passou a ser realidade no governo de Adolfo Konder (1926-1930), quando surgiu a rodovia Virgílio Luz. Entretanto, apesar de sua construção, até meados da década de 1970, o Norte da Ilha manteve pouca expressão no desenvolvimento da cidade. (SCHMITZ, 2016). A Figura 10 ilustra a fase de construção da SC-401.

Figura 10 – Construção da SC-401



Fonte: Portal G1 (2014).

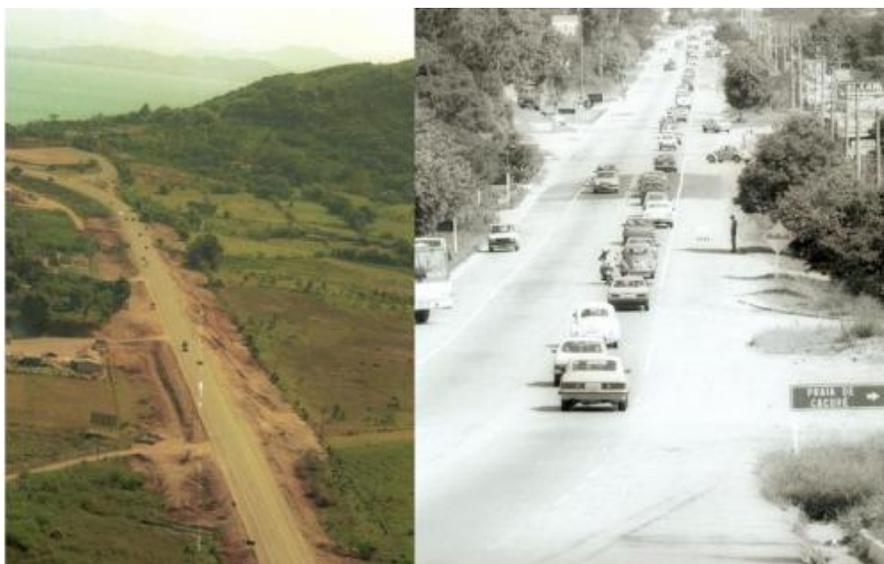
Marcada atualmente como principal meio de ligação rodoviário entre o centro e o norte da ilha, o desenvolvimento e a consequente pavimentação da rodovia tiveram como principal motivador a necessidade de um rápido desenvolvimento turístico e econômico, uma vez que ao final da década de 1950, a cidade temia a

possibilidade de perda do protagonismo e até o título de capital do estado, com a ascensão de cidades como Blumenau e Joinville em destaque, em contrapartida às características frágeis da ilha, que sofria com problemas de assoreamento do porto (que logo foi fechado), fraco desenvolvimento industrial e falta de uma característica econômica pujante (SCHMITZ, 2016).

Esses fatores levaram o primeiro Plano Diretor de Florianópolis, elaborado por técnicos trazidos de Porto Alegre, de 1955, que previa uma “avenida tronco” ligando a parte continental da cidade (pensada para sediar as indústrias) à parte insular, com um eixo viário que priorizava o Sul da Ilha, fosse desconsiderado (SCHMITZ, 2016).

No final da década de 1960 e início da década seguinte, durante o governo de Colombo Salles, foi desenvolvido um novo Plano de Desenvolvimento Integrado da Área Metropolitana de Florianópolis, projeto que seria a base para o novo Plano Diretor de 1976, o qual mostrou a clara tendência de expansão ao norte da ilha como pilar fundamental para o desenvolvimento turístico e econômico da cidade (SCHMITZ, 2016).

Figura 11 - Rodovia SC-401 na década de 1990, início da urbanização e aumento no tráfego



Fonte: Diário Catarinense (2016).

Com o rápido desenvolvimento da região nas décadas de 1980 e 1990, logo foi necessária a ampliação da capacidade da rodovia. Entre 1995 e 1998, o trecho

entre o Itacorubi e Ratoles foi duplicado, e em dezembro de 2011 outros 6,6 quilômetros, entre Ratoles e Canasvieiras também recebeu a adição de duas faixas de rolamento (ALVES, 2016).

### 3.2.2 Processo de concessão

Em 1993 o Departamento de Estradas e Rodagem (DER), atual DEINFRA, lançou o edital para a contratação, em regime de concessão, das obras de duplicação e manutenção da SC-401. A Engepasa S.A. venceu a licitação e firmou com o DER um contrato de 25 anos. O contrato previa a cobrança de pedágio como forma de ressarcimento dos investimentos realizados pela empresa (GONÇALVEZ, 2011).

Para a execução da obra, a empresa tomou dois empréstimos, que seriam pagos no futuro com o lucro advindo da cobrança do pedágio. Os empréstimos foram do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) no valor de R\$ 10 milhões e do BRDE (Banco Regional do Desenvolvimento) de R\$ 7 milhões (GONÇALVEZ, 2011).

Em 1998, com 13 dos 20 quilômetros da SC-401 duplicados, o Conselho de Administração do DER autorizou a terceira prorrogação da obra, e alterou requisitos do edital por meio de resoluções. Esses documentos diminuíam as responsabilidades da Engepasa, transferindo parte delas ao governo, e autorizando então o início da cobrança do pedágio na única praça de pedágio instalada no quilômetro 13 da rodovia (Figura 12) (GONÇALVEZ, 2011).

Figura 12 – Antiga praça de pedágio da SC-401, hoje posto da Polícia Militar Rodoviária



Fonte: Portal De olho na Ilha (2019).

Apesar de o DER ter autorizado o início da cobrança do pedágio, os moradores do norte da ilha, contrários ao pedágio, ingressaram com uma ação popular com apoio de políticos e conseguiram, na Justiça, impedir a cobrança. O movimento “Floripa Sem Pedágio”, criado na época para mobilizar autoridades e a população em apoio ao impedimento da cobrança, conseguiu em 1998 promulgar na Assembleia Legislativa uma lei que isentava a cobrança do pedágio para moradores do norte da ilha (GONÇALVEZ, 2011).

Mesmo com a isenção, o movimento manteve-se contra a cobrança, alegando que ela iria aumentar o custo de vida indiretamente, através do preço de produtos básicos, por exemplo. Além disso, outra questão que foi levada em conta pelo grupo, e também pela Justiça, é de que a rodovia está dentro do município, e liga bairros entre si. Tal característica impediria a cobrança do pedágio, uma vez que apenas rodovias intermunicipais e interestaduais estão aptas a efetuar cobranças do gênero, por meio de concessões.

Com o impedimento da cobrança do pedágio, a Engepas ficou sem meios de obter receita. Com isso, a empresa entrou na Justiça contra o Estado de Santa Catarina para cobrar indenização, uma vez que não conseguiria honrar os empréstimos tomados dos bancos públicos (GONÇALVEZ, 2011).

Em 2004, o TRF-4 decidiu que a empresa deveria ser indenizada pelo valor aplicado nas obras de duplicação, o qual atualizado seria de R\$ 200 milhões, e também pelo lucro cessante, que representa a quantia que a empresa deixou de receber devida não cobrança do pedágio, no valor de R\$ 800 milhões. Os dois montantes chegavam a R\$ 1 bilhão de reais (GONÇALVEZ, 2011).

Porém em 2005, a Procuradoria Geral do Estado de Santa Catarina (PGE) recorreu ao Superior Tribunal de Justiça (STJ), contestando a decisão, sob alegação de que várias provas não haviam sido entregues, ao mesmo tempo que afirmava que o lucro cessante não deveria ser pago à empresa. Em 2009 o STJ acolheu o pedido da PGE, anulando o acórdão do TRF-4 e voltando o processo para novo julgamento

do Tribunal Federal. Desde então, o imbróglio segue sem definição, e nenhum pagamento à empresa foi realizado (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2018).

Com o processo correndo na Justiça, o Governo do Estado finalizou em 2011 o restante da duplicação da rodovia, através de uma obra pública financiada pelos governos Estadual e Federal. O total do investimento foi de R\$ 36 milhões (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2018).

### **3.2.3 Urbanização do entorno**

Construída com intuito de possibilitar o desenvolvimento do norte da ilha, a SC-401 cumpriu seu papel e possibilitou a urbanização e prosperidade de bairros como Jurerê, Canasvieiras e Ingleses, que hoje são os mais destacados em um dos setores que mais atrai dinheiro para a capital do estado, o turismo. Entretanto, devido à falta de fiscalização do Deinfra, a urbanização ao longo da rodovia se intensificou de maneira muito acelerada ao longo das últimas décadas, com construções ao longo de toda a via, dando ares de uma avenida para uma estrada que foi projetada e pensada para funcionar como rodovia (NSC TOTAL, 2017).

Em entrevista ao Portal NSC Total (NSC TOTAL, 2017), a doutora em Engenharia de Tráfego e membro do Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC, Lenise Grando, a grande questão que envolve a SC-401 é o tratamento inadequado dado para a rodovia:

“O projeto da SC-401 é de rodovia, não é pensado como uma via urbana. Sem semáforos ou redutores de velocidade e com acostamentos precários, aliados ao alto volume de tráfego de veículos e pedestres, temos grandes probabilidades de acidentes. Se houvesse uma atenção maior, principalmente com controle da velocidade, poderíamos minimizar o problema” — avalia.

Ao mesmo tempo em que o aumento da urbanização levou para a rodovia características de via urbana, o ex-presidente do Deinfra, Wanderley Agostini, destaca em entrevista ao Portal NSC Total (NSC TOTAL, 2017) que devido à sua concepção, o órgão não possui muitas alternativas para modificar a atual situação da rodovia.

“Para o Deinfra, a concepção do trânsito, o limite de velocidade, a largura das faixas e as interseções são de rodovia, mas para os moradores do entorno a concepção é de avenida. Isso é uma situação complicada. Podemos pensar e tomar ações que melhorem a

segurança, mas certas coisas não são possíveis. A SC-401 é uma rodovia, não uma avenida” — afirma.

O fato é que a rodovia hoje apresenta um misto de características de via urbana e via rural, o que torna a SC-401 a rodovia estadual mais perigosa do estado, com números alarmantes de acidentes.

#### **3.2.4 Desenvolvimento econômico do entorno da rodovia**

Apesar de a urbanização ter trazido inquestionáveis problemas à rodovia, a localização privilegiada da via atraiu diversos investimentos do setor privado ao trecho que liga o Centro ao Norte da Ilha. Hoje, as marginais da SC-401 abrigam um grande número de empresas de tecnologia, as chamadas *startups*. Essa característica deu a rodovia o apelido de ‘Rota do Silício’, em referência ao Vale do Silício americano (CAPELAS, 2018).

Essas ocupações se iniciaram na década de 1990, graças a parcerias entre o Estado e a iniciativa privada, sendo a primeira delas o Parque Tec Alfa, local onde a Softplan, conhecida empresa de tecnologia da cidade, começou. Hoje, a empresa possui sede no Sapiens Parque, outro empreendimento de tecnologia da cidade, localizado logo após o final da SC-401, em Canasvieiras.

Outro exemplo de destaque é a Associação Catarinense de Tecnologia (Acate), que ocupa um galpão de 6 mil m<sup>2</sup> na marginal da rodovia, e hoje abriga inúmeras startups, oferecendo estrutura moderna, aos moldes de grandes centros de inovação, como o Google Campus, em São Paulo (CAPELAS, 2018).

Iniciativas como essa mudaram o perfil da cidade de Florianópolis, de uma cidade predominantemente turística e sazonal, para um polo de tecnologia. Hoje o setor arrecada mais tributos para a Capital do que qualquer outro, inclusive mais do que o turismo. Em 2017, as empresas de tecnologia da Grande Florianópolis faturaram R\$ 6,4 bilhões (PORTAL G1 SC, 2018).

Além do setor de tecnologia, a rodovia hoje também atrai todos os tipos de serviços e comércios. Estão instaladas à beira da rodovia diversas concessionárias de veículos, lojas de departamento, centros educacionais, um shopping center, um hospital, o Centro Administrativo do Estado de Santa Catarina e o Centro de Eventos

Luiz Henrique da Silveira, além de diversos empreendimentos privados como o SC401 Square Corporate (Figura 13), o maior complexo corporativo do sul do país.

Figura 13 – SC401 Square Corporate



Fonte: Google imagens (2019).

Dadas todas as características apresentadas, é notável a importância da SC-401 para o desenvolvimento da região. Seja para levar os turistas que chegam a Ilha pelo continente, ou através do Aeroporto Hercílio Luz, até as praias do norte, ou para levar os trabalhadores de outras partes da cidade para as empresas da região com segurança e agilidade, a adequada conservação e manutenção da rodovia é essencial para a continuidade do desenvolvimento e crescimento econômico da capital, uma vez que hoje grande parte da riqueza gerada na Grande Florianópolis está localizada nesse eixo da ilha.

### 3.2.5 Projeto do Plamus

O Plano de Mobilidade Urbana da Grande Florianópolis, também chamado de Plamus, propõe um completo redesenho da mobilidade da região metropolitana da capital. Incluso nesse pacote de melhorias, está a SC-401 e a proposição de transformá-la em uma avenida urbana, como pode ser visto na Figura 14 (PORTAL ND+, 2016).

Figura 14 - Projeção elaborada pelo Plamus



Fonte: Plamus (2016).

Na configuração proposta pelo plano, a rodovia passaria a ter um corredor de BRT (bus rapid transit) em seu eixo, duas faixas de rolamento para os veículos, ciclovias em ambos os lados da rodovia e calçadas para os pedestres. Além disso, a avenida teria semáforos e a velocidade máxima permitida diminuiria de 80 km/h para 60 km/h (PORTAL ND+, 2016).

Para executar esse ambicioso plano, e transformar os 19,8 km da situação atual para o projeto proposto, seriam necessários cerca de R\$200 milhões, que segundo o plano, seriam captados pelo estado através de parcerias público-privada (PPP) (PORTAL ND+, 2016).

Apesar de pensar de forma moderna o futuro da rodovia estadual mais movimentada do estado, o Plamus não leva em conta dois enormes problemas para a implantação de seu plano. A questão financeira, e a questão da função original da rodovia, que até hoje é cumprida, de servir de passagem para quem transita nos sentidos centro-norte e vice-versa.

O valor de R\$ 200 milhões, no contexto fiscal atual de Santa Catarina, e também do Governo Federal, é algo fora da realidade. Hoje, o Deinfra sequer consegue dar a manutenção adequada para a rodovia, investindo apenas R\$ 2,5 milhões por ano, valor que se mostra insuficiente para garantir um nível mínimo de conforto e segurança para a rodovia (ALVES, 2017). O superintendente regional do

Deinfra, Cléo Quaresma, comenta em entrevista ao Portal ND+ (ALVES, 2017) os motivos pelos quais a rodovia encontra-se no estado atual:

“A conservação e a manutenção são rotineiras, dentro do padrão financeiro que é dado para as estradas. Temos muita dificuldade de alcançar o índice ideal de conservação para a SC-401 por que é uma rodovia que foi entregue ao tráfego em 1975 e hoje temos mais de 40 anos de vida útil da rodovia”

Além da questão financeira, outro problema é que a proposta do Plamus geraria aumento no tempo de viagem para quem usa a SC-401 como passagem. A diminuição da velocidade máxima da via, somada à implantação de semáforos ao longo da mesma, aumentaria significativamente o tempo de viagem para um usuário que sai de Canasvieiras e vai até o Centro para trabalhar, por exemplo.

Para que a transformação da rodovia em avenida fosse viável, seria necessário que houvesse outra alternativa para as pessoas que necessitam fazer o trajeto norte-centro todos os dias. Caso contrário, apesar de melhorar o conforto e a segurança de alguns usuários, como os pedestres e ciclistas, um novo problema surgiria para os moradores do norte da ilha.

### **3.2.6 Municipalização da SC-401**

Diferentemente da grande maioria dos municípios do país, a Ilha de Santa Catarina possui dentro de seu território diversas rodovias estaduais que fazem a ligação de bairros da cidade. Isso acontece porque as áreas urbanizadas são distantes entre si, fazendo com que os bairros do município funcionem como pequenos municípios, interligados por rodovias.

Como possuem jurisdição estadual, o Deinfra é o responsável pela manutenção e operação de todas essas estradas. São exemplos disso as SC-400, SC-401, SC-402, SC-403, SC-404, SC-405 e SC-406. Apesar de essa característica fazer com que a cidade não precise alocar recursos para manutenção das principais vias de tráfego intenso em seu território, acaba levando as mesmas a condições precárias, uma vez que o Deinfra precisa cuidar de inúmeras rodovias ao longo de todo o estado, e com um orçamento limitado, não consegue garantir manutenção adequada.

Com isso em mente, a municipalização da rodovia é tema de debate há muitos anos. Argumentos como a urbanização do entorno e a obtenção de características de via urbana levam diversos especialistas e autoridades a comentar e apontar a municipalização como uma tendência inevitável para a rodovia.

O prefeito de Florianópolis solicitou junto ao governo do estado que as rodovias estaduais que cortam o município fossem repassadas para administração municipal, conforme afirmou em entrevista em 2017 (PORTAL DUCAMPECHE, 2017):

“Há um abandono das rodovias estaduais em Florianópolis. Queremos fazer um convênio com o governo, pois as rodovias estão com mato tomando conta, guard rail amassados, não têm faixas de pedestres pintadas, não há sinalização vertical e horizontal adequada e muitos buracos”.

A sugestão de um convênio indica que o município espera receber do governo estadual valores para manter a rodovia, e fazer o serviço que o Deinfra deveria fazer. A ideia é de que, por saber exatamente as demandas da população quanto à infraestrutura, a cidade poderia distribuir de maneira mais efetiva volumes semelhantes de recursos e melhorar a manutenção e conservação de rodovias como a SC-401. (Alves, 2017).

O doutor em engenharia de transportes, José Lelis Souza, pondera que devido às características atuais da rodovia, sua operação deve ser questionada:

“À medida que se foi utilizando o solo, misturou-se o fluxo de veículos com a circulação de pedestres e ciclistas. Por isso, é preciso repensar a operacionalidade da rodovia”.

Se a vontade política for somada a opinião técnica de especialistas em transportes, o destino das rodovias dentro de cidades deve ser mesmo a municipalização. No caso da SC-401, após a finalização das obras de revitalização, a tendência é de que a jurisdição passe para o município, e que assim, esse patrimônio público possa receber as devidas manutenções e ampliações, para trazer segurança e conforto ao usuário da rodovia.

### 3.3 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DA SC-401

Além das características físicas relacionadas à estrutura da rodovia, serão levantados dados de volume de tráfego, nível de serviço, classificação da rodovia, controle de acessos e estrutura do transporte coletivo, a fim de obter um perfil completo da infraestrutura da via e poder, na sequência, propor intervenções de maneira eficiente.

#### 3.3.1 Características físicas e operacionais da rodovia

A SC-401 apresenta em seus 19,8 quilômetros de extensão diferentes características, tanto físicas quanto operacionais. A velocidade diretriz da rodovia varia de 60 km/h em trechos mais ondulados e perto de interseções, até 80 km/h em regiões mais planas e com menor densidade de acessos. O acostamento da rodovia também é variável, apresentando larguras de 2 metros, até trechos em que ele não se faz presente.

O último ano com dados de volume médio diário (VMD) para a SC-401 foi 2013, quando 50.477 veículos passaram pela estação de contagem do Deinfra, segundo a Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade, fazendo com que a SC-401 seja a rodovia estadual mais movimentada dentre todas em Santa Catarina.

Para a obtenção do VMD para o ano de 2018, último ano completo anterior ao desenvolvimento do presente trabalho, foi feita uma expansão dos valores de 2013. A taxa de expansão do VMD foi definida a partir da evolução da frota de Florianópolis entre os anos de 2013 e 2018, a partir de dados do Denatran (2018) mostrados no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Taxa de crescimento da frota de Florianópolis/SC

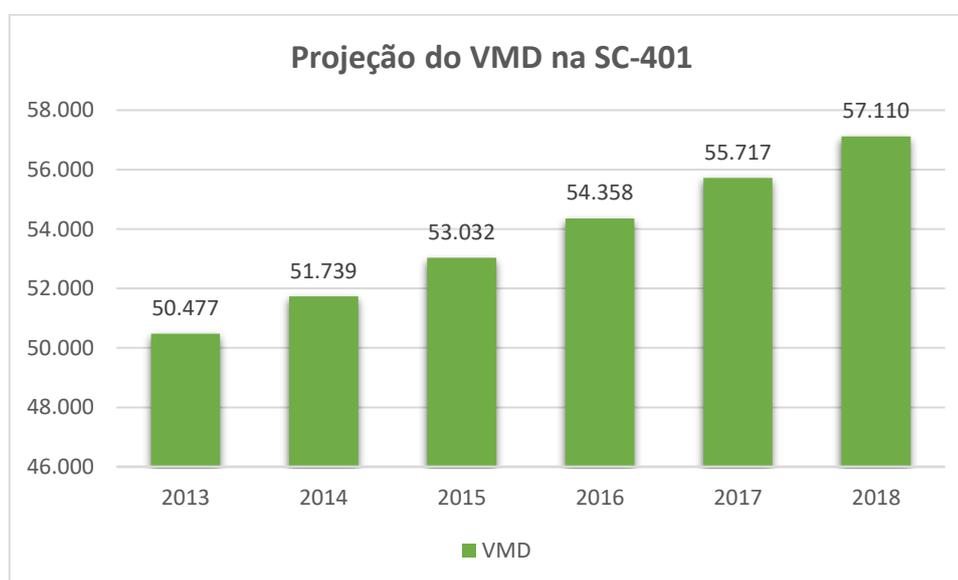
Ano	Frota	Taxa de crescimento anual	Taxa de crescimento acumulada	Taxa de crescimento anual média
2013	312.411	-	-	-
2014	323.148	3,3%	3,3%	3,3%
2015	331.442	2,5%	5,8%	2,9%
2016	337.976	1,9%	7,8%	2,6%
2017	345.441	2,2%	9,9%	2,5%
2018	354.374	2,5%	12,4%	<b>2,5%</b>

Fonte: Denatran (2018).

A partir da expansão dos valores da frota, foi possível observar que a maior expansão na frota ocorreu em 2014, sendo superior a 3%. Entretanto, nos anos seguintes, a taxa de crescimento da frota diminuiu, atingindo um crescimento médio de 2,5% entre 2013 e 2018. Observa-se também que o crescimento acumulado foi de 12,4% no período analisado.

Aplicando a taxa de expansão de 2,5% para o VMD de 50.477 veículos, a evolução do volume de tráfego assume os valores apresentados na Figura 15.

Figura 15 – Projeção do VMD da SC-401



Fonte: Adaptado de Deinfra (2013).

### 3.3.2 Nível de serviço

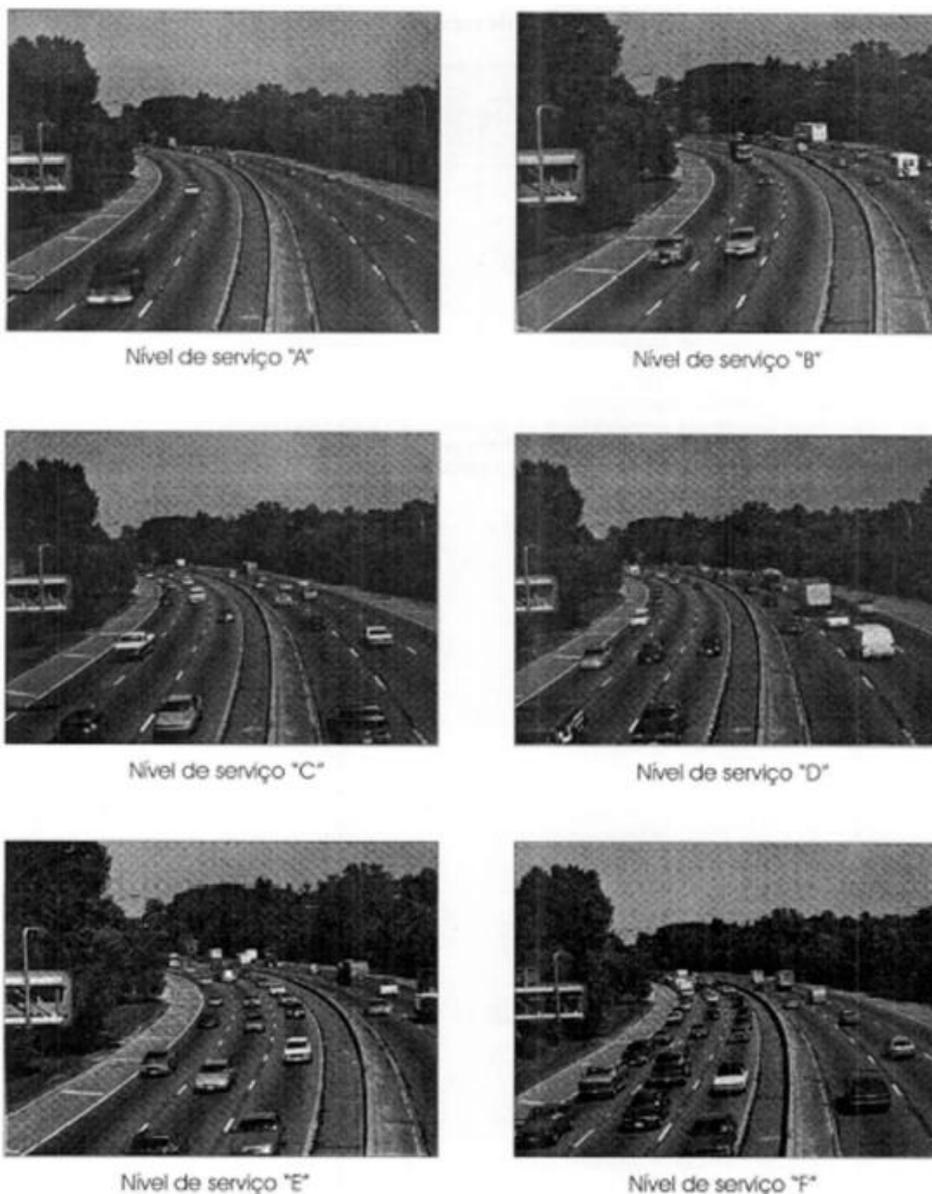
Introduzido através do Highway Capacity Manual – HCM em sua edição de 1965, o conceito de nível de serviço possibilita a avaliação do grau de eficiência do serviço pela rodovia. Para sua determinação, são levadas em conta diversas características físicas e operacionais da rodovia, como: velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobras, interrupções do tráfego, segurança, conforto e conveniência.

Segundo o HCM, os níveis de serviço variam de A a F, sendo que o nível A representa as melhores condições de tráfego e o nível F representa situações de congestionamento. Sendo assim, os níveis de serviço A a E correspondem ao regime

de fluxo livre, enquanto que os regimes congestionado e de descarga da fila correspondem ao nível de serviço F (DNIT, 2006).

A Figura 16 a seguir representa as condições práticas correspondentes aos seis diferentes níveis de serviço existentes.

Figura 16 - Níveis de serviço de uma rodovia



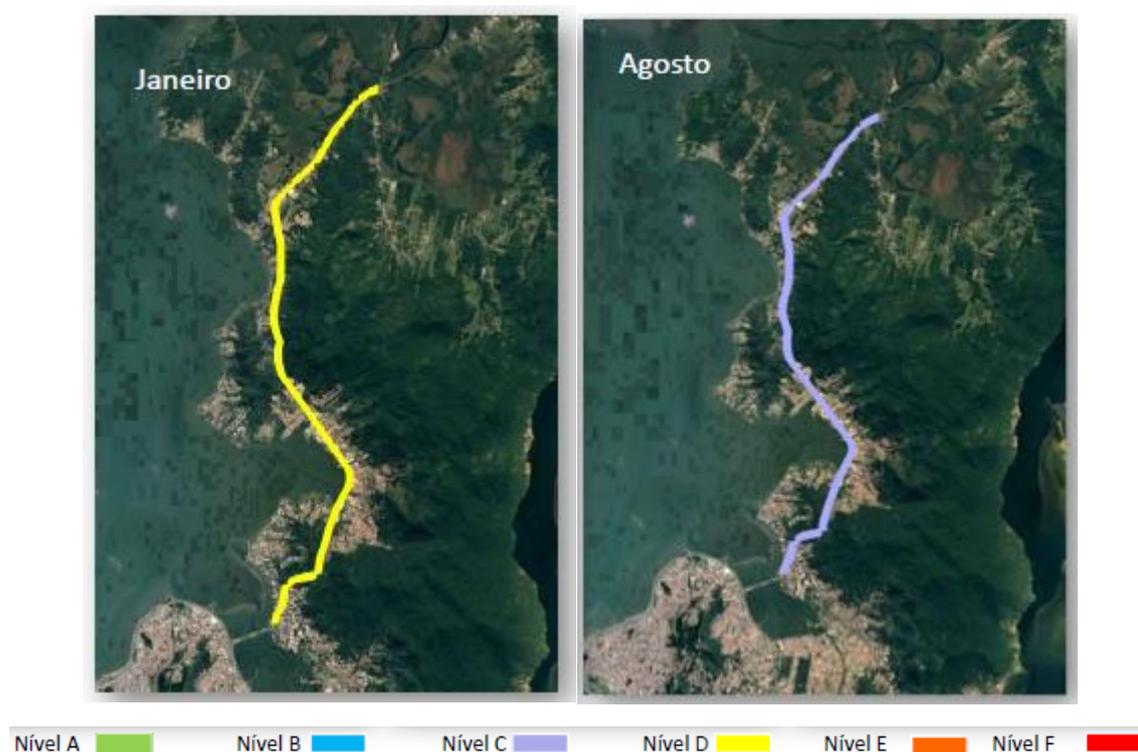
Fonte: DNIT (2006).

Em seu Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil denominado "Estudo de Volume de Tráfego e Nível de Serviço na Alta e Baixa Temporada da Rodovia SC-401" a Engenheira Ana Riqueti (2018) mediu o nível de serviço atual da

SC-401, assim como propôs a implementação de faixas extras e analisou o impacto dessas alterações nas condições de tráfego da rodovia.

O cenário atual apresentado por Riqueti (2018) pode ser visualizado na Figura 17 abaixo, tanto para a alta temporada, representado pelo mês de janeiro, assim como para a baixa temporada, representado pelo mês de agosto.

Figura 17 - Nível de serviço atual da SC-401



Fonte: Riqueti (2018)

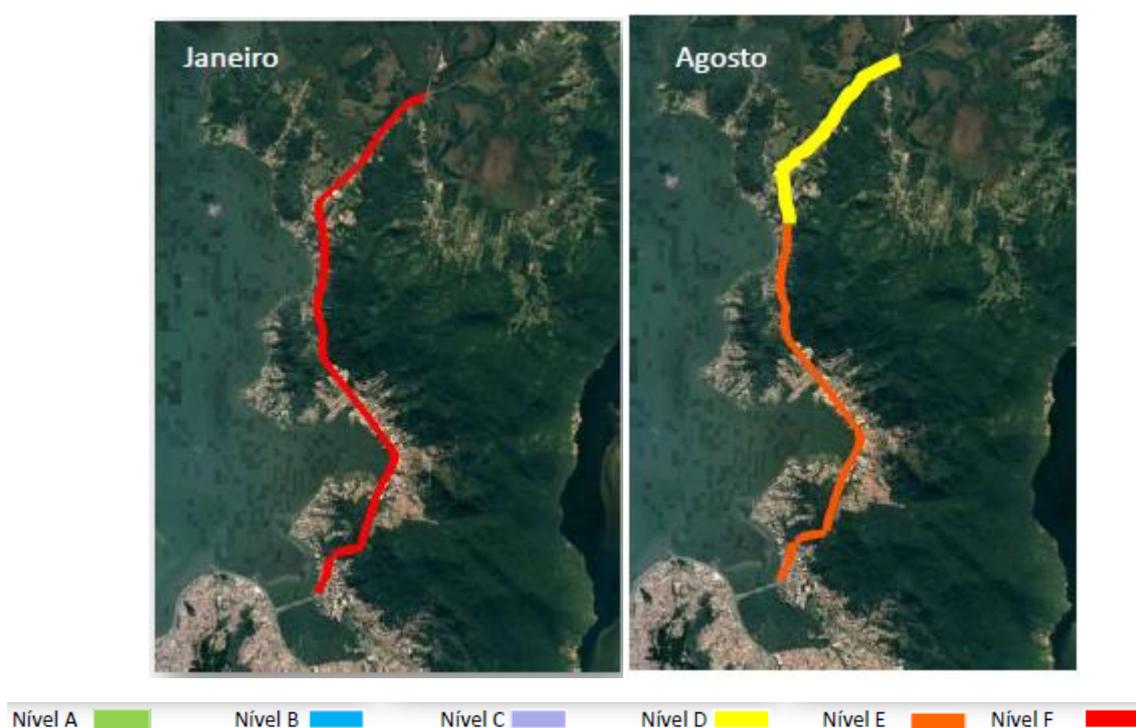
A partir dos resultados obtidos para a atual situação, é possível observar que durante o período de baixa temporada, o nível de serviço da rodovia é classificado como C, o que denota tráfego ainda estável, porém com velocidades e ultrapassagens limitadas pelo alto volume de tráfego (RIQUETI, 2018).

Já no mês de janeiro, foi registrado nível de serviço D, o que aponta para um fluxo de veículos instável, onde os condutores tem sua velocidade restringida e encontram dificuldades para ultrapassar, porém ainda existe certa fluidez nos

deslocamentos. Nesse nível, perturbações no fluxo de veículos podem acarretar em congestionamentos, afirma Riqueti (2018).

Em seu estudo, Riqueti (2018) expandiu o VMD à taxa de 3,5% ao ano, valor médio de crescimento da frota de Florianópolis entre os anos de 2009 e 2018, segundo o Denatran. A partir disso, analisou-se o nível de serviço para a rodovia no ano de 2028, considerando um VMD médio de cerca de 120.000 para o mês de janeiro, e cerca de 80.000 para o mês de agosto.

Figura 18 - Nível de serviço da SC-401 em 2028



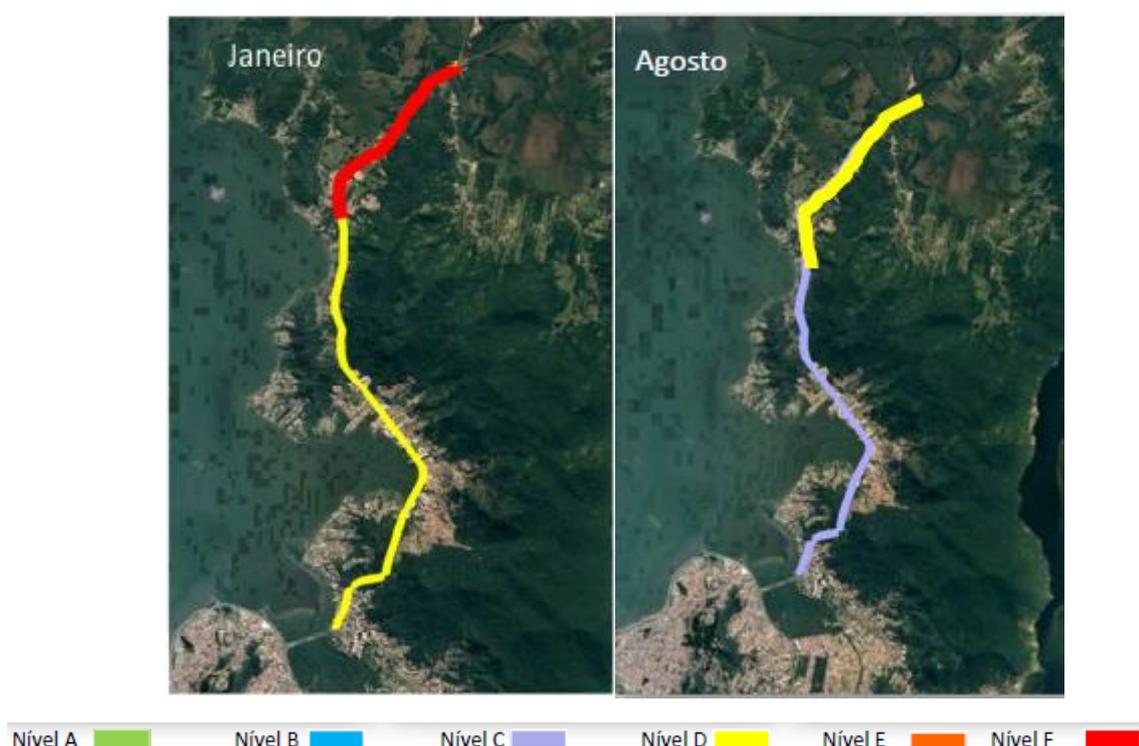
Fonte: Riqueti (2018)

Analisando a Figura 18, é possível ver a acentuada diferença entre os níveis de serviço calculados para a alta temporada, representada pelo mês de janeiro, em comparação com a baixa temporada, representada pelo mês de agosto. No verão, a rodovia atingiu nível de serviço F, o que significa que o limite de capacidade da via foi ultrapassado, causando diversos transtornos no tráfego.

Já para os meses de baixo fluxo, os níveis de serviço alternaram entre D e E, o que representa níveis alarmantes de tráfego, que ocasionariam frequentes congestionamentos, redução na velocidade de tráfego e, por consequência disso, inúmeras perdas econômicas para a cidade.

Por fim, foram também calculados os níveis de serviço para cenários prevendo a implantação de uma faixa extra em ambos os sentidos da via nos trechos entre o viaduto de Santo Antônio de Lisboa e o trevo do Itacorubi. Com essa ampliação na capacidade da rodovia, observou-se melhora no nível de serviço, conforme a Figura 19 mostra.

Figura 19 - Nível de serviço após ampliação da via para 2028



Fonte: Riqueti (2018).

Os níveis de serviço dos trechos que receberam ampliações de capacidade foram reduzidos de F para D, no mês de janeiro, e de D para C no mês de agosto. Essa redução mostra que de fato, a ampliação do número de faixas pode servir como medida paliativa para congestionamentos e excesso de tráfego, uma vez que o inevitável aumento da frota de veículos acaba gerando um maior número de viagens na rodovia (RIQUETI, 2018).

Entretanto, no contexto atual, a capacidade do estado de investir de forma contínua no aumento da capacidade da rodovia é limitada, e admitindo-se que a frota

de veículos manterá a tendência de alta, o contínuo aumento no número de faixas da rodovia não é a melhor alternativa para melhorar a qualidade do transporte da cidade.

A mudança do modal, que hoje é majoritariamente formado por veículos de passeio que transportam em sua maioria apenas um indivíduo, para um modal coletivo, possibilitaria melhor uso do espaço limitado que a rodovia oferece atualmente, garantindo melhor custo-benefício e diminuindo o tempo das viagens.

Caso essa mudança não ocorra, o inevitável cenário futuro que se apresenta é o de a rodovia atingir nível de serviço F em grande parte de sua extensão, gerando grandes perdas econômicas para a região norte da ilha, local que abriga grande parte da demanda turística e tecnológica da capital.

### **3.3.3 Classificação da rodovia**

Para determinar a classificação da rodovia, foram analisados os manuais do DNIT de Implantação Básica de Rodovias (2010), assim como o Manual de Travessias Urbanas (2010). Além desses manuais nacionais, foi também utilizado o manual do Deinfra “*Diretrizes para Concepções de Estradas*” do Deinfra, que é baseado na bibliografia alemã de rodovias, uma vez que a rodovia em análise possui jurisdição estadual.

O Manual de Implantação Básica de Rodovias do DNIT traz uma tabela que classifica as rodovias do país e também define as velocidades de projeto em função do tipo de relevo da estrada. Os critérios que definem as classes das rodovias são:

- Número de faixas de rolamento por sentido;
- O nível de controle de acessos;
- O volume médio diário (VMD).

A classificação completa pode ser visualizada no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação das rodovias segundo o DNIT

CLASSE DE PROJETO (1)	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA (2)	VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (km/h)		
			Plana	Ondulada	Montanhosa
<b>0</b>	Via Expressa – controle total de acesso	Decisão administrativa	120	100	80
<b>I</b>	<b>A</b> Pista dupla – Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível “C” <b>(4)</b>	100	80	60
	<b>B</b> Pista simples	Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400			
<b>II</b>	Pista simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400	100	70	50
<b>III</b>	Pista simples	Volume médio diário VMD 300 - 700	80	60	40
<b>IV</b>	Pista simples	Volume médio diário VMD < 300	80 – 60 <b>(3)</b>	60 – 40 <b>(3)</b>	40 – 30 <b>(3)</b>

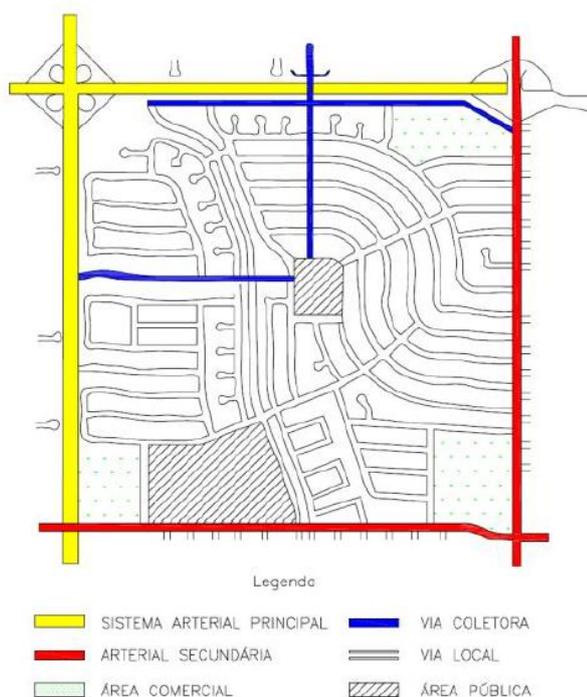
Fonte: Manual de Implantação básica de rodovias, (DNIT, 2010).

Com base nessa tabela, a SC-401 enquadra-se na Classe de Projeto I-A. Entretanto, como originalmente a rodovia havia sido projetada para possuir apenas uma faixa de rolamento por sentido e sua ampliação passou por problemas de execução, obras paralisadas e mal-acabadas, a duplicação não transformou toda a sua extensão em uma rodovia de Classe I-A. Ao invés disso, a rodovia hoje apresenta nenhum controle de acesso (o controle parcial de acesso é requisito de uma rodovia de classe I-A), baixo nível de serviço e trechos sem acostamento.

Ademais, curvas com geometria completamente fora de norma, sinalização inexistente e pontos de ônibus em entradas de curvas são outros graves problemas que a rodovia apresenta, e que deveriam ser corrigidos para que a rodovia pudesse ser considerada dentro dos padrões de uma Classe I-A.

No manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) a classificação das rodovias é feita a partir de características funcionais da via, levando-se em conta suas características de mobilidade e acessibilidade. A Figura 20 ilustra as diferentes classes de vias propostas pelo manual.

Figura 20 - Hierarquia das vias urbanas



Fonte: Manual de Travessias Urbanas, DNIT (2010).

A partir das definições presentes no manual, a SC-401 pode ser classificada como uma via arterial primária, que fornece mobilidade ao tráfego de longa distância entre o centro e o norte da ilha. Apesar de não possuir adequado controle de acessos, a SC-401 não está ligada a nenhuma outra rodovia de classe superior, sendo assim, não pode ser considerada uma rodovia arterial secundária.

O manual “Diretrizes para concepção de Estradas” de 2000 do Deinfra é uma tradução do manual alemão “*Richtlinien für die Anlage von Strassen (RAS), Teil: Knotenpunkte (RAS - K ), Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte (RAS - K - 1), Ausgabe 1988*”, o qual traz uma abordagem para a realidade alemã de veículos e rodovias. Assim sendo, a sua aplicação sem adaptações é passível de distorções.

Apesar disso, a classificação de rodovias que o manual do Deinfra propõe aborda características da via de forma muito mais precisa e detalhada que o manual em vigor do DNIT. A tabela completa de classificação de rodovias pode ser verificada no Anexo A do presente trabalho.

A primeira etapa da classificação define cinco “grupos de categoria” para as estradas, variando de “A” para as rodovias majoritariamente rurais com função de

interligação, até “E” para rodovias urbanas com principal função de acesso. Na sequência, esses grupos são divididos internamente entre diferentes “categorias da estrada”, onde são definidas características mais específicas das rodovias. Essas duas etapas iniciais da classificação das rodovias são denominadas de “função da estrada”.

Na sequência, são dispostas as características de projeto para cada uma das “categorias da estrada” existentes. Essas características são divididas em: tipo de tráfego, velocidade admissível, seção transversal, interseções e velocidade de projeto. A partir da combinação da função da estrada com as características de projeto, é possível obter a classificação final da rodovia. A SC-401 foi classificada na categoria “B-II: estrada de trânsito rápido”, conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação de rodovias segundo Deinfra

Função da Estrada		Características de Projeto					
Grupo de Categoria	Categoria da Estrada	Tipo de tráfego	Velocidade Admissível (km/h)	Seção transversal	Interseções	Velocidade de projeto (km/h)	
1	2	3	4	5	6	7	
<b>B</b>	estradas sem urbanização nas margens;	B I auto-estrada urbana	vam	≤ 100 km/h	pista dupla	nív. Div.	100 90 80 70
	em áreas urbanizadas e pré-urbanizadas;	B II de trânsito rápido	vam	≤ 80 km/h	pista dupla	nív. Div.	80 70 60
	com função determinante de interligação.	B III principal	geral	≤ 70 km/h	pista dupla	nível único	70 60 50
			geral	≤ 70 km/h	pista simples	nível único	70 60 50
	B IV coletora principal	geral	≤ 60 km/h	pista simples	nível único	60 50	

Fonte: Diretrizes para concepção de estradas, Deinfra (2000).

A partir de ambas as classificações, foi possível observar que o manual do Deinfra apresenta uma riqueza de detalhes consideravelmente maior, levando em conta o contexto no qual a rodovia está inserida e também características como o tipo de tráfego e os tipos de interseções existentes.

### 3.3.4 Controle de acessos

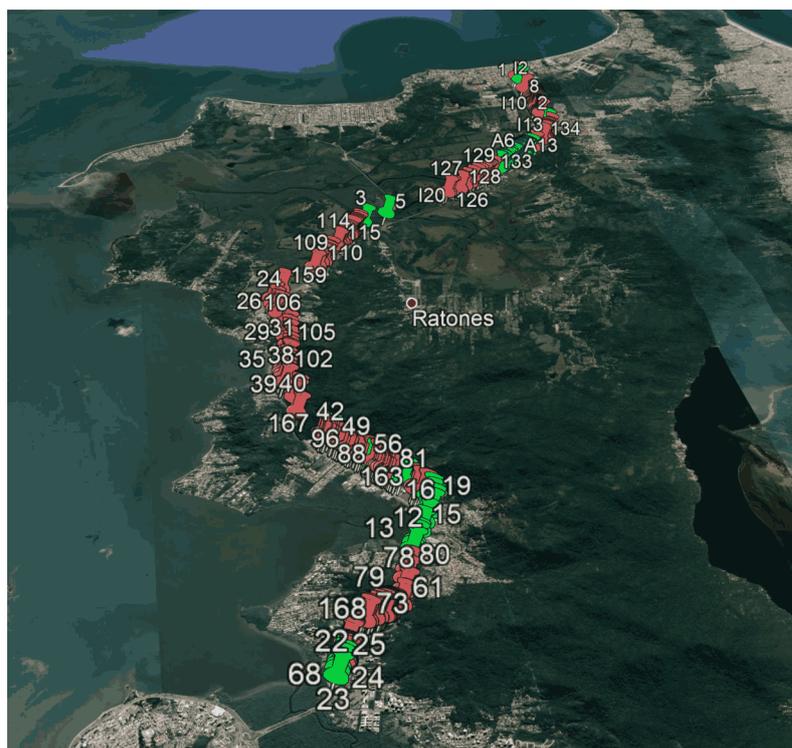
Um dos principais problemas que gera insegurança, desconforto e diminui o nível de serviço da SC-401 é a atual situação dos acessos na rodovia. Em grande parte de sua extensão, não existe nenhum controle ou exigência por parte do Deinfra,

que é o órgão responsável pela rodovia, em impedir ou regulamentar os acessos à rodovia.

Conforme abordado na revisão bibliográfica, o descontrole na liberação de acessos em uma rodovia possui relação direta com o aumento do número de acidentes, uma vez que a entrada e saída de veículos da rodovia sem a adequada infraestrutura gera um aumento no número de possíveis conflitos entre os veículos que trafegam na via.

Com objetivo de verificar a dimensão do problema existente na SC-401, foram quantificados todos os acessos irregulares e regulares ao longo do trecho de estudo, através da ferramenta Google Earth, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 - Cadastramento de acessos



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

Os pontos vermelhos no mapa representam acessos irregulares, enquanto que os verdes correspondem a acessos regulares. Foram considerados acessos regulares os que se encontram em vias marginais e portanto não geram conflito na rodovia principal, e também aqueles que estão na rodovia principal mas respeitam as distâncias entre acessos, distância de visibilidade e também comprimento de faixa de

aceleração e desaceleração presentes no documento do Deinfra intitulado “Normas para Construções de Acessos às Rodovias Estaduais” (Deinfra, 2000).

Os acessos foram contabilizados de maneira separada em função do responsável (poder público ou particular) e de sua localização (via principal ou marginal). Os acessos em vias marginais foram todos considerados regulares. As interseções de grande escala, como o elevado que leva à Jurerê, foram classificadas como acessos de responsabilidade do poder público. Os dados foram compilados na Tabela 6.

Tabela 6 – Cadastramento de acessos

Responsável pelo acesso	Regulares		Irregulares		Porcentagem de acessos regulares
	Via Principal	Via marginal	Via Principal	Via marginal	
Poder Público	5	-	1	-	
Particular	6	65	172	-	<b>30,5%</b>
<b>Total</b>	76		173		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nas informações obtidas através do levantamento realizado, é possível concluir que a maior parte dos acessos irregulares são residências e comércios que possuem ligação direta com a rodovia, enquanto que as interseções de responsabilidade do poder público apresentam, em sua maioria, uma infraestrutura adequada.

A porcentagem de acessos regulares atinge 30,5% devida consideração de que os acessos que estão em vias marginais à SC-401 estão em situação regular (suposição adotada em função da garantia da segurança que a marginal proporciona). Entretanto, se forem desconsiderados os acessos em vias marginais, e levados em conta apenas os acessos ligados diretamente na rodovia principal, a porcentagem de acessos regulares cai para 4%.

Esse dado expõe a incapacidade de regularização encontrada pelos proprietários particulares de terrenos lindeiros, assim como a falta de fiscalização por parte do Deinfra.

Um trecho da SC-401 chama a atenção no que tange à aplicação de vias marginais. No quilômetro 4 da rodovia, foi construída uma interseção em dois níveis, a fim de garantir o acesso ao bairro Vargem Pequena. Em função da grande densidade de edificações na região, foram construídas vias marginais com extensão de 1 quilômetro em ambos os lados da rodovia, a fim de garantir o isolamento dos veículos que passam pelo trecho. Com isso, todas as residências e comércios que antes possuíam contato direto com o fluxo da SC-401, ficaram segregados da mesma, vide Figura 22.

Figura 22 - Defesa metálica garante isolamento da SC-401

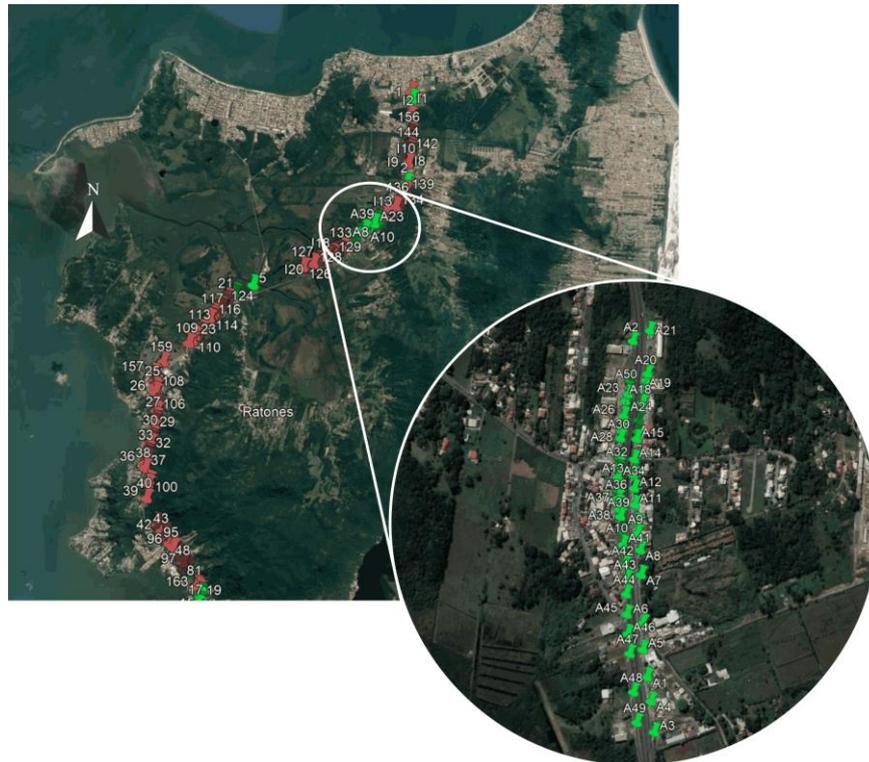


Fonte: Google Earth (2019).

A implantação da defesa metálica separando as vias principal e marginal por 1 quilômetro, sendo 500 metros antes do elevado, e 500 metros após, garantiu que 50 edificações que antes possuíam acesso direto a rodovia, e por consequência geravam diversos conflitos e possivelmente acidentes, fossem isoladas e que o conforto e a segurança dos usuários da SC-401, nesse trecho, fossem garantidos.

Além disso, a construção do elevado ainda serviu como ponto de retorno aos veículos que trafegam na via. A Figura 23 apresenta de forma ampliada a localização do trecho acima citado, assim como traz o quantitativo de acessos considerados regulares em função da via marginal.

Figura 23 - Trecho de aplicação de via marginal



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

A Polícia Militar Rodoviária não possui dados específicos de acidentes desse trecho da rodovia, mas conforme apresentado na revisão bibliográfica e também em função da expressiva diminuição dos acidentes que a rodovia sofreu de 2011 até 2018, sendo que o elevado foi entregue em 2011, é possível supor que o número de acidentes na região tenha diminuído de forma significativa a partir da implantação das vias marginais.

### 3.3.5 Paradas de ônibus

Assim como os acessos irregulares à rodovia, as paradas de ônibus geram conflitos entre veículos. A cada movimento de desaceleração e parada que o coletivo realiza a fim de coletar mais pessoas ou descarregá-las, caso a rodovia não possua infraestrutura adequada, pode gerar uma colisão entre o ônibus e algum veículo que não perceba o movimento.

Para garantir a segurança dos veículos que trafegam na rodovia, as paradas de ônibus devem apresentar, caso estejam localizadas na via principal, faixa de desaceleração e aceleração, baía de espera e uma mínima estrutura para que o pedestre se abrigue. Caso a parada se encontre em rodovia marginal, as faixas de mudança de velocidade são desnecessárias, uma vez que a velocidade da via é baixa e o fluxo de entradas e saídas é alto. Essas duas situações podem ser observadas na Figura 24, sendo que na imagem (a) a parada é em via marginal, e na imagem (b) a parada encontra-se na via principal.

Figura 24 - Paradas de ônibus regulares



Fonte: Google Earth (2019).

As paradas consideradas irregulares foram classificadas de três diferentes formas. Primeiramente, as paradas que se encontravam em locais inadequados como antes de interseções ou próximas a curvas foram consideradas irregulares pelo critério “localização”. Já aquelas paradas que apresentavam falhas estruturais, como pavimentação inadequada, falta de faixa de aceleração e desaceleração, falta de estrutura para os pedestres, foram classificadas como irregulares pelo critério “infraestrutura”. Caso a parada apresentasse ambas as falhas, foi classificada como “localização e infraestrutura”.

A Figura 25 apresenta dois casos de irregularidades, sendo que a imagem (a) demonstra uma parada de ônibus localizada sobre a faixa de desaceleração da entrada para Ratonés, o que não é permitido pelo DNIT, classificada portanto pelo

critério de “localização”. Já a imagem (b) apresenta um ponto de ônibus sem nenhuma estrutura de espera para os pedestres, colocando os mesmos em risco de atropelamento, sendo classificada então pelo critério “infraestrutura”.

Figura 25 - Paradas de ônibus irregulares



Fonte: Google Earth (2019).

A partir da análise de todos os 56 pontos de ônibus existentes ao longo dos 19,8 km da rodovia, chegou-se ao quadro apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Situação geral das paradas de ônibus na SC-401

Paradas de ônibus			
Regulares	Irregulares		
	Infraestrutura	Localização	Infraestrutura e localização
36	15	3	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Apesar de 64% das paradas de ônibus apresentarem infraestrutura adequada, em cinco locais (9%) existem paradas de ônibus gerando risco devida sua inadequada localização, assim como em 17 locais (30%) existe algum tipo de falta de infraestrutura

que gera risco aos usuários da rodovia, sejam eles motoristas de veículos leves e pesados, ou pedestres usuários de transporte coletivo.

#### 3.3.5.1 Travessias de pedestres

A SC-401 possui em toda a sua extensão divisão dos fluxos com o uso de barreiras New Jersey e defensas metálicas, as quais servem para evitar colisões frontais entre os veículos que utilizam a rodovia, mas também possuem a função de impedir o cruzamento de pedestres na rodovia.

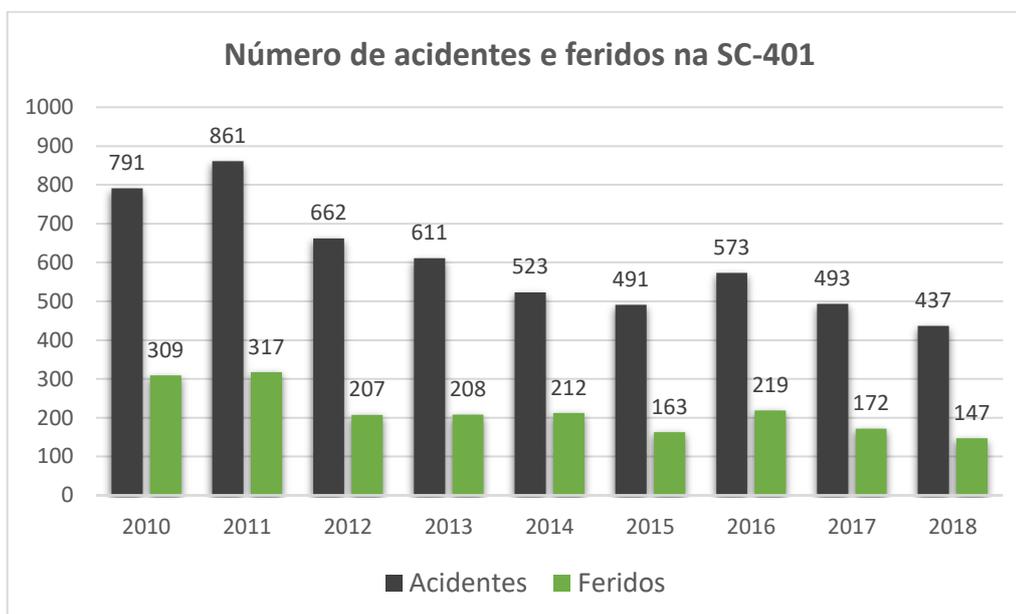
Como já apresentado, a rodovia apresenta em sua extensão 56 paradas de ônibus, sendo 29 no sentido norte e 27 no sentido sul, enquanto que existem apenas 11 pontos de travessia, sendo 4 passarelas e 8 viadutos.

Essa diferença entre o número de pontos de ônibus e pontos de travessia, somada a alta urbanização das faixas lindeiras da rodovia, estimula a população em geral, e principalmente os usuários de transporte coletivo, a atravessarem a rodovia de maneira imprudente e perigosa.

### 3.4 ACIDENTES DE TRÂNSITO NA SC-401

Apesar do aumento significativo do volume de tráfego na rodovia, o número de acidentes apresenta uma tendência contrária nos últimos anos. Conforme pode ser observado no gráfico da Figura 26, o número total de acidentes na rodovia diminuiu de maneira constante desde o ano de 2011, onde atingiu seu pico.

Figura 26 - Evolução do número de acidentes e feridos na SC-401



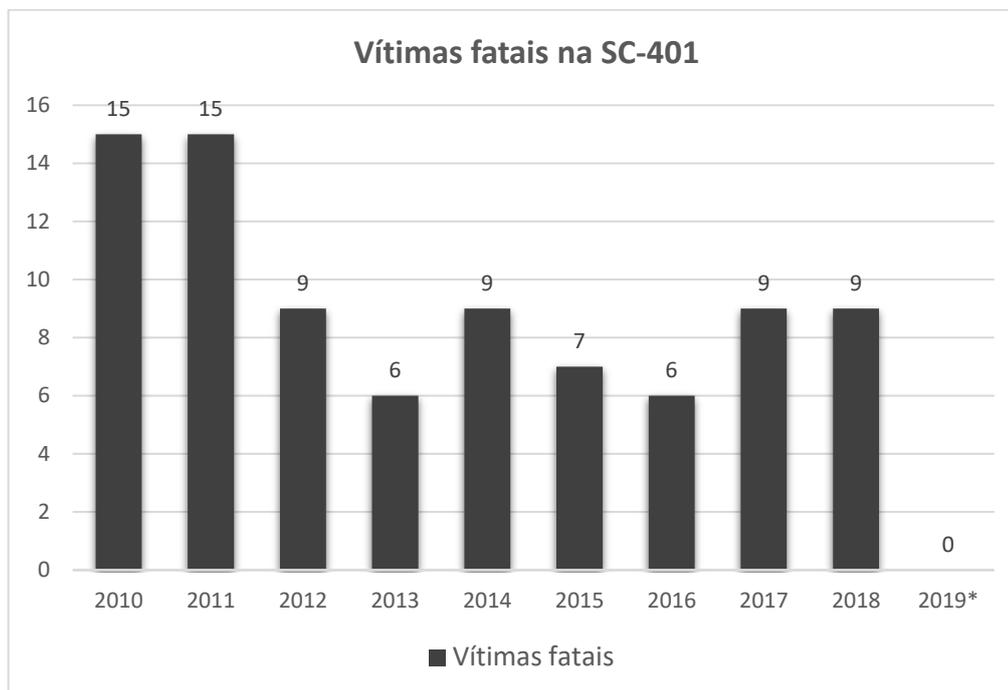
Fonte: PMR-SC (2019).

Comparando o ano de 2011 com o de 2018, a redução no número total de acidentes chega a 50%, o que demonstra um trabalho duro no combate à imprudência no trânsito, como afirma em entrevista o responsável pelo Comando de Policiamento Militar Rodoviário da PMR-SC, tenente-coronel Evaldo Hoffman Júnior:

“Várias situações colaboram para este momento. Implementamos uma série de ações preventivas, principalmente a fiscalização da lei seca”.

Além da diminuição no número total de acidentes, o número de mortos também acompanhou a redução, e em 2019 a rodovia alcançou o maior período sem acidentes fatais desde 1995, com 211 dias sem uma ocorrência com vítima fatal (ABREU e ARAÚJO, 2019). Os dados de mortes são apresentados a seguir.

Figura 27 - Número de vítimas fatais na SC-401



\*dados até setembro de 2019.

Fonte: PMR-SC (2019).

Além da intensificação da fiscalização realizada pela Polícia Militar Rodoviária, algumas intervenções pontuais foram realizadas nos últimos anos e surtiram efeito direto na redução das mortes. A denominada “curva da morte”, trecho próximo ao bairro João Paulo, foi objeto de estudo da Universidade Federal de Santa Catarina e teve seu traçado corrigido. Nos cerca de 500 metros de extensão desse ponto, foram contabilizados 468 acidentes e quatro mortes de 2006 a 2010, segundo Abreu e Araújo (2019).

Contudo, são várias as falhas ainda presentes nos 19,8 quilômetros da rodovia, como afirma em entrevista ao Portal NSC Total (ABREU e ARAÚJO, 2019) o engenheiro do Laboratório de Transportes da UFSC, Flavio de Mori:

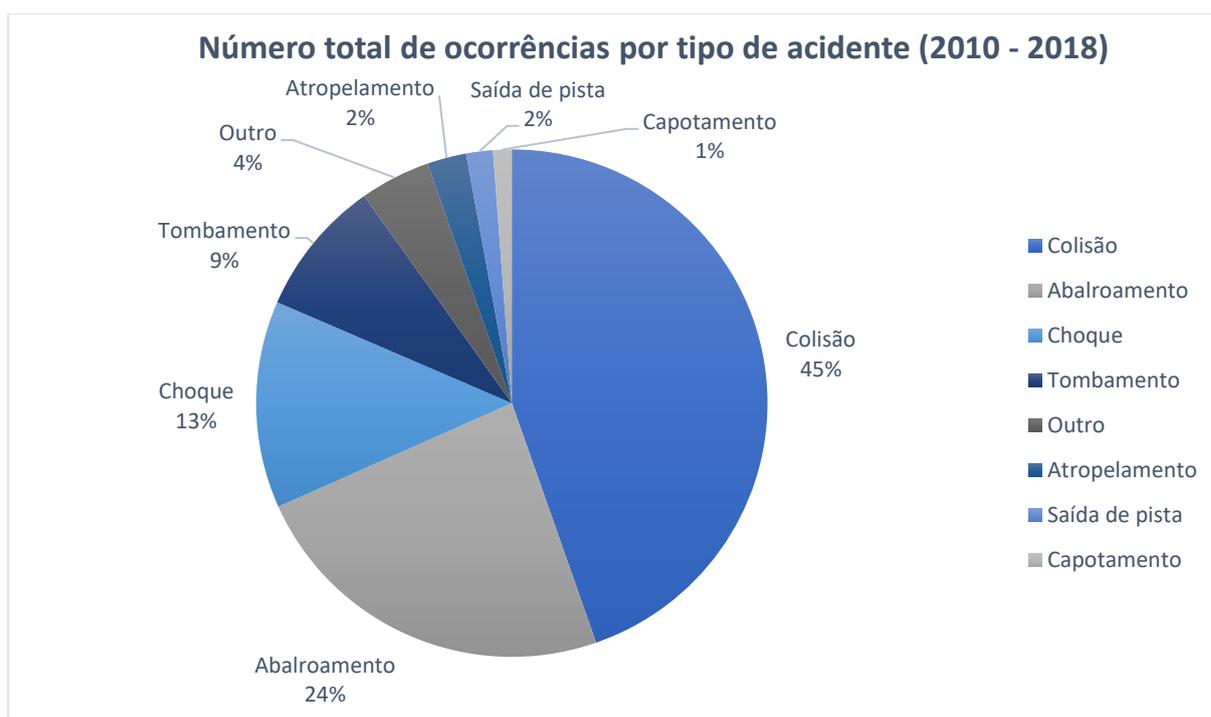
“Alguns pontos, entre Santo Antônio de Lisboa e o shopping, têm retenção de água sobre o asfalto em períodos de chuva”.

Além dos problemas de drenagem, trechos sem acostamento, ausência de defensas metálicas e sinalização deficiente são outras falhas recorrentes em toda a extensão da rodovia.

A característica dos acidentes é um dado qualitativo que ajuda na identificação de quais os principais problemas estruturais que uma determinada rodovia apresenta. Um excessivo número de atropelamentos pode indicar uma falha no controle do acesso de pedestres à rodovia, que pode ser garantido através de barreiras físicas. Ao mesmo tempo, um número elevado de capotamentos e saídas de pista podem ser sintomas de falhas na geometria da pista, como falta de superelevação em curvas ou ausência de acostamento adequado.

Nesse sentido, são apresentados os dados qualitativos dos acidentes no período de 2010 a 2018 fornecidos pela Polícia Militar Rodoviária do estado. Os dados completos fornecidos pela PMR estão no Anexo A. Na Figura 28, são dispostos os percentuais de cada tipo de acidentes em números gerais.

Figura 28 – Dados qualitativos do total de acidentes



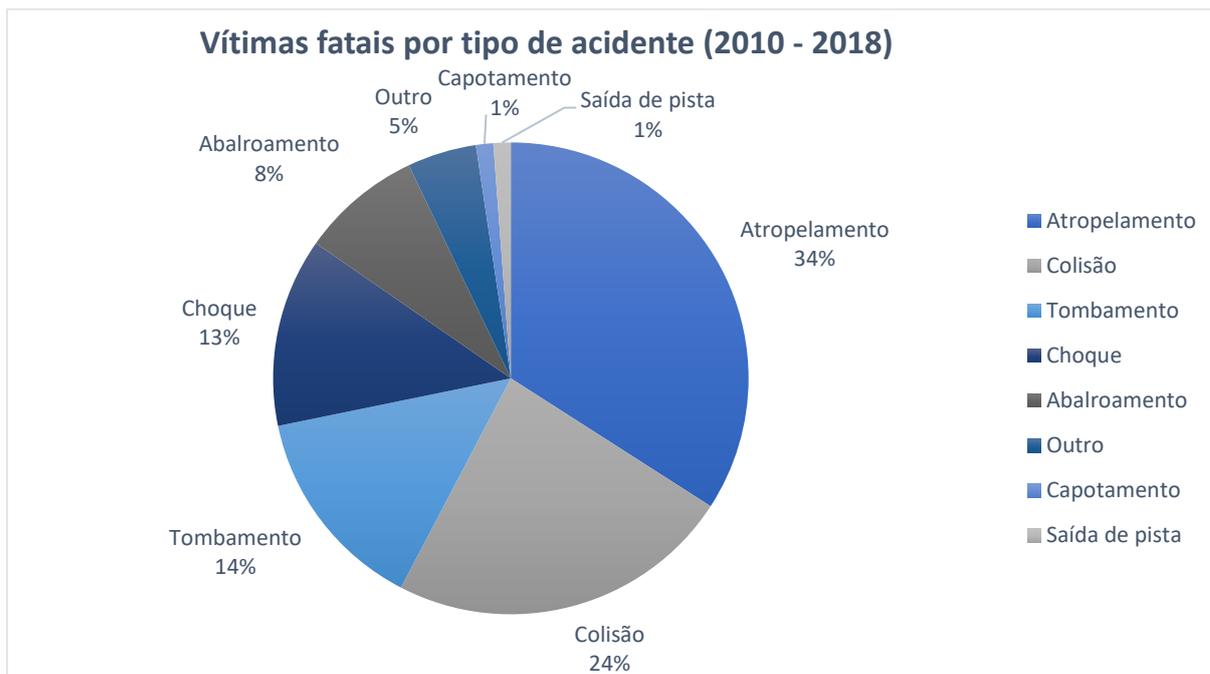
Fonte: PMR-SC (2019).

É possível observar que a grande parte dos acidentes (82%) é composta por três tipos de acidentes parecidos, os quais são: colisão, abalroamento e choque.

Essas ocorrências ocorrem entre veículos (colisão e abalroamento) e entre veículo e algum objeto próximo à rodovia, como um poste ou barreira física (choque).

Além dos dados gerais, pode ser observado na Figura 29 os principais tipos de acidentes responsáveis por mortes na SC-401.

Figura 29 – Qualitativo dos acidentes com vítimas fatais



Fonte: PMR-SC (2019).

O alto número de acidentes fatais causados por atropelamentos (34%), comparando com sua representatividade muito baixa no número total de acidentes (2%) indicam um ponto crítico que pode ser reduzido através do impedimento do acesso das pessoas à rodovia. Isso pode ser feito através da instalação de passarelas para travessia e barreiras e telas antiofuscentes que impeçam o cruzamento da rodovia de maneira imprudente por parte dos pedestres.

De modo geral, os acidentes são em sua maioria causados por uma combinação de fatores, os quais podem envolver falhas humanas, falhas dos veículos e também defeitos estruturais da rodovia. As falhas humanas e dos veículos são de difícil interferência por parte do poder público, porém a disposição de condições de infraestrutura adequada é de total incumbência do órgão responsável pela rodovia, e pode ser minimizado através de intervenções ao longo da rodovia.

### 3.4.1 Custos indiretos dos acidentes na SC-401

Seguindo a lógica aplicada anteriormente para todo o universo de acidentes de trânsito no Estado de Santa Catarina, isolando-se o caso da SC-401, é possível estimar o custo total que os acidentes geram para orçamento estadual. A Tabela 7 traz o custo total gerado pelos acidentes na SC-401 entre 2010 e 2018, assim como o valor total resultante do somatório dos 9 anos analisados.

Tabela 7 - Custos indiretos dos acidentes na SC-401

<b>Custo dos acidentes na SC-401 no período de 2010 A 2018</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade de acidentes</b>	<b>Custo médio por acidente* (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
2010	791		57.509.900,21
2011	861		62.599.271,91
2012	662		48.130.915,22
2013	611		44.422.944,41
2014	523	72.705,31	38.024.877,13
2015	491		35.698.307,21
2016	573		41.660.142,63
2017	493		35.843.717,83
2018	437		31.772.220,47
<b>Total</b>	<b>5.442</b>		<b>395.662.297,02</b>

\*Retirado de 'Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras', IPEA, 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar da redução presenciada nos últimos anos, o custo indireto gerado pelos acidentes ainda atinge mais de 30 milhões de reais por ano. O valor acumulado para os últimos anos chega a quase 400 milhões de reais.

A Tabela 8 traz a análise dos dados relacionados a acidentes com vítimas fatais, os quais trazem um custo quase 10 vezes maior ao estado (custo médio de 646 mil reais por acidente com vítima fatal) do que um acidente sem fatalidade.

Tabela 8 - Custo indireto dos acidentes com vítimas fatais na SC-401

<b>Custo dos acidentes com vítimas fatais na SC-401 no período de 2010 A 2018</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade de acidentes com vítimas fatais</b>	<b>Custo médio por acidente com vítima fatal* (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
2010	15		9.701.444,10
2011	15		9.701.444,10
2012	9		5.820.866,46
2013	6		3.880.577,64
2014	9	646.762,94	5.820.866,46
2015	7		4.527.340,58
2016	6		3.880.577,64
2017	9		5.820.866,46
2018	9		5.820.866,46
<b>Total</b>	<b>85</b>		<b>54.974.849,90</b>

\*Retirado de 'Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras', IPEA, 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor.

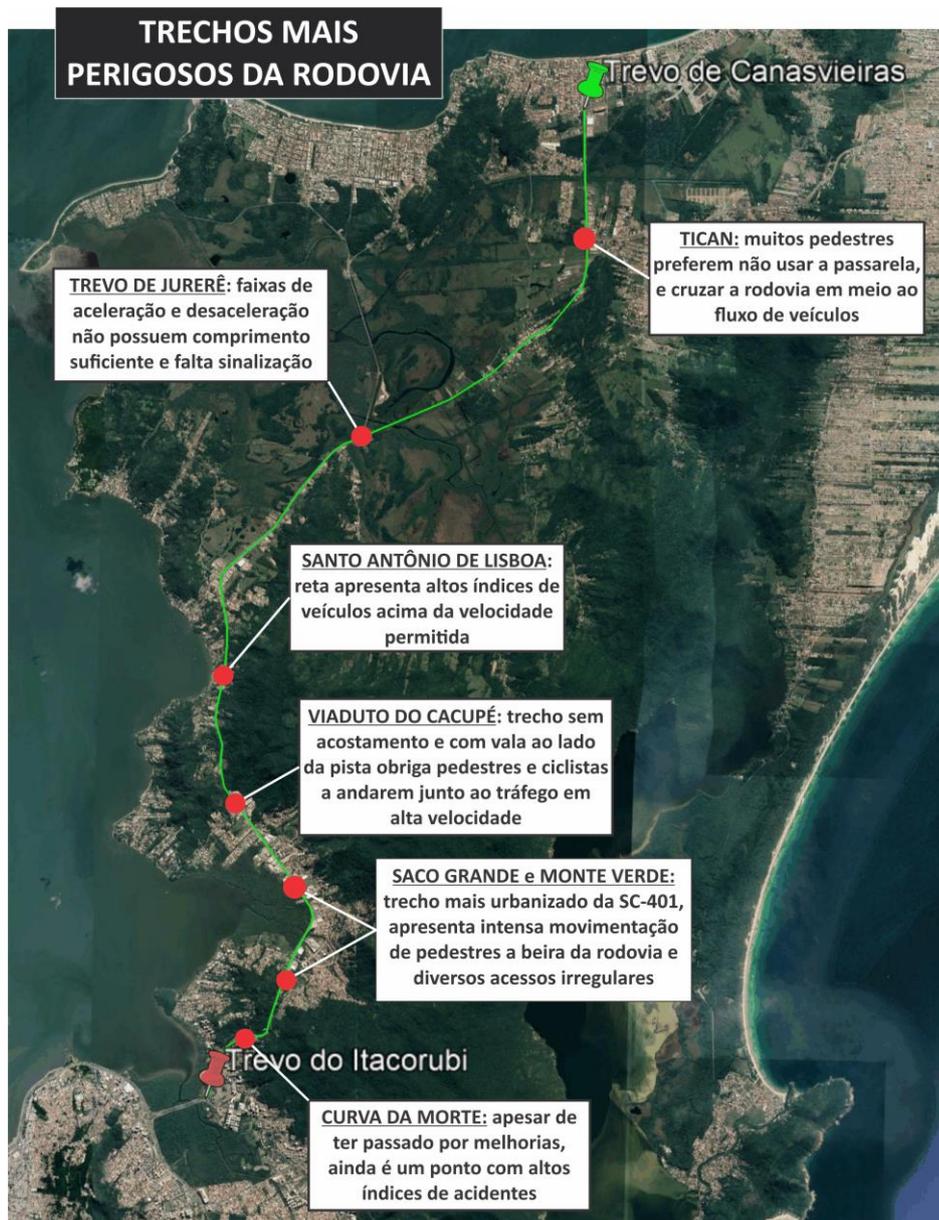
A partir do cenário apresentado, é possível visualizar os custos expressivos e justificar investimentos em intervenções pontuais na rodovia que venham oferecer reduções no número de acidentes e, por consequência, mortes na rodovia. Essas intervenções serão identificadas e discutidas nos capítulos a seguir.

### 3.5 ANÁLISE DOS PONTOS CRÍTICOS

Tendo em vista que a SC-401 possui apenas 19,8 quilômetros de extensão em seu trecho norte, e que existem diversos locais com falhas de infraestrutura, a rodovia será analisada desde o início em Canasvieiras até o bairro Itacorubi, e serão definidos trechos onde esses problemas são mais acentuados e propostas intervenções para corrigir tais defeitos.

Além da análise visual, como forma de definição dos trechos de intervenção, serão levados em conta também quais os pontos mais perigosos da rodovia, que geram mais acidente. O mapa da Figura 30 foi elaborado com base na reportagem "SC-401: Uma combinação explosiva" do site NSC total, na qual foram ouvidos especialistas em transportes e segurança viária, e também levadas em conta estatísticas de acidentes fornecidas pela Polícia Militar Rodoviária.

Figura 30 - Trechos mais perigosos da SC-401.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de NSC TV (2018).

Nota-se que o trecho sul da SC-401, entre o trevo do Itacorubi e o viaduto do Cacupé apresenta a maior quantidade de riscos aos usuários da rodovia. Esse fato está diretamente ligado à maior urbanização da região, que gera inúmeros problemas à rodovia, quando feita de maneira desregulada e descontrolada.

As ocupações lindeiras à rodovia, em sua grande maioria irregulares, acabam gerando problemas de segurança e fluidez no tráfego local, uma vez que o acesso de

grande parte dessas propriedades se dá de forma direta à rodovia, e não através de vias marginais.

A alta densidade demográfica também atrai grandes comércios à região. O maior exemplo disso é o Floripa Shopping, que apesar de apresentar ao seu redor uma infraestrutura razoável, com a presença de via marginal para acesso e também uma passarela, acaba gerando um grande fluxo de pedestres, ciclistas e veículos na região.

Apesar de apresentar muitas falhas, a SC-401 possui algumas exceções à regra. Alguns pequenos trechos da rodovia possuem vias marginais bem dimensionadas, ciclovias e sinalização dentro dos padrões e normas do DNIT. Um exemplo de boa engenharia é o acesso ao Centro de Eventos Luiz Henrique da Silveira, o qual pode ser visualizado na Figura 31.

Figura 31 - Acesso ao centro de eventos LHS



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

Para garantir a segurança da rodovia, foi construída uma via marginal com extensão de 400 metros, com duas faixas de rolamento. Ao final dessa pista de acesso, foi executada também uma faixa de aceleração de 135 metros, o que permite

uma retomada segura dos veículos à rodovia, de acordo com as normas de projeto geométrico de rodovias do DNIT.

Além disso, foram também executadas calçadas e ciclovias, a fim de garantir segurança a todos os usuários que transitam na região do centro de eventos.

Assim como esse exemplo, existem alguns outros trechos ao longo dos quase 20 quilômetros da rodovia que possuem infraestrutura adequada. Existem também, trechos sem urbanização próxima, ou com a presença de propriedades individuais, que não impactam de forma muito significativa na segurança da rodovia.

## **4 PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES**

Com base na revisão bibliográfica realizada, da análise dos pontos críticos e do levantamento das características físicas e operacionais da rodovia, são propostas intervenções ao longo de toda extensão da via, a fim de garantir conforto e segurança aos usuários da rodovia, e também maior fluidez ao tráfego.

As propostas foram elaboradas com objetivo de garantir que o fluxo de passagem da rodovia possua a menor interferência possível do fluxo local das regiões mais urbanizadas. Assim, é possível garantir eficiência tanto na função de mobilidade, quanto de acessibilidade.

As intervenções foram divididas de forma didática entre: intervenções contínuas, as quais possuem característica de continuidade ao longo da via, e intervenções pontuais, as quais são adotadas em pontos específicos e serão abordadas na sequência.

### **4.1 INTERVENÇÕES CONTÍNUAS**

As intervenções contínuas são exibidas na Figura 32 e consistem na implantação de vias marginais em trechos com alta densidade de urbanização e conseqüente alta densidade de acessos, e também na instalação de defensas metálicas ao longo da borda da rodovia, a fim de diminuir o número de acessos irregulares em regiões com densidade média de acessos.



Quadro 5 – Intervenções contínuas propostas ao longo da rodovia

<b>Intervenções contínuas na rodovia</b>				
<b>Trecho</b>	<b>Bairro</b>	<b>Sentido</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Extensão (m)</b>
A	Vargem de Fora	Sul	Via marginal	350
A	Vargem de Fora	Norte	Via marginal	600
B	Recanto dos açores	Norte	Defensa metálica	1500
C	Santo Antônio de Lisboa	Sul	Via marginal	650
D	Santo Antônio de Lisboa	Sul	Via marginal	900
E	Saco Grande	Sul	Via marginal	1400
E	Saco Grande	Norte	Via marginal	1450
F	Itacorubi	Sul	Defensa metálica	200
F	Itacorubi	Norte	Defensa Metálica	400

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.1 Controle de acessos

Para fazer com que os fluxos tráfego de passagem e de tráfego local possuam o menor conflito entre si, é essencial a garantia do controle de acessos da rodovia. Para isso, são indicadas duas soluções básicas. Em regiões de alta densidade de entradas e saídas na via, são propostas construções de vias marginais. Nas áreas com média densidade, onde não se faz necessária e viável a construção das vias marginais, é proposto o fechamento dos acessos irregulares à SC-401 através da instalação de defensas metálicas. Os acessos irregulares com amplo acesso à rodovia devem ser direcionados para um único acesso, com faixa de aceleração e desaceleração adequados. O Quadro 6 resume a extensão de cada uma das intervenções propostas.

Quadro 6 - Extensão das intervenções

<b>Intervenção</b>	<b>Extensão (metros)</b>
Via marginal	5.350
Defensa metálica	2.100

Fonte: Elaborado pelo autor.

O critério definido para estabelecer o que é uma “alta densidade de acessos” foi o número de acessos por quilômetro. A ideia é fundamentada na relação direta

entre o número de acessos de uma rodovia com o número de acidente apresentado por diversas bibliografias. Segundo o Departamento de Transportes de Wyoming (2014), a taxa de acidentes pode subir até 200% caso não haja nenhum controle de acessos na rodovia.

Em trechos com densidade de acessos maior que 10 acessos por quilômetro em um mesmo lado da rodovia, foi indicada a implantação de via marginal. Para intervalos entre 10 e 5 acessos por quilômetro no mesmo lado da rodovia, foi sugerida a instalação de defesa metálica a fim de canalizar os acessos à um ponto adequado. O Quadro 7 apresenta de forma sintética a solução adotada.

Quadro 7 - Critério de controle de acessos

<b>Controle de acessos</b>	
<b>Densidade de acessos por km</b>	<b>Intervenção</b>
> 10	Via marginal
5 - 10	Defesa metálica
< 5	Solução simplificada

Fonte: Elaborado pelo autor.

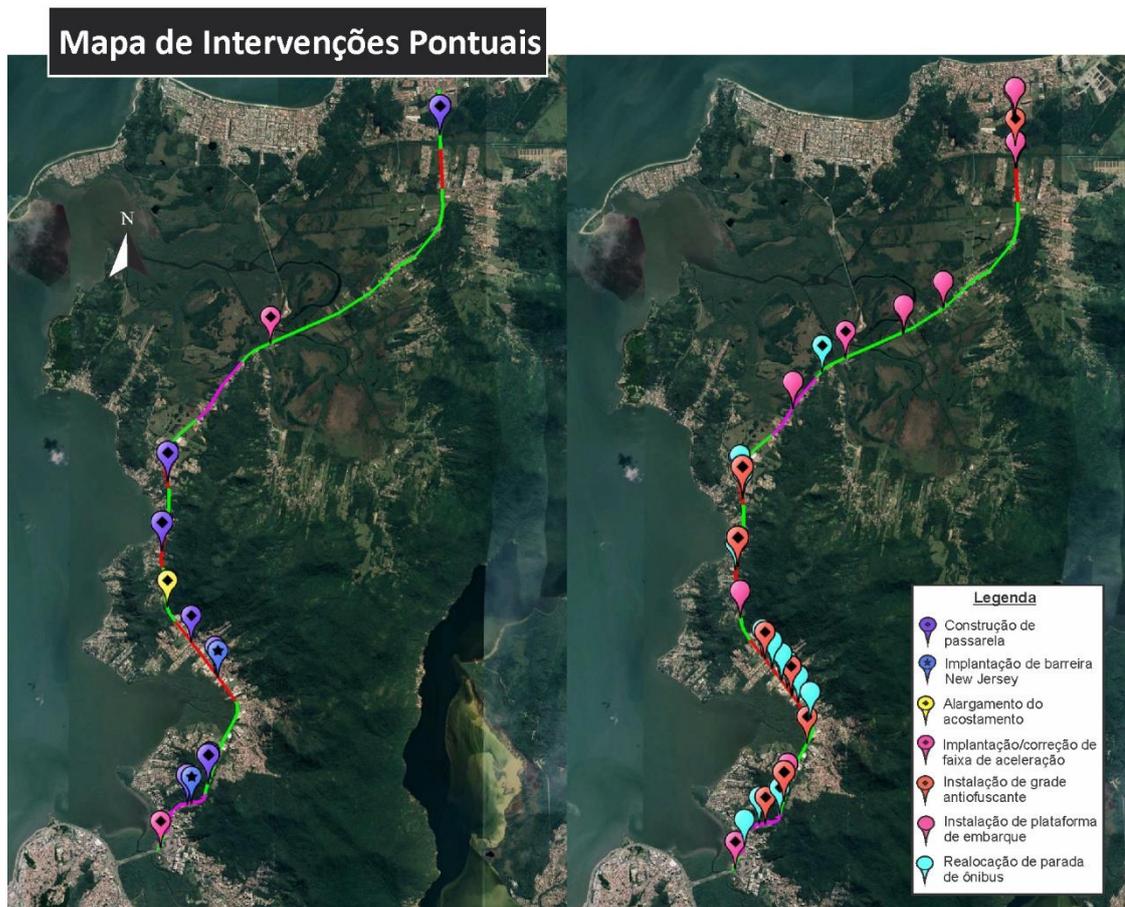
Para densidade de acessos menor que 5 acessos por quilômetro, é sugerida a adoção de uma solução simplificada que garanta a mínima segurança aos usuários da rodovia. O “Manual de Autorização para construção de acessos a rodovias estaduais” do DAER/RS (2017) aborda uma solução simplificada desenvolvida exclusivamente para residências unifamiliares lindeiras às rodovias do estado do Rio Grande do Sul.

No manual, o DAER/RS afirma que devido ao baixo poder de investimento dos proprietários, a exigência de construção de faixas de mudança de velocidade, assim como apresentação de todos os projetos necessários para construção de um acesso nos padrões do DNIT é inviável. Sendo assim, é proposta uma solução simplificada apresentada na Figura 33.



passarelas, alargamento de acostamento, correção de faixa de aceleração, construção de barreiras New Jersey, instalação de telas antiofuscentes, instalação de plataformas de embarque e a realocação de paradas de ônibus. A Figura 34 apresenta de forma visual o local de todas as intervenções pontuais. Foram dispostos dois mapas a fim de melhorar a visualização dos pontos de intervenção, impedindo assim que ocorressem sobreposições.

Figura 34 - Mapa de intervenções pontuais.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

O Quadro 8 apresenta o quantitativo total de intervenções pontuais que são propostas para a rodovia.

Quadro 8 - Intervenções pontuais propostas ao longo da rodovia

Intervenções pontuais			
Intervenção	Extensão (m)	Quantidade (un)	Local
Implantação de faixa de aceleração	230	-	Elevado do Itacorubi
Correção de faixa de aceleração	60	-	Elevado de Jurerê
Alargamento de Acostamento	500	2	João Paulo
Construção de Passarelas	-	7	-
Instalação de telas antiofuscante	600	8	-
Implantação de barreira New Jersey	600	3	-
Realocação de parada de ônibus	-	18	-
Instalação de plataforma de embarque de ônibus	-	10	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os quadros exibidos acima fornecem de maneira sintetizada as intervenções que serão propostas de maneira mais detalhada nos próximos capítulos.

#### 4.2.1 Geometria da via – faixas de aceleração e acostamento

As intervenções na geometria da via são previstas em três pontos do traçado, a fim de garantir maior segurança aos usuários da via, sejam eles motoristas, ciclistas ou pedestres.

A Figura 35 mostra o trecho onde a SC-404 encontra a SC-401 no bairro Itacorubi. Nesse local, a SC-401 apresenta velocidade diretriz de 80 km/h e, portanto, deve-se prever uma faixa de aceleração na interseção suficiente para que os veículos que entram na rodovia atinjam essa velocidade diretriz antes de entrar o fluxo direto da rodovia. Entretanto, no local não existe qualquer faixa de mudança de velocidade.

Figura 35 - Local de implantação da faixa de aceleração no Itacorubi.



Fonte: Google Earth (2019).

O Manual de Acessos do DNIT (2010) traz tabelas que orientam a determinação da extensão da faixa de aceleração de rodovias federais, e será aplicado para esse caso. Considerando que a velocidade na alça de acesso à SC-401 é de 50 km/h, e que a velocidade da rodovia é de 80 km/h, o comprimento total da faixa deve ser de 140 metros, conforme mostra a tabela apresentada na Figura 36 extraída do manual.

Figura 36 - Comprimento da faixa de aceleração.

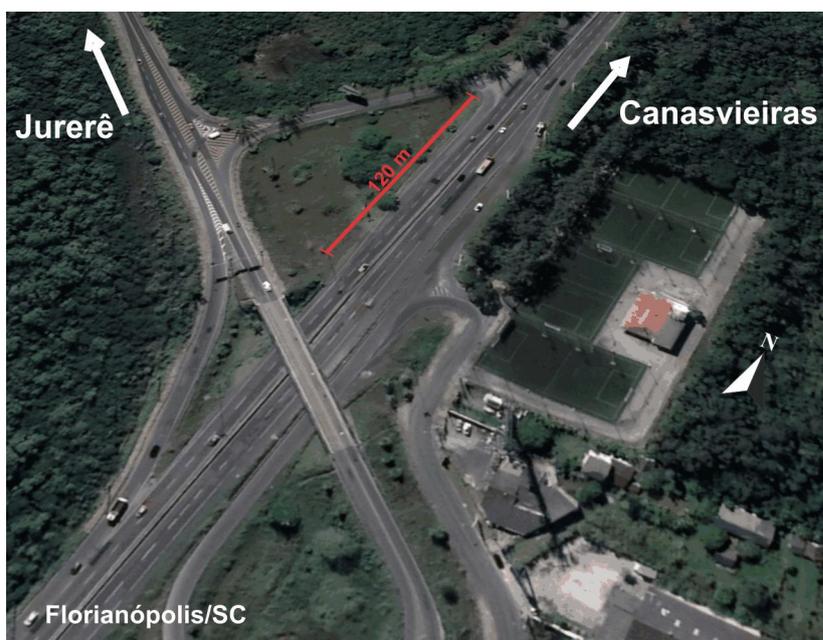
Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de aceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de entrada (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Obs: O comprimento mínimo da faixa de aceleração será sempre o do taper.

Fonte: Manual de Acesso de Propriedades Marginais às Rodovias Federais, DNIT (2010).

Outro ponto que apresenta distância insuficiente na faixa de aceleração encontra-se em uma das alças do trevo de Jurerê, ilustrado na Figura 37.

Figura 37 - Trevo de Jurerê



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

A curva que precede a faixa de aceleração e orienta o veículo ao mesmo alinhamento da rodovia é bastante fechada, o que faz com que os veículos necessitem reduzir a velocidade para percorrê-la. Sendo assim, a velocidade de segurança da curva é de no máximo 40 km/h, o que leva a um valor de 180 metros para a faixa de aceleração, conforme mostra a Figura 36. Atualmente, a faixa possui 120 metros, logo será necessária a extensão da mesma por mais 60 metros para que cumpra o normativo.

Por fim, é recomendada também a implantação de 500 metros de faixa de acostamento no trecho entre Saco Grande e Santo Antônio de Lisboa, em ambos os lados da rodovia. O local, além de não possuir acostamento, apresenta greide elevado, o que pode causar a interrupção da via caso algum veículo que trafegue no local apresente problema mecânico e precise parar de maneira emergencial.

Outro problema relacionado à falta de acostamento, é o tráfego de ciclistas. A bicicleta vem cada vez mais sendo apresentada como alternativa de mobilidade, e a falta de acostamento força os ciclistas a trafegarem em meio aos veículos, o que gera

altos riscos de acidentes. A Figura 38 ilustra o local que deverá receber a faixa de acostamento.

Figura 38 - Trecho sem acostamento



Fonte: Google Earth (2019).

Através das intervenções propostas, será garantida a entrada dos veículos à rodovia na velocidade adequada, de acordo com o manual do DNIT, assim como a implantação do acostamento garantirá maior segurança ao tráfego de veículos e ciclistas na região da intervenção.

#### **4.2.2 Readequação das paradas de ônibus**

Conforme apresentado durante o levantamento da infraestrutura da SC-401, a rodovia possui 56 paradas de ônibus ao longo dos 19,8 km de extensão, sendo que 36 apresentam situação regular e 20 apresentam algum problema, seja de infraestrutura ou de localização.

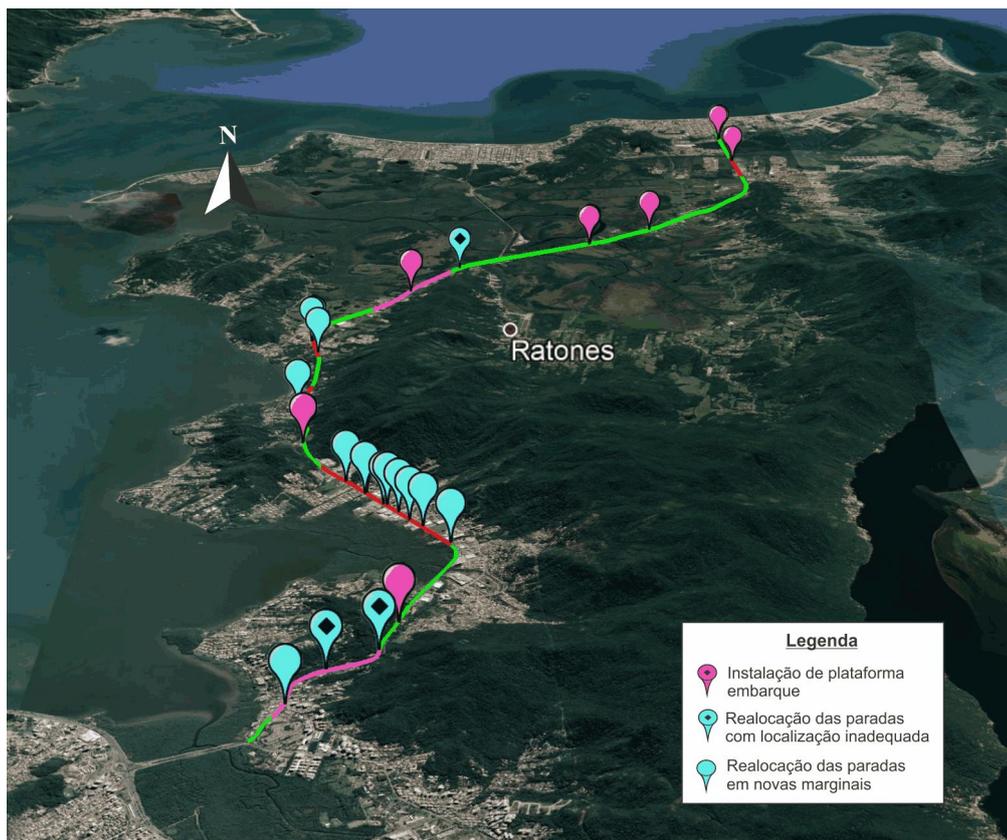
Com base nesses dados, são propostas as seguintes readequações às paradas de ônibus da rodovia:

- a) 3 realocações em função da localização perigosa;
- b) 15 realocações em função de implantação de vias marginais;

- c) 10 instalações de novas plataformas de embarque em locais onde não existem.

Essas 28 alterações estão distribuídas na rodovia conforme mostra a Figura 39 na sequência.

Figura 39 - Readequação das paradas de ônibus.



Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

Dentre as três realocações em função da localização, duas encontram-se no bairro Itacorubi, e estão atualmente situadas a menos de 200 metros de curvas acentuadas. Essa proximidade faz com que o movimento de entrada e saída dos ônibus da rodovia ocorra muito próximo a essas curvas, o que gera um risco considerável de acidente. Já o terceiro ponto de realocação está localizado na entrada do bairro de Ratonos. Essa parada está localizada sobre a faixa de desaceleração do acesso ao bairro, o que segundo o Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) é inadequado.

### 4.2.3 Construção de Passarelas

Em toda sua extensão, a SC-401 possui separação física entre as faixas de rolamento por barreira New Jersey ou defesa metálica dupla, o que teoricamente impede a travessia da rodovia sem o auxílio de uma passarela ou viaduto.

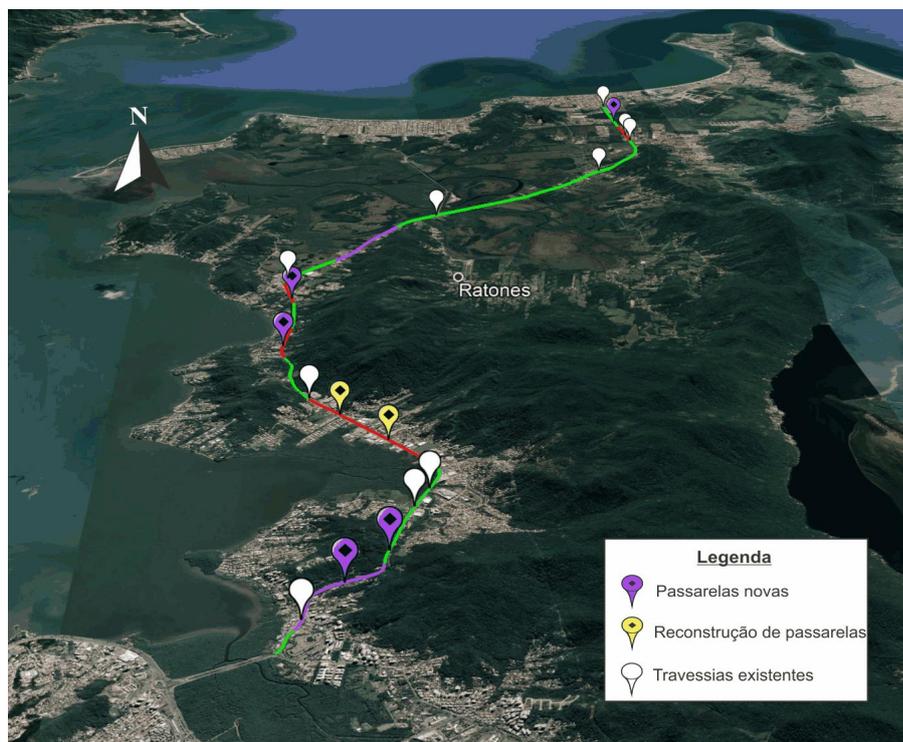
Assim sendo, foram verificados todos os pontos da rodovia que possuem travessias edificadas e analisadas de forma conjunta as distâncias das mesmas para as paradas de ônibus. Observou-se que em diversos pontos da rodovia, o usuário do transporte coletivo precisa caminhar mais de um quilômetro para chegar à travessia mais próxima.

A partir da situação encontrada, foram propostas a construção de cinco novas passarelas. Os critérios para escolha dos locais foram:

- Proximidade com área urbana.
- Distância de mais de 700 metros para uma travessia.
- Presença de parada de ônibus em ambos os lados da rodovia.

Além das cinco novas, foram também propostas a reconstrução de duas das atuais passarelas existentes, localizadas no bairro Saco Grande. A reconstrução foi necessária porque as rampas de acesso a essas passarelas estão localizadas no exato local onde as vias marginais propostas para esse trecho da SC-401 serão implantadas. A Figura 40 apresenta a localização das travessias existentes e também das novas passarelas.

Figura 40 - Mapa de novas passarelas



Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

É importante lembrar que o Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010) prevê que para via-expressa é necessário prever algum tipo de travessia à rodovia, seja por meio de um viaduto, passarela ou passagem subterrânea para todas as paradas de ônibus existentes. Nesse sentido, o manual traz três projetos-tipo indicando como seria a localização das paradas de ônibus em função das diferentes soluções, como mostrado na revisão bibliográfica desse trabalho, na Figura 5.

Apesar de a SC-401 não ser considerada uma via expressa, no tocante às paradas de ônibus e a possibilidade de um pedestre atravessar a rodovia, ela se comporta como uma. Sendo assim, em um cenário ideal deveriam ser construídas travessias na forma de passarelas ou passagens subterrâneas em todos os pontos de ônibus.

Porém, considerando que o presente trabalho visa melhorar a segurança de maneira sustentável e viável economicamente, são propostas a construção de passarelas nos locais mais urbanizados, onde a chance de algum pedestre atravessar a via de maneira indevida é maior.

#### **4.2.4 Barreiras New Jersey e telas antiofuscantes**

A SC-401 foi duplicada de maneira gradual, o que acabou gerando características distintas ao longo de sua extensão. Um exemplo disso são as estruturas utilizadas para dividir os fluxos opostos. No trecho entre os bairros de Canasvieiras e Saco Grande, a divisão das faixas de rolamento é feito por barreira New Jersey, enquanto que entre os bairros Saco Grande e Itacorubi é utilizada defesa metálica dupla. Na prática, as duas estruturas cumprem a função de impedir com que os veículos que trafegam em alta velocidade em sentidos opostos colidam frontalmente.

Entretanto, nos locais onde são indicadas as instalações de passarelas, são também sugeridas a instalação de telas antiofuscantes, as quais são fixadas sobre as barreiras New Jersey a fim de impedir a travessia de pedestres. Sendo assim, serão propostas as implantações de barreiras New Jersey nos trechos onde são sugeridas a construção de passarelas, e a divisão da pista é feita por defensas metálicas.

As telas antiofuscantes são utilizadas de maneira recorrente em travessias urbanas, onde as rodovias foram cercadas pelas cidades e o risco gerado pela proximidade do fluxo de alta velocidade com os pedestres causa problemas.

Como apresentado no capítulo sobre acidentes de trânsito na SC-401, o maior responsável por mortes ao longo da rodovia são os atropelamentos (34% das mortes). Esse número evidencia a importância em se garantir que não haja proximidade entre os pedestres e o fluxo de passagem da via, o que aumenta de forma considerável os riscos de atropelamentos. A Figura 41 mostra um exemplo de aplicação da tela na BR-101/SC.

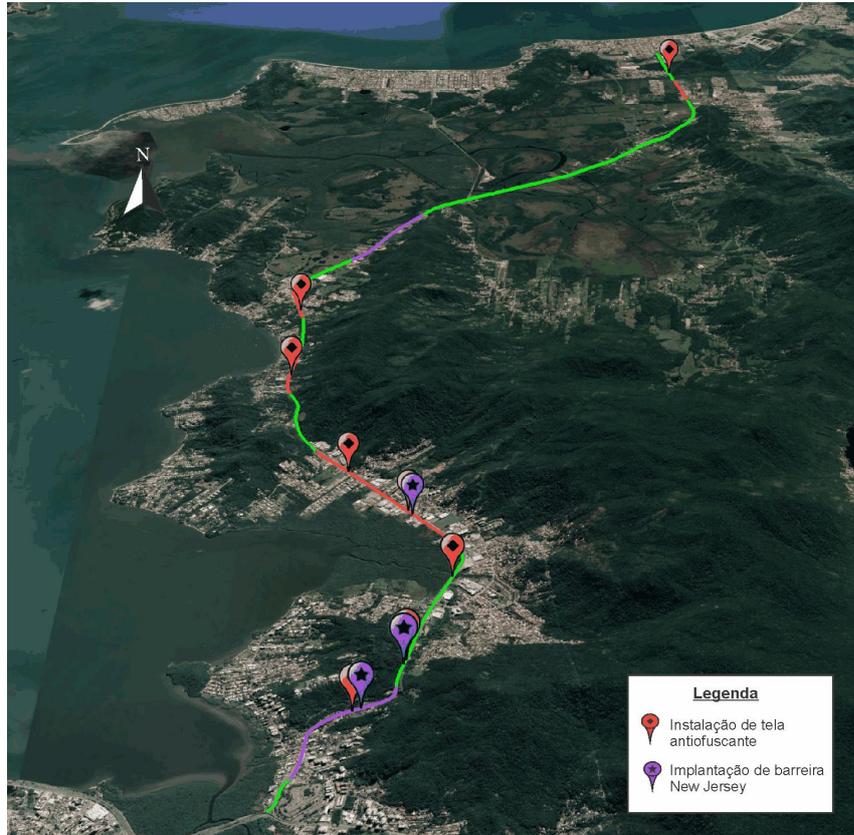
Figura 41 - Tela antiofuscante na BR-101/SC.



Fonte: ClicRBS (2012).

Atualmente, a SC-401 possui apenas um local com a presença de telas antiofuscantes. Sendo assim, são propostas as instalações das telas nos trechos que antecedem e sucedem as novas passarelas que serão construídas, assim como nos trechos em que já existem passarelas, mas essas estruturas não são utilizadas. A Figura 42 apresenta a localização dessas intervenções ao longo da rodovia.

Figura 42 – Telas antiofuscantes e barreiras New Jersey



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

A extensão das telas será de 600 metros, sendo 300 metros para cada sentido a partir do eixo da passarela. No total, serão instalados 4.800 metros de telas, divididas em 8 pontos diferentes da rodovia.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PROJEÇÕES DAS ALTERAÇÕES PROPOSTAS

A fim de ilustrar as propostas de intervenções feitas no capítulo anterior e dar dimensão de como seriam os resultados dessas intervenções na prática, serão apresentadas algumas imagens das principais alterações propostas.

Inicialmente, como exemplo de alteração contínua, considera-se o trecho no bairro Saco Grande, o local mais urbanizado e que dispõe de menos infraestrutura de todo o trecho da SC-401. A Figura 43 apresenta uma projeção a partir da imagem de satélite de como ficariam dispostas as vias marginais após implantação.

Figura 43 - Projeção das vias marginais



Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de Google Earth (2019).

As áreas pontilhadas em vermelho destacam as vias marginais já existentes em alguns pequenos trechos da SC-401 no bairro. A existência desses trechos deve servir de balizador para a implantação do restante das marginais. O ponto P destacado na projeção faz referência a Figura 44, onde é representada a plataforma da rodovia após a intervenção. A imagem destaca a separação dos fluxos de passagem e local que a implantação dessas faixas adicionais tende a gerar. Como exemplo de intervenção pontual, considera-se também a nova disposição das paradas de ônibus, assim como a presença de duas ciclovias em ambos os lados da via.



A realocação das paradas de ônibus para as vias marginais nas áreas mais urbanizadas da rodovia deve reduzir de forma significativa os conflitos gerados atualmente pelos movimentos de desaceleração, parada e aceleração dos ônibus. Hoje, com os pontos localizados ao lado da rodovia, esses movimentos são todos realizados em cima da via de tráfego direto, prejudicando a fluidez e segurança.

Nesse trecho também estão previstas a reconstrução de duas passarelas, as quais deverão ser substituídas em função da implantação das vias marginais. A Figura 45 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** representa a extensão da nova passarela que substituirá a existente. A Figura 46 demonstra como ficarão as vias marginais após implantação.

Figura 45 - Nova passarela no Saco Grande



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46 - Projeção das marginais



Fonte: Elaborado pelo autor.

O trecho do bairro Saco Grande ainda receberá a implantação de acostamento, conforme mostra a Figura 47.

Figura 47 - Implantação de acostamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em dois locais da rodovia são propostas a adequação de faixas de aceleração. No trevo de Jurerê, a faixa de aceleração existente é menor que o indicado pela norma. Já no bairro Itacorubi, não existe faixa de aceleração. A projeção de como ficará o local após a implantação da mesma é mostrada na Figura 48.

Figura 48 - Faixa de aceleração no bairro Itacorubi



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, é proposta a instalação de defensas metálicas em dois trechos, onde a densidade de acessos não justifica a construção de vias marginais, porém ainda assim representa um risco à segurança da rodovia. A Figura 49 apresenta uma projeção de como a instalação das defensas pode impedir o acesso de forma desregulada, canalizando o mesmo a uma única entrada, diminuindo assim os conflitos inesperados e aumentando a segurança da via.

Figura 49 - Defesa metálica



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 RESULTADOS ESPERADOS NOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

Exemplos como a BR-280/SC em Chapecó (redução de 55% nos acidentes) evidenciam que o investimento em uma infraestrutura robusta, que garanta segurança e conforto aos usuários é fundamental para a redução dos acidentes e mortes nas estradas.

Conforme a revisão bibliográfica realizada indica, a garantia do controle de acessos em uma rodovia pode reduzir de forma significativa o número de acidentes em uma rodovia.

Os trechos caracterizados como travessias urbanas, onde o fluxo de passagem entra em conflito com o fluxo local merecem especial atenção, uma vez que a interação entre veículos em alta velocidade com pedestres e ciclistas pode levar a um aumento no número de acidentes graves.

Com as intervenções propostas, espera-se que seja garantido o total controle de acessos nas áreas mais urbanizadas da SC-401, assim como seja reduzido o número de acessos nas regiões com média densidade de acessos, onde serão instaladas as defensas metálicas a fim de canalizar os acessos a apenas um ponto mais adequado. Além disso, a construção de passarelas, novos abrigos de passageiros e a instalação de telas antiofuscantes deverão garantir uma redução também no número de acidentes envolvendo pedestres.

O Departamento de Transportes de Minnesota concluiu na década de 90 que a garantia do controle de acessos reduz em 40% o número de acidentes. Papayannoulis et al (2000) afirma que ao se dobrar o número de acessos em um trecho de uma milha, de 10 para 20 acessos, o número de acidentes aumenta 40%. O Manual de Acessos de Wyoming (2014) aponta que ao se reduzir pela metade o número de acessos por milha, de 60 para 30, o número de acidentes por ano cai em 50%.

A partir dessas afirmações, juntamente com dados empíricos obtidos através da aplicação prática de investimentos em infraestrutura que resultaram na redução de acidentes, é possível afirmar que a partir da implantação das intervenções propostas nesse trabalho deve haver uma redução de pelo menos 30% nos acidentes recorrentes na rodovia.

Considerando que nos últimos 5 anos, a média de ocorrência de acidentes na SC-401 foi de 503 acidentes por ano, uma redução de 30% no número total de acidentes poderia levar a uma redução de 150 acidentes por ano.

## 6 ORÇAMENTO E REDUÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS

### 6.1 ORÇAMENTO PRELIMINAR

A fim de mensurar de maneira preliminar os custos envolvidos na aplicação de todas as intervenções propostas nos capítulos anteriores, foi realizado um orçamento utilizando como fontes os Custos Médios Gerenciais (janeiro/2018) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) (abril/2019) do DNIT, além do Referencial de Obras Rodoviárias do Deinfra (agosto/2013).

A Tabela 9 apresenta os quantitativos totais das intervenções, seus respectivos custos unitários e totais.

Tabela 9 - Orçamento preliminar

Orçamento preliminar das intervenções					
Intervenção	Unidade	Quantitativo	Custo unitário	Custo total	Fonte
Via marginal	km	5,35	R\$ 2.160.000,00	R\$ 11.556.000,00	DNIT (gerencial)
Faixa de aceleração	km	0,29	R\$ 1.296.000,00	R\$ 375.840,00	DNIT (gerencial)
Acostamento	km	1,00	R\$ 864.000,00	R\$ 864.000,00	DNIT (gerencial)
Calçada	m <sup>2</sup>	16.050	R\$ 27,76	R\$ 445.548,00	DEINFRA
Defensa metálica	m	2.100	R\$ 223,41	R\$ 469.161,00	DEINFRA
Barreira New Jersey	m	1.800	R\$ 473,90	R\$ 853.020,00	DNIT (Sicro)
Passarela	m	850	R\$ 4.500,00	R\$ 3.825.000,00	DNIT (gerencial)
Tela antiofuscante	m	3.600	R\$ 288,00	R\$ 1.036.800,00	DNIT (edital)
Abrigo de passageiro	Un	18	R\$ 4.655,39	R\$ 83.797,02	DEINFRA
<b>Total</b>				<b>R\$ 19.509.166,02</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O custo utilizado para as vias marginais foi o de implantação de pista simples com faixa de 3,6 metros e acostamento de 1,0 metros do relatório de custos médios gerenciais de 2018 do DNIT. Esse custo foi considerado equivalente ao da plataforma da pista marginal, que é composta por duas faixas de 3,6 metros.

Para a faixa de aceleração, foi considerado 60% do custo da via marginal, uma vez que a mesma é composta por apenas uma faixa de rolamento, enquanto que o custo unitário da via marginal é para uma via simples, ou seja, corresponde a duas faixas de 3,6 metros. Já para o acostamento, foi previsto um custo de 40% da via

marginal, porque equivale a uma faixa menor, variando de 2 a 2,5 metros de largura, e em geral possui uma capa mais fina de pavimento.

A metragem total da calçada foi obtida multiplicando-se a extensão total da via marginal (5.350 metros) por 3 metros, o que equivale a largura da calçada. Assim, o resultado foi uma área de calçada de 16.050 metros quadrados.

Com relação à passarela, o valor total de 850 metros a serem construídos foi obtido através da multiplicação da extensão de uma passarela referencial (passarela localizada em frente ao Floripa Shopping, com 170 metros) por 5, que é o número de passarelas que serão construídas.

Assim também foi calculada a extensão da tela antiofuscante, cujo valor de 3.600 metros foi obtido através da multiplicação por 6 da extensão de 600 metros adotada para cada ponto onde será instalada a estrutura.

Com isso, o valor total da intervenção ficou em R\$ 19.509.166,02, sendo que 63% do valor total foi empenhado na construção das vias marginais. Cabe ressaltar que esses custos podem ser maiores em função de características específicas dos locais das obras, uma vez que não estão sendo consideradas questões ambientais, peculiaridades do solo da região, existência de rochas ou taludes instáveis. Esses detalhes podem aumentar de maneira substantiva o custo da obra.

## 6.2 REDUÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS COM ACIDENTES

Na seção “Custos indiretos dos acidentes na SC-401” desse trabalho foram calculados os custos indiretos dos acidentes na SC-401 nos últimos 9 anos. A partir do custo unitário médio por acidente, é possível mensurar o quanto o poder público deixaria de gastar por ano em custos indiretos, caso houvesse uma redução de 30% no número total de acidentes a partir da implantação das propostas de intervenções descritas no trabalho. A Tabela 10 traz o valor da redução do custo indireto.

Tabela 10 - Redução esperada no custo indireto com acidentes

Redução no nº de acidentes	Custo médio por acidente*	Redução no custo indireto anual
150	R\$ 72.705,31	<b>R\$ 10.905.796,50</b>

\*Dado obtido no Estudo de Acidentes em Rodovias Federais, IPEA (2015)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando o custo médio por acidente de R\$ 72.705,31, a redução no custo indireto anual chega a quase 11 milhões de reais.

### 6.3 COMPARAÇÃO COM O CUSTO DAS IMPLANTAÇÕES

Ao comparar o custo de implantação das intervenções propostas, calculado no capítulo anterior, com a redução no custo indireto anual dos acidentes que as mesmas intervenções sugeridas devem causar, é possível mensurar de forma direta quantos anos seriam necessários para que, mesmo que de forma indireta, as obras tivessem retorno monetário para o poder público.

O custo preliminar obtido foi de R\$ 19.509.166,02. A redução nos gastos indiretos anuais foi de R\$ 10.905.796,50. Sendo assim, seriam necessários 20 meses aproximadamente para que os custos envolvidos na implantação das intervenções fossem compensados pela economia gerada com os custos indiretos dos acidentes.

A partir desse 1 ano e 8 meses, além de um maior conforto e fluidez do tráfego, o poder público ainda economizaria cerca de R\$ 910.000,00 por mês com a redução no número de acidentes provocada pelas intervenções na infraestrutura da SC-401.

Cabe ressaltar que os custos calculados, assim como o tempo necessário para o *payback* são valores estimados, e que em função de peculiaridades da obra, como questões de licenças ambientais ou complexidades não consideradas, tanto o custo quanto o tempo de retorno do investimento podem aumentar de maneira significativa.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7.1 CONCLUSÃO

A SC-401 passou por um intenso processo de urbanização nos últimos anos, o que levou a rodovia obter características de via urbana, apesar de ter sido projetada e construída como uma via de ligação. Essa mistura dos fluxos de passagem e local gerou um aumento no número de acidentes, fenômeno que é observado em muitas regiões metropolitanas do Brasil.

Os acidentes na rodovia atingiram seu pico em 2011, quando foram registradas 861 ocorrências e 15 mortes. Apesar de ter apresentado significativa redução, no ano de 2018 foram registrados 437 acidentes e 9 mortes na rodovia, o que gerou um custo indireto de R\$ 31.772.220,47 ao poder público. As causas dos acidentes envolvem três principais fatores: falhas humanas, defeitos do veículo e deficiência da infraestrutura. Dentre as três, o poder público tem direta interferência no terceiro fator e deve, portanto, garantir que essa causa seja minimizada ao máximo.

As travessias urbanas, nome dado às rodovias que atravessam regiões densamente urbanizadas, são objeto de estudo de diversos manuais e trabalhos científicos. São duas as soluções geralmente adotadas para essas vias: construção de um contorno viário, com intuito de remover o fluxo de passagem da travessia e torná-la uma via urbana, ou transformação da travessia em uma via expressa, com estrito controle de acesso (prática americana). Trazendo ambas as ideias ao contexto da SC-401, é evidente que as soluções são impraticáveis, pois não há espaço na ilha para a construção de um contorno viário e, ao mesmo tempo, não seria razoável transformá-la numa via expressa, uma vez que a mesma precisa atender aos fluxos locais e fornecer acessibilidade.

Dado o cenário, para que seja possível garantir mobilidade ao fluxo de passagem e, dentro do possível, garantir acessibilidade ao fluxo local, a solução encontrada foi a adoção de três grandes medidas: maior controle de acessos através da instalação de defensas metálicas e vias marginais que impeçam o acesso direto das propriedades lindeiras à rodovia, reduzindo o número de conflitos gerados ao longo da trecho; construção de vias marginais e realocação das paradas de ônibus para as bordas das mesmas, gerando nos trechos mais urbanizados uma clara divisão

dos fluxos de passagem e local; e garantia de infraestrutura para pedestres e ciclistas, através da construção de mais passarelas, instalação de telas antiofuscantes que impeçam o cruzamento da via e construção de ciclovias, medidas que objetivam a redução de acidentes envolvendo os usuários mais frágeis da rodovia, os quais são responsáveis pela maior parte dos acidentes fatais.

Essas propostas são discutidas de forma extensiva na bibliografia internacional, as quais apresentam diversos estudos relacionando a densidade de acessos com o número de acidentes (Wyoming, 2014), assim como a efetividade de melhorias gerais na infraestrutura na redução nas taxas de acidentes (iRAP, 2006). Através de uma combinação dessas medidas e estimativas de redução de acidentes citadas nas diversas bibliografias pesquisadas, é possível estimar que as proposições feitas possam gerar uma redução de pelo menos 30% no número total de acidentes na SC-401.

## 7.2 RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aplicação do método de avaliação de rodovias iRAP para a SC-401 e sugestão de melhorias baseadas na classificação encontrada.
- Estudo sobre a municipalização da SC-401: impactos positivos e negativos da mudança da jurisdição da rodovia.
- Análise da proposta do Plamus de transformação em avenida urbana: impactos na mobilidade e acessibilidade da rodovia.
- Proposição de alternativa de ligação entre o Norte da Ilha e o centro.

## REFERÊNCIAS

- ABREU C., ARAÚJO P., **SC-401 Chega a 211 dias sem mortes**. 2019. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/sc-401-chega-a-211-dias-sem-mortes>>. Acesso em 30, set. de 2019.
- ALVES F. **Com características de via urbana, municipalização da SC-401 pode facilitar soluções**. 2017. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/especiais/com-caracteristicas-de-via-urbana-municipalizacao-da-sc-401-poderia-facilitar-solucoes/>>. Acesso em: 24, ago. de 2019.
- \_\_\_\_\_. **Construída para desenvolver o Norte da Ilha, SC-401 é a rodovia mais perigosa de Santa Catarina**. Portal ND+. 2016. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/construida-para-desenvolver-o-norte-da-ilha-sc-401-e-a-rodovia-mais-perigosa-de-santa-catarina/>>. Acesso em 20, jul. de 2019.
- \_\_\_\_\_. **Soluções para os problemas da SC-401, em Florianópolis, estão longe de sair do papel**. 2017. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/especiais/solucoes-para-os-problemas-da-sc-401-em-florianopolis-estao-longe-de-sair-do-papel/>>. Acesso em 20, ago. de 2019.
- AASHTO. American Association of State Highway and Transportation Officials. **Highway capacity manual**. Washington, D.C.: TRB, n. 209, 1985.
- AMIN J. C. **Eficácia da restrição de velocidade e outras ações na prevenção de acidentes em travessias urbanas de rodovias**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2012.
- BARDAL, K. G., & JØRGENSEN, F. (2017). **Valuing the risk and social costs of road traffic accidents – seasonal variation and the significance of delay costs**. Transport Policy, 57, 10-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.015>.
- CANNEL, Alan E.R. **Inovações na fiscalização de trânsito na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai**. 2000.
- CAPELAS, B. **‘Rota do Silício’, SC-401 mostra evolução das startups de Florianópolis**. 2018. Disponível em: <<https://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,rota-do-silicio-sc-401-mostra-evolucao-das-startups-de-florianopolis,70002413938>>. Acesso em 17, ago. de 2019.
- DEINFRA – Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina. **Diretrizes para concepção de estradas**. Florianópolis. Santa Catarina. 2000.
- DENATRAN. **Frota de veículos**. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8559-frota-de-veiculos-2019.html>>. Acesso em 12, out. de 2019.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual de Implantação Básico de Rodovias**. IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual de Acessos de Propriedades Marginais às Rodovias Federais**. IPR, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual de Estudos de Tráfego**. IPR, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. **Equipamentos redutores de velocidade e seus efeitos sobre os acidentes nas rodovias federais**. Publicação 735. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro. 30p.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Procuradoria Geral do Estado de Santa Catarina. **Duplicação da Rodovia SC-401 – Capital**. Disponível em: <<http://www.pge.sc.gov.br/index.php/institucional/principais-acoas/776-duplicacao-da-rodovia-sc-401-capital>>. Acesso em 30, jul. de 2019.

FHWA. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Access Management (Driveways). Local and Rural Road Safety Briefing Sheets**. United States Department of Transportation, 1997. Disponível em: <<https://safety.fhwa.dot.gov/>>. Acesso em: 22 de ago. de 2019.

FILHO A. G., ALMEIDA E. M. V., CABRAL L. E., LIMA N. L. **Identificação e análise da situação das travessias urbanas nas rodovias sob jurisdição do DER/MG**. Monografia apresentada no Programa de Capacitação para Curso de Especialista em Engenharia Rodoviária. Curso de Pós-Graduação – PUC. Belo Horizonte, 1998.

FREIRE L. H. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas – Rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS**. Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003.

GONÇALVES, M. **O pesadelo bilionário gerado pelo pedágio na SC-401, em Florianópolis**. Portal ND+. 2011. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/o-pesadelo-bilionario-gerado-pelo-pedagio-na-sc-401/>>. Acesso em 25, jul. de 2019.

HAUER E. (1994). **Can one estimate the value of life or is it better to be dead than stuck in traffic?** Transportation Research, 28A(2), 109-118.

HESS, Stephane. **Analysis of the Effects of Speed Limit Enforcement Cameras: Differentiation by Road Type and Catchment Area**. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board. 2004.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2015. Disponível em:

<[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26277](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26277)>. Acesso em: 19 out. 2019.

JORGE, M. H. P. M., & KOIZUMI, M. S. (2004). **Gastos governamentais do SUS com internações hospitalares por causas externas: análise no Estado de São Paulo, 2000**. Revista Brasileira de Epidemiologia, 7(2), 228-238. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2004000200012>.

MINNESOTA (USA). Department of Minnesota Transportation. **Bypass Lane Safety Operations and Design Study**. Estados Unidos, 1999.

NSC Total. **SC-401: “Uma combinação explosiva”**. 2017. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/sc-401-uma-combinacao-explosiva>>. Acesso em 03, ago. de 2019.

OGDEN, K. W. **Safer roads: a guide to safety engineering**. Ashgate Publishing limited, University Press, Cambridge, 1996.

OLIVEIRA D. F., FRICHE A. A. L., COSTA D. A. S., MINGOTI S. A., CAIAFFA W. T. **“Os radares fixos modificam o comportamento relacionado à velocidade excessiva dos condutores em áreas urbanas?”** Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/csp/v31s1/pt\\_0102-311X-csp-31-s1-0208.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csp/v31s1/pt_0102-311X-csp-31-s1-0208.pdf)>. Acesso em 10, out de 2019.

PAPAYANNOULIS V., GLUCK J., FEENEY K. **Access spacing and Traffic safety**. Urbitran Associates, Transportation Consultant, New York, 2000.

Portal G1 SC. **Empresas de tecnologia de Florianópolis faturam juntas R\$ 6 bilhões ao ano**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/sc-que-da-certo/noticia/empresas-de-tecnologia-de-florianopolis-faturam-juntas-r-r-11-bilhoes-ao-ano.ghtml>>. Acesso em 15, ago. de 2019.

Portal ND+. **Plano de Mobilidade Urbana da Grande Florianópolis projeta uma nova SC-401 para o futuro**. 2016. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/plano-de-mobilidade-urbana-da-grande-florianopolis-projeta-uma-nova-sc-401-para-o-futuro/>>. Acesso em 21, ago. de 2019.

Portal Ducampeche. **Prefeitura de Florianópolis quer assumir gestão de rodovias estaduais**. 2017. Disponível em: <<https://ducampeche.com.br/materia/prefeitura-de-florianopolis-quer-assumir-gestao-de-rodovias-estaduais>>. Acesso em: 24, ago. de 2019.

RIQUETI, A. **Estudo de volume de tráfego e nível de serviço na alta e baixa temporada da rodovia SC-401**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2019.

RODRIGUES F., COELHO C., BATISTA I., LEITE T. **Metodologia IRAP para redução de mortos e feridos no trânsito: uma visão acerca das contramedidas**.

ImTraff Consultoria e Projetos de Engenharia. Disponível em: <[http://www.imtraff.com.br/wp-content/uploads/2019/03/416\\_AC-Anpet-2018.pdf](http://www.imtraff.com.br/wp-content/uploads/2019/03/416_AC-Anpet-2018.pdf)>. Acesso em 20, set. de 2019

ROSA K. **Rodovias de SC têm queda de 19,7% em mortes e 32,5% em acidentes desde 2015**. NSC Total. 2017. Disponível em: <<https://www.nscotal.com.br/noticias/rodovias-de-sc-tem-queda-de-197-em-mortes-e-325-em-acidentes-desde-2015>>. Acesso em 15, set. de 2019.

SCHIMITZ, P. C. **Floripa ontem e hoje: historiador conta as transformações políticas e sociais da cidade**. Portal ND+. 2016. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/floripa-ontem-e-hoje-historiador-conta-as-transformacoes-politicas-e-sociais-da-cidade/>>. Acesso em 20, jul. de 2019.

TISCHER, V. (2019). **O custo social e econômico dos acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas: estudo de caso do estado de Santa Catarina, Brasil**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20180029. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.AO12>

UNITED KINGDOM (UK). The Highways Agency; The Scottish Office Development Department; The Welsh Office Y Swyddfa Gymreig; The Department Of The Environment For Northern Ireland. **Geometric Design of Major/Minor Priority Junctions**. Design Manual for Roads and Bridges, [s. l.], v. 6, section 2, part 6, TD 42/95, Jan. 1995.

WYOMING (USA). Department of Transportation. **Access Management 2014** Edition. Wyoming, USA, 2014.

YAMADA, M.G. (2005) Impacto dos radares fixos na velocidade e na acidentalidade em trecho da rodovia Washington Luís. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 138 p.

ZANELLA R. M. **Avaliação do emprego de dispositivos de segurança viária: influência na taxa e padrões dos acidentes na rodovia SC-453**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018.

**ANEXO A – Classificação de estradas do manual “Diretrizes de concepção de estradas” do Deinfra, 2000.**

DCE-I-1 - 02/02/2000

Função da Estrada		Características de Projeto e de Operação				
Grupo de Categoria	Categoria da Estrada	Tipo de Tráfego	Velocidade Admissível <sup>1)</sup> V <sub>adm</sub> (km/h)	Seção Transversal	Intersseções	Velocidade de Projeto V <sub>p</sub> (km/h)
1	2	3	4	5	6	7
<b>A</b> estradas sem urbanização nas margens; fora de áreas urbanizadas; com função determinante de investigação	A I	investigação longa	nenhuma van van	pista dupla pista simples	níveis diversos niv. dir.	130 100 100 90 [80]
	A II	investigação supra-regional/ regional	van [van] geral	pista dupla pista simples	niv. dir. niv. único	100 90 [80] 90 80 [70]
	A III	investigação de comunidades	van geral	pista dupla pista simples	[niv. dir.] niv. único	[90] 80 70 80 70 60
	A IV	investigação com função de integração de áreas	geral	pista simples	niv. único	70 60 [50]
	A V	investigação secundária	geral	pista simples	niv. único	[50]
	A VI	caminho rural	geral	pista simples	niv. único	nenhuma
	A VII	auto-estrada urbana	van	pista dupla	niv. dir.	100 90 80 [70]
<b>B</b> estradas sem urbanização nas margens; em áreas urbanizadas e pré-urbanizadas; com função determinante de investigação	B I	de trânsito rápido	van	pista dupla	niv. dir. [niv. único]	80 70 [60]
	B II	principal	geral	pista dupla pista simples	niv. único niv. único	70 60 [50] 70 60 [50]
	B III	principal	geral	pista simples	niv. único	60 50
	B IV	coletora principal	geral	pista simples	niv. único	
<b>C</b> estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinante de investigação	C III	principal	geral	pista simples	niv. único niv. único	[70] [60] 50 [40] nenhuma
	C IV	coletora principal	geral	pista simples	niv. único	50 [40]
<b>D</b> estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinante de investigação	D IV	coletora	geral	pista simples	niv. único	nenhuma
	D V	de acesso às propriedades nas margens	geral	pista simples	niv. único	nenhuma
<b>E</b> estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinante local	E V	de acesso às propriedades nas margens	geral	pista simples	niv. único	nenhuma
	E VI	caminho urbano	geral	pista simples	niv. único	nenhuma

1) - valores de exceção  
van - veículos automotores

2) Nos segmentos fora de Intersseções e de acordo com a

legislação Alemã

## ANEXO B – Total de acidentes na SC-401 por tipo

Ano	Acidentes SC-401														
	2010			2011			2012			2013			2014		
	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes
Abalroamento	3	113	246	1	70	193	0	51	151	0	47	148	1	50	127
Atropelamento	4	19	21	5	19	18	4	11	15	2	11	11	5	17	19
Capotamento	0	1	7	0	5	7	0	1	5	0	4	7	1	2	5
Choque	4	41	120	2	45	135	1	35	110	0	23	73	0	27	64
Colisão	3	69	284	6	84	394	2	52	290	2	58	284	0	67	239
Saída de pista	0	4	11	0	1	11	0	1	10	0	1	6	0	0	5
Tombaramento	1	31	76	1	57	72	1	24	51	2	33	53	2	22	39
Outro	0	31	26	0	36	31	1	32	30	0	31	29	0	27	25
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>309</b>	<b>791</b>	<b>15</b>	<b>317</b>	<b>861</b>	<b>9</b>	<b>207</b>	<b>662</b>	<b>6</b>	<b>208</b>	<b>611</b>	<b>9</b>	<b>212</b>	<b>523</b>
Ano	2014														
	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes	Mortos	Feridos	Total de acidentes
Abalroamento	1	50	127	1	35	110	1	42	130	0	33	89	0	28	93
Atropelamento	5	17	19	3	13	15	3	13	14	1	16	13	2	10	9
Capotamento	1	2	5	0	2	4	0	6	10	0	7	9	0	8	10
Choque	0	27	64	0	17	49	0	23	66	1	12	58	3	11	43
Colisão	0	67	239	1	61	246	1	66	259	4	50	230	1	56	203
Saída de pista	0	0	5	0	1	11	0	1	11	0	2	12	1	3	15
Tombaramento	2	22	39	2	14	35	1	30	49	2	24	56	0	13	42
Outro	0	27	25	0	20	20	0	38	34	1	27	25	2	18	22
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>212</b>	<b>523</b>	<b>7</b>	<b>163</b>	<b>490</b>	<b>6</b>	<b>219</b>	<b>573</b>	<b>9</b>	<b>171</b>	<b>492</b>	<b>9</b>	<b>147</b>	<b>437</b>