

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JÚLIA HELENA DUTRA RODRIGUES DA SILVA**

**ANÁLISE DE ACIDENTES NA RODOVIA CASTELLO BRANCO  
(SP-280) EM ITU (SP) COM ABORDAGEM SEGUNDO O  
PROGRAMA “PARE”**

**SÃO CARLOS - SP**

**2023**



JÚLIA HELENA DUTRA RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE ACIDENTES NA RODOVIA CASTELLO BRANCO  
(SP-280) EM ITU (SP) COM ABORDAGEM SEGUNDO O  
PROGRAMA “PARE”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Hideki Hirose

SÃO CARLOS - SP

2023

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meus agradecimentos, primeiramente, a Deus pela minha saúde durante todos esses anos, por ter me dado a oportunidade de estudar em uma universidade e persistência para enfrentar os obstáculos e concluir esta etapa importante.

Aos meus pais, Helena e Otavio, por todo o apoio, incentivo e orientações que sempre me deram, pela compreensão e conforto em todos os momentos que precisei. Sou imensamente grata por tudo que fizeram e ainda fazem por mim.

Aos meus familiares que sempre me incentivaram, torceram e se orgulharam de mim.

A todos os meus amigos, especialmente as minhas amigas Andressa, Júlia, Juliana e Mayumi, por tornarem os anos da graduação os melhores da minha vida, por todos os momentos, apoio e companheirismo. Obrigada por fazerem esta jornada muito mais significativa e memorável.

Aos meus professores, por todos os ensinamentos e orientações ao longo do curso. Em especial, ao meu orientador, prof. Dr. Fernando Hirosue, pelas sugestões e direcionamento que proporcionaram a conclusão deste trabalho.

Por fim, a todos que contribuíram, de alguma forma, para a minha trajetória na UFSCar, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

## RESUMO

A análise de acidentes em rodovias é de grande importância para a compreensão da origem dos mesmos e para o desenvolvimento da segurança viária. Os acidentes podem ocorrer em determinados trechos de uma estrada devido a vários fatores, como falhas no projeto de engenharia, falhas na aplicação das regras de trânsito e condução precipitada. Portanto, as informações levantadas nessas análises, como as principais causas, os trechos com maiores índices de acidentes e os tipos mais frequentes, permitem propor medidas eficazes a fim de mitigar a ocorrência. Tendo em vista a importância da segurança viária, há diversos programas com o propósito de reduzir o impacto causado pelos acidentes de trânsito por meio da análise de diversos fatores que influenciam no número de acidentes e na sua gravidade para posterior aplicação de medidas corretivas e preventivas no trecho estudado. Dessa forma, o presente estudo propõe uma análise dos acidentes de trânsito em um trecho da rodovia SP-280, localizada em Itu – São Paulo, por meio do programa PARE - Programa de Redução de Acidentes, para determinar os trechos mais críticos desse local. Foi realizada uma comparação entre um método que determina a criticidade do trecho por meio de ponderações do estado da vítima e outro método que, além das ponderações, considera o volume de tráfego no trecho. Fica notável que embora não haja alteração do resultado final do trecho mais crítico e menos crítico, há alternância do nível de criticidade dos demais trechos, dependendo do método utilizado, uma vez que o método da taxa de severidade utilizada dados do volume médio de tráfego e extensão do trecho.

**Palavras-chave:** Acidentes de trânsito. Rodovias. Segurança viária. Trechos críticos. Programa PARE.

## ABSTRACT

The analysis of accidents on highways is of great importance for understanding their origins and for the development of road safety. Accidents can occur in specific sections of a road due to various factors, such as engineering design flaws, failures in traffic rule enforcement, and reckless driving. Therefore, the information gathered in these analyses, such as the primary causes, sections with the highest accident rates, and the most common types, allows for proposing effective measures to mitigate their occurrence. Considering the significance of road safety, numerous programs aim to reduce the impact of traffic accidents through the analysis of various influencing factors on accident numbers and severity, followed by the implementation of corrective and preventive measures in the studied segment. Thus, this study proposes an analysis of traffic accidents on a section of the SP-280 highway located in Itu, São Paulo, through the PARE program (Program for Accident Reduction), to determine the most critical sections of that location. A comparison was conducted between a method that determines segment criticality based on victim status weighting and another method that, in addition to weighting, considers traffic volume in the segment. It becomes evident that while there is no alteration in the final result of the most and least critical segments, there is a fluctuation in the level of criticality for other segments, depending on the method used, as the severity rate method incorporates data on the average traffic volume and segment length.

**Keywords:** Traffic accidents. Highways. Road safety. Critical sections. PARE program.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1 – Fatores causais dos acidentes de trânsito e suas interações .....	13
Figura 2 - Fase de execução de um estudo de pontos negros.....	14
Figura 3 - Trecho estudado. ....	18
Figura 4 – Dados da análise.....	19
Figura 5 - Demarcação dos trechos estudados.....	21
Figura 6 - Traçado dos trechos críticos por meio do Índice de Severidade.....	24
Figura 7 - Traçado dos trechos críticos por meio da Taxa de Severidade. ....	26

### GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de mortalidade no trânsito global por 100.000 habitantes .....	10
Gráfico 2 - Total de acidentes em rodovias federais entre 2007 e 2022. ....	11
Gráfico 3 - Total de acidentes em rodovias federais por classificação entre 2007 e 2022. ....	11
Gráfico 4 - Variação do volume médio de tráfego entre 2019 e 2022. ....	23
Gráfico 5 - Representação do índice de severidade entre 2019 e 2022. ....	30
Gráfico 6 - Representação da taxa de severidade entre 2019 e 2022. ....	31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA .....	7
1.2 OBJETIVOS .....	7
1.3 JUSTIFICATIVA.....	8
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
2.1 SEGURANÇA VIÁRIA.....	9
2.2 SEGMENTOS CRÍTICOS.....	12
2.3 PROGRAMA PARE .....	15
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	17
3.1 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES.....	17
3.2 DETERMINAÇÃO DO TRECHO ANALISADO .....	18
3.3 ESTRUTURAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	18
3.4 DETERMINAÇÃO DOS TRECHOS CRÍTICOS.....	20
<b>4. RESULTADOS</b> .....	22
4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE CÁLCULO PARA OBTENÇÃO DO TRECHO CRÍTICO .....	22
<b>4.1.1 Trechos críticos considerando o índice de severidade (S)</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1.2 Trechos críticos considerando a taxa de severidade</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.3 Comparação dos resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>APÊNDICE A – TABELAS DE DADOS POR ANO, KM E TIPO DE ACIDENTE</b> .....	36
<b>APÊNDICE B – CÁLCULO DETALHADO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE E DA TAXA DE SEVERIDADE</b> .....	37



# 1. Introdução

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A segurança viária é uma questão importante no mundo todo e que afeta milhões de pessoas com as consequências geradas pela sua falta. No Brasil, o número de acidentes tem aumentado nos últimos anos e, provavelmente, continuará aumentando caso medidas não sejam tomadas.

Na promoção da segurança viária é essencial o estabelecimento de procedimentos de avaliação quantitativa do desempenho da segurança e, para isso, o monitoramento dos acidentes de trânsito é de suma importância para gerar uma base de dados que permite identificar trechos com maiores índices de acidentes para que, posteriormente, sejam tomadas medidas mitigadoras.

No Brasil, o Ministério dos Transportes lançou em 2002 o Programa PARE (Programa de Redução de Acidentes) com o objetivo de identificar os locais críticos em ambientes urbanos e os fatores contribuintes para depois buscar um conjunto de medidas que proporcionem a redução do risco de ocorrerem novos acidentes.

Nesse sentido, esta pesquisa consiste na análise de acidentes de trânsito em um trecho da rodovia Castello Branco (SP-280) utilizando a abordagem do programa "PARE". Com base nos resultados obtidos, o órgão responsável pela rodovia poderá planejar com mais eficiência e propor medidas corretivas para aumentar a segurança do local.

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo analisar os acidentes de trânsito em um trecho de 12,2 km de extensão compreendido entre os km 68,4 e km 80,6 da rodovia Castello Branco (SP-280) em Itu-SP ocorridos no intervalo de 2019 até 2022. A análise será realizada por meio da aplicação do método PARE utilizando dois métodos para avaliar os trechos mais críticos da rodovia e, posteriormente, compará-los em relação as abordagens utilizadas em cada método.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

É possível notar que, assim como o crescimento populacional e das cidades, o número de veículos tem seguido um ritmo de crescimento importante a cada ano e, possivelmente, crescerá ainda mais nas próximas décadas.

Segundo Waihrich (2016), em um país como o Brasil onde a acidentalidade no trânsito atinge números alarmantes, deve-se buscar constituir programas eficazes de gerenciamento da segurança viária.

As técnicas que permitem uma avaliação quantitativa da segurança nos segmentos viários são ferramentas importantes na tomada de decisão no desempenho da segurança e são necessárias implementá-las para que seja possível o desenvolvimento de ações que minimizem o impacto causado pelos acidentes de trânsito.

A metodologia do Programa PARE (Programa de Redução de Acidentes) permite identificar os locais críticos de ocorrência de acidentes, classificando-os de acordo com a sua severidade e, também, os fatores contribuintes para, posteriormente, propor medidas capazes de reduzir o risco de novos acidentes.

Desse modo, o presente trabalho irá avaliar os trechos críticos do segmento estudado por meio da aplicação de dois métodos presentes na abordagem do programa “PARE”, a fim de determinar os trechos mais críticos e comparar as criticidades encontradas de acordo com cada método.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 SEGURANÇA VIÁRIA

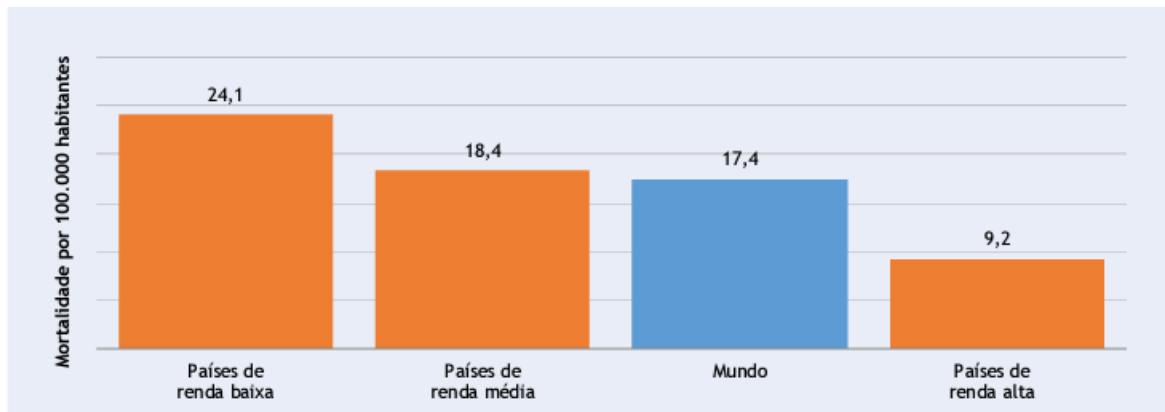
De acordo com a NBR 10.697 (ABNT, 2020), sinistro de trânsito é todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga ou também a pessoas e animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou área aberta ao público e que possa causar dano material e prejuízos, seja da via ou meio ambiente.

Por outro lado, está a segurança viária que, Segundo Cardoso (2006), pode ser entendida como uma medida de desempenho de um sistema viário, ou seja, uma definição do quanto o sistema está protegido da ocorrência de acidentes e suas consequências. Este desempenho deve levar em consideração as características do sistema viário, os acidentes ocorridos e suas consequências.

A segurança viária deve sempre ser medida na forma de índices, como o número de acidentes por milhões de quilômetros viajados, números de vítimas fatais para cada dez mil veículos da frota registrada, etc.

No trânsito, embora, teoricamente, qualquer um possa ser vítima, a publicação “Trânsito: um olhar da saúde para o tema” realizada pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2018) mostra que as mortes e lesões no trânsito atingem segmentos socioeconômicos de forma desproporcional. O Gráfico 1 mostra as taxas de mortalidade no trânsito global por 100.000 habitantes em países economicamente distintos em 2013. Pode-se observar que países de renda alta possuem cerca de 40% da taxa de óbitos dos países de renda baixa.

Gráfico 1 – Taxa de mortalidade no trânsito global por 100.000 habitantes



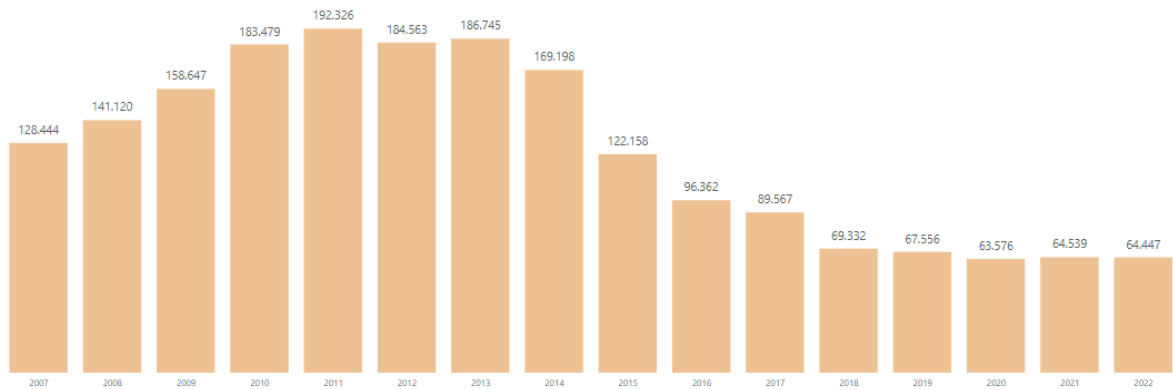
Fonte: OPAS (2018).

O Brasil, quando comparado aos países desenvolvidos possui altos índices de acidentes de trânsito. De acordo com o relatório Global Status Report on Road Safety, da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2018), o país ocupa a terceira posição em número de mortes no trânsito em todo o mundo, ficando atrás apenas da Índia e da China. As mortes resultantes de acidentes de trânsito são a oitava principal causa de óbitos no país.

O alto crescimento econômico no Brasil, assim como o processo de motorização, resultaram em uma tendência do aumento do número de mortes no trânsito (BASTOS, 2014).

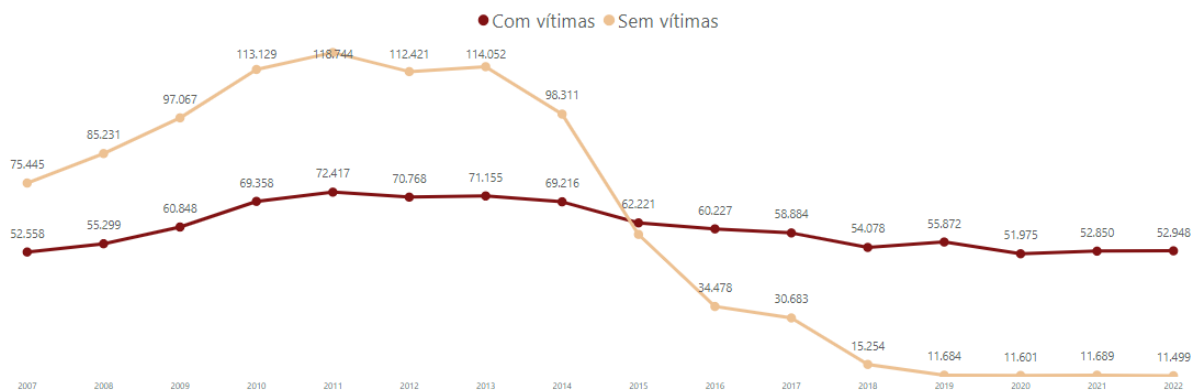
O “Painel CNT de Acidentes Rodoviários” da Confederação Nacional de Transporte (CNT, 2023), que reúne dados da Polícia Rodoviária Federal sobre acidentes ocorridos em rodovias federais brasileiras no período de 2007 a 2022, mostra o total de acidentes ocorridos nas rodovias federais nesse período, assim como classifica os acidentes com vítimas e sem vítimas. Os Gráficos 2 e 3 foram obtidos no site da CNT e mostram tais índices, respectivamente.

Gráfico 2 - Total de acidentes em rodovias federais entre 2007 e 2022.



Fonte: CNT (2023)

Gráfico 3 - Total de acidentes em rodovias federais por classificação entre 2007 e 2022.



Fonte: CNT (2023)

Pode-se notar que mesmo havendo queda considerável no número de acidentes sem vítimas, não houve grande variação no número de acidentes com vítimas. Além disso, visto que em 2018 o Brasil estava na terceira posição em número de mortes do trânsito e, que de 2018 a 2022 não houve grande variação no total de acidentes, possivelmente a posição do Brasil se mantenha atualmente.

As alterações realizadas no Código de Trânsito, que estabelecem um aumento na rigidez das penalidades relacionadas aos fatores mais relevantes, como a condução sob efeito de álcool e o excesso de velocidade, são consideradas como importantes contribuições para a redução da morbimortalidade no trânsito, embora seja possível observar uma diminuição moderada no que se refere à curva de acidentes com vítimas.

Os impactos gerados pelos acidentes são diversos. No âmbito humano, encontram-se a dor e o sofrimento das vítimas do acidente, seus familiares e amigos. No contexto econômico, ressaltam-se as perdas materiais e a redução do tempo de vida das pessoas, os gastos hospitalares e os custos governamentais para prestar assistência, reorganizar e restabelecer o local do tráfego que ocorreu o acidente.

Segundo Waihrich (2016), em um país como o Brasil, onde a acidentalidade no trânsito atinge números alarmantes, deve-se buscar constituir programas eficazes de gerenciamento da segurança viária e, para isso, é importante o estabelecimento de uma metodologia de avaliação da segurança em rodovias, permitindo uma melhoria da segurança e a redução dos custos diretos e indiretos associados aos acidentes de trânsito.

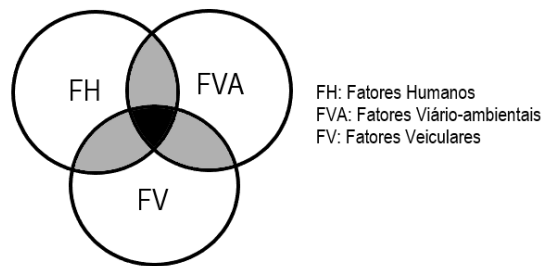
## **2.2 SEGMENTOS CRÍTICOS**

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2009), os segmentos que apresentam índices de acidentes maiores que os índices críticos do trecho podem ser considerados como segmentos críticos.

Para Aziz e Ramb (2022), os acidentes podem ocorrer nos trechos de uma estrada devido a vários fatores, como falhas no projeto de engenharia, falhas na aplicação das regras de trânsito e condução precipitada, mas os acidentes rodoviários que ocorrem frequentemente em um local devem-se a falhas e inconsistências no projeto que levam à criação de um ambiente rodoviário ambíguo que não fornece uma orientação positiva para os usuários.

Os fatores causais dos acidentes de trânsito são, normalmente, divididos em três grandes categorias, sendo fatores humanos (FH), fatores viário-ambientais (FVA) e fatores veiculares (FV). A Figura 1 demonstra estes fatores e suas interações, que podem ser entre dois ou três deles.

Figura 1 – Fatores causais dos acidentes de trânsito e suas interações



Fonte: Adaptado de Cardoso (2006)

No entanto, é importante destacar que, segundo Gold (1998), há um quarto fator a ser considerado, denominado “fator institucional/social”, que inclui aspectos relacionados à regulamentação e à fiscalização. Tal fator é atribuído às lacunas deixadas pela sinalização do trânsito, mesmo em situações nas quais segue o que determina o código de trânsito e a ausência de fiscalização de tal forma que os condutores tenham certeza de que não serão surpreendidos se não respeitarem as normas de trânsito.

Pode-se considerar também os acidentes de trânsito envolvendo pedestres, os quais podem estar relacionados unicamente à circulação destes ou a um atropelamento (acidente que envolve um ou mais pedestres e pelo menos um veículo).

Schneider, Ryznar e Khattak (2004) apontam que a existência de locais com elevados números de atropelamentos depende de uma combinação entre fatores físicos (viário-ambientais) e fatores individuais. Dentre estes fatores podem ser citados:

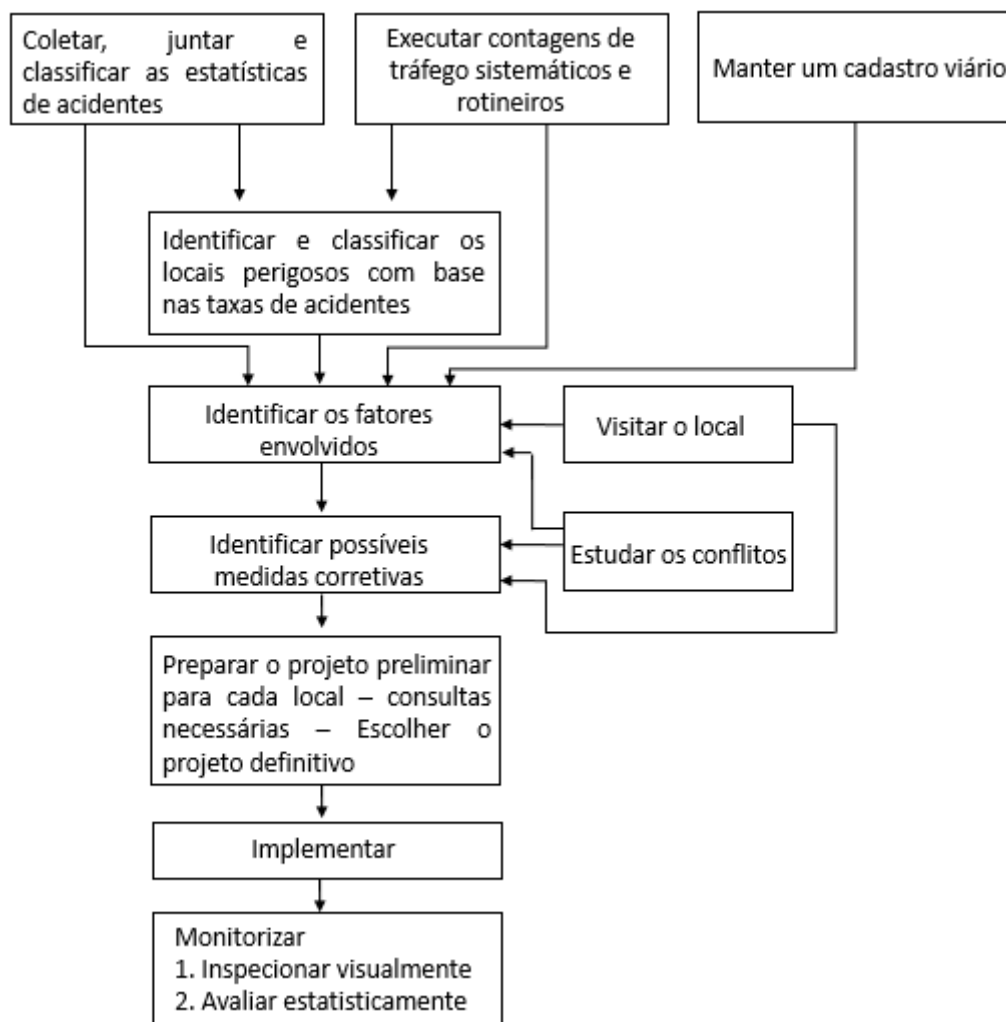
- a) Fatores físicos: presença de calçadas, volume de tráfego, quantidade de pontos de travessia na via, etc.
- b) Fatores individuais: habilidade para julgar distância e velocidade, capacidade visual, habilidade física para movimentar-se, etc.

Ademais, segundo Nodari (2003), o gerenciamento da segurança viária pode ser classificado em duas categorias distintas. A primeira diz respeito às iniciativas reativas, como por exemplo a análise de pontos críticos, referenciados na literatura internacional como *black spots* ou *accident prone location*. A segunda categoria de ações de gerenciamento inclui iniciativas proativas, ou preventivas, das quais a auditoria de segurança viária e a análise de conflitos de tráfego são exemplos.

Em relação às duas abordagens, verifica-se que a reativa procura diminuir ou eliminar a ocorrência de acidentes em um local conhecido, em uma via já em operação, e identificando-o como crítico a partir da análise de dados dos acidentes. Já a proativa busca antecipar-se à ocorrência de acidentes, eliminando fatores causais que tenham influência significativa.

Na Figura 2 há um modelo esquemático quanto à fase de execução de um estudo de pontos negros, assim como é feito para definir medidas corretivas para o trecho como um todo.

Figura 2 - Fase de execução de um estudo de pontos negros.



Fonte: DENATRAN (1987)



Pode-se observar que é imprescindível realizar a coleta de dados e classificar os acidentes de forma correta para que o trecho crítico seja verificado, uma vez que os fatores contribuintes possam ser decorrentes da infraestrutura e/ou geometria da via. As medidas corretivas apenas serão tomadas após toda a análise necessária para que não haja impactos econômicos, investimentos e interferência no tráfego de forma desnecessária. Ademais, após a implementação ainda é necessário que haja avaliação quanto à melhoria obtida para que medidas possam ser tomadas, inclusive, em vias com características semelhantes à via explorada.

### **2.3 PROGRAMA PARE**

O Programa de Redução dos Acidentes de Trânsito (PARE), em 2002, priorizou o desenvolvimento de metodologias para identificar os fatores contribuintes de acidentes e planejar ações corretivas.

De acordo com os “Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito” (BRASIL, 2002), a metodologia do programa PARE aborda, primeiramente, a identificação dos locais críticos em relação aos acidentes, com ênfase na gravidade desses eventos. Em seguida, há a fase do diagnóstico, que identifica e investiga os fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes. Por fim, a etapa de recomendações busca propor um conjunto de medidas de engenharia que possam proporcionar os melhores resultados em termos de redução do risco de novos acidentes com características semelhantes aos identificados durante a investigação dos acidentes.

Segundo Góes (1983), existem vários procedimentos para identificar os locais com mais tendência a ocorrer acidentes de trânsito. Tais procedimentos podem ser classificados em três categorias, sendo: o numérico, o estatístico e o de técnica de conflitos.

Ainda, segundo Góes (1983), os métodos numéricos são os mais simples e permitem a identificação dos pontos críticos por meio do cálculo de indicadores, como a quantidade e taxa de acidentes, os quais são comparados a um valor pré-determinado pela equipe técnica. O método estatístico consiste na aplicação de modelos matemáticos probabilísticos para determinar os locais em que o risco de acidente é maior do que o estimado ou esperado. Por último, o método de conflitos, que dispensa levantamentos estatísticos de acidentes, baseando-se na premissa de

que há uma relação direta entre acidentes e conflitos de trânsito, e que ações voltadas para a redução de conflitos resultam na diminuição dos acidentes como consequência.

A metodologia utilizada no programa PARE é baseada no método numérico e considera duas técnicas. A primeira técnica refere-se à severidade de acidentes, a qual considera a gravidade dos acidentes, associando a cada situação um determinado peso. Para tanto, o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (1987), atual Secretaria Nacional de Trânsito – SENATRAN, estabeleceu a Unidade Padrão de Severidade, cujo valor, expresso em UPS, é calculado pela soma dos produtos do número de ocorrências pela severidade, multiplicado pelo peso atribuído a cada severidade correspondente. A quantificação dos acidentes é feita a partir da Equação 1.

$$UPS = 1xD + 5xV + 13xF \quad (1)$$

Sendo:

UPS: índice de severidade;

D: número de acidentes sem vítimas (com apenas danos materiais);

V: número de acidentes com vítimas não fatais; e

F: número de acidentes com vítimas fatais.

A segunda técnica utilizada no método do Programa PARE é a Taxa de Severidade, que relaciona a quantidade de acidentes, expressa em UPS, com o volume de tráfego, sendo que essa taxa é comumente medida em UPS por milhões de veículos que entram em uma interseção ou em UPS por milhões de veículos x km em um trecho de via. As expressões para cálculo dessas taxas consideram, além da unidade padrão de severidade, o período de estudo, o volume diário médio e a extensão do trecho. As Equações 2 e 3 referem-se às interseções e aos trechos, respectivamente.

$$T = \frac{UPSx10^6}{PxV} \quad (2)$$

$$T = \frac{UPSx10^6}{PxVxE} \quad (3)$$

Onde:

T: Taxa de acidentes em UPS por milhões de veículos;

UPS: Unidade padrão de severidade;

P: Período do estudo em dias;

V: Volume médio diário que passa no trecho; e

E: Extensão do trecho em km.

### 3. Metodologia

A metodologia adotada neste estudo busca fornecer uma abordagem estruturada para a coleta e análise de dados, com o objetivo de investigar e compreender o fenômeno em questão. A seguir, são apresentadas as etapas e procedimentos utilizados, visando alcançar os objetivos propostos.

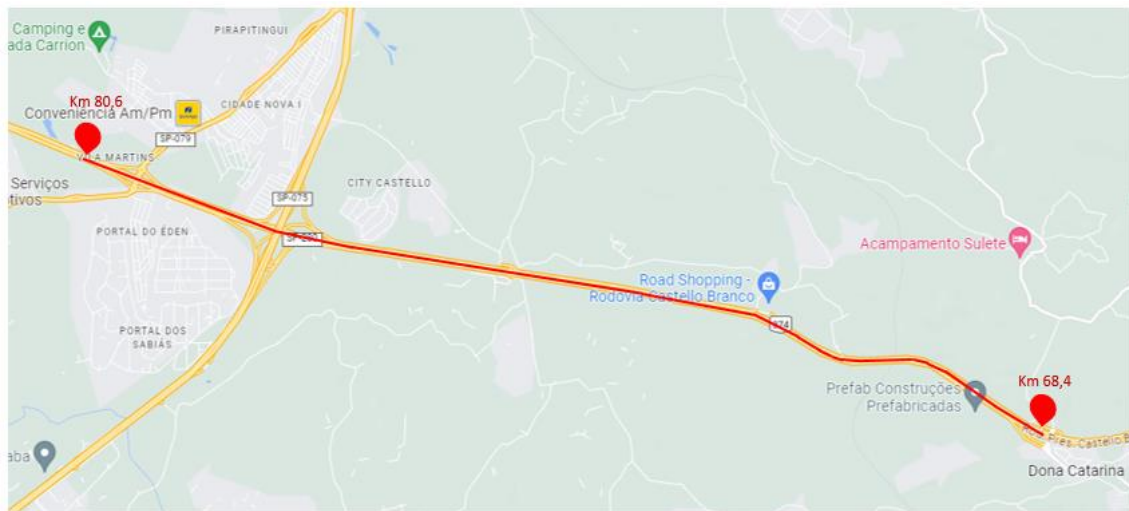
#### 3.1 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Realizar levantamentos iniciais é um passo fundamental no processo de pesquisa. Para obter uma visão abrangente e embasar o estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para compreender o tema e encontrar meios para fazer a análise e atingir o objetivo do trabalho. Por meio da pesquisa foi possível determinar quais dados seriam mais adequados e quais seriam os procedimentos dos cálculos.

### 3.2 DETERMINAÇÃO DO TRECHO ANALISADO

A Rodovia escolhida foi a Rodovia Presidente Castello Branco por ser a principal ligação entre a Região Metropolitana de São Paulo e o Centro-Oeste Paulista, possuindo tráfego intenso entre a Região Metropolitana de São Paulo e Itu. O trecho da rodovia estudado, representado pela Figura 3, possui saída para as cidades de Sorocaba e Itu e compreende o intervalo dos km 68,4 ao km 80,6.

Figura 3 - Trecho estudado.



Fonte: Google Maps (2023).

### 3.3 ESTRUTURAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para desenvolver o estudo foi necessária a obtenção dos dados de acidentes, disponibilizados pelo Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo (Infosiga-SP), e do volume diário médio de tráfego no trecho, disponibilizado pelo Departamento de Estradas e Rodagem (DER-SP), nos períodos que foram analisados.

Os dados disponibilizados pelo Infosiga-SP estavam organizados em planilhas no software Excel, contendo as informações de todas as rodovias do Estado de São Paulo. Assim, foi necessário aplicar um filtro que permitisse mostrar apenas as informações que continham o logradouro da rodovia. Posteriormente, foi selecionado o intervalo do trecho em estudo, nesse caso, entre os quilômetros 68,4 e 80,6. Por último, foi mantido apenas o intervalo dos anos analisados, entre 2019 e 2022. A Figura 4 mostra a planilha disponibilizada, com os filtros já aplicados.

Figura 4 – Dados da análise.

Data do Acidente	Turno	Município	Logradouro	Numeral / KM	Conservação	Tipo de pista (SIOPM)	Outro Veículo Envolvido	Condições Climáticas (SIOPM)	Sentido da Via (SIOPM)	Quantidade de vítimas	Tempo entre o Acidente e as Mortes
2022/10/03	MANHA	ITU	SP 280	76,6	VIAOESTE	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/06/26	TARDE	ITU	SP 280	75,8	VIAOESTE	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/06/16	MADRUGADA	ITU	SP 280	77,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	NÃO HÁ	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/05/23	MANHA	ITU	SP 280	68,4	VIAOESTE	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/04/22	MADRUGADA	ITU	SP 280	74,9	VIAOESTE	NAO DISPONIV	AUTOMOVEL	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/02/12	MADRUGADA	ITU	SP 280	77,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/02/05	MANHA	ITU	SP 280	71,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	AUTOMOVEL	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2022/02/05	MANHA	ITU	SP 280	71,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	AUTOMOVEL	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2021/10/09	NAO DISPONIV	ITU	SP 280	71,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2021/05/30	NOITE	ITU	SP 280	78,0	VIAOESTE	DUPLA	AUTOMOVEL	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2021/01/18	MADRUGADA	ITU	SP 280	68,99	VIAOESTE	DUPLA	NÃO HÁ	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/12/20	MANHA	ITU	SP 280	69,8	VIAOESTE	DUPLA	CAMINHAO	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/11/02	NOITE	ITU	SP 280	80,6	COLINAS	DUPLA	CAMINHAO	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/07/25	MADRUGADA	ITU	SP 280	70,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2020/06/21	NOITE	ITU	SP 280	78,46	VIAOESTE	DUPLA	NÃO HÁ	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/04/07	TARDE	ITU	SP 280	73,7	VIAOESTE	MULTIPLA	AUTOMOVEL	BOM	OESTE	1	Até 30 dias
2020/04/02	NOITE	ITU	SP 280	80,4	COLINAS	DUPLA	CAMINHAO	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/03/18	TARDE	ITU	SP 280	69,8	VIAOESTE	DUPLA	CAMINHAO	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2020/01/21	MANHA	ITU	SP 280	70,0	VIAOESTE	MULTIPLA	AUTOMOVEL	BOM	OESTE	1	Até 30 dias
2019/12/21	TARDE	ITU	SP 280	75,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Mais de 30 dias
2019/09/22	NOITE	ITU	SP 280	77,0	VIAOESTE	NAO DISPONIV	AUTOMOVEL	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias
2019/03/25	MADRUGADA	ITU	SP 280	72,0	VIAOESTE	MULTIPLA	NÃO HÁ	BOM	LESTE	1	Até 30 dias
2019/01/24	MADRUGADA	ITU	SP 280	72,0	VIAOESTE	DUPLA	CAMINHAO	BOM	OESTE	1	Até 30 dias
2019/01/09	MANHA	ITU	SP 280	80,1	COLINAS	NAO DISPONIV	CAMINHAO	NAO DISPONIV	NAO DISPONIV	1	Até 30 dias

Fonte: Infosiga-SP (2023).

No que se refere ao Volume Diário Médio (VDM), o Departamento de Estradas e Rodagem realiza a medição dos 12,2 quilômetros estudados por meio de um ponto de coleta no sentido oeste, compreendendo todos os anos necessários para a análise. No entanto, para o sentido leste, embora o ponto de coleta não esteja dentro do trecho estudado, seus dados foram utilizados devido à proximidade entre o trecho que ele atende e o trecho que foi estudado. A Tabela 1 mostra os dados necessários para a análise com base nas tabelas obtidas no site do DER-SP. As tabelas completas com os dados utilizados encontram-se no Anexo 1.

Tabela 1 – VDM anual por tipo de veículo

Ano	VDM			
	Passeio	Comercial	Moto	Total
2019	52.076	14.461	629	67.166
2020	42.316	14.334	599	57.249
2021	40.412	13.252	557	54.221
2022	43.891	13.556	636	58.083

Fonte: Adaptado do DER-SP (2023).

### 3.4 DETERMINAÇÃO DOS TRECHOS CRÍTICOS

Com o intuito de determinar os trechos mais críticos de acordo com os tipos de acidentes, as planilhas disponibilizadas pelo Infosiga-SP no software Excel foram tratadas de forma que novas planilhas foram criadas, separando os acidentes por ano, de 2019 a 2022. Posteriormente, o trecho de 12,2 quilômetros foi subdividido em 12 segmentos, sendo o primeiro e o último trecho com 1,1 quilômetro de extensão e os demais com 1 quilômetro cada e, por fim, os acidentes foram classificados em fatais e não fatais. A planilha com os dados tratados está presente no Apêndice A.

Após o tratamento dos dados, foi possível utilizar as Equações 1 e 3 expostas no item 2.3 para determinação dos trechos mais críticos. Para facilitar a visualização de cada trecho, a Tabela 2 mostra os quilômetros atendidos por cada trecho e a Figura 5 mostra as quilometragens estudadas demarcadas no mapa do Google Earth. Posteriormente, os trechos foram traçados de acordo com uma escala de cores que dependia da média calculada do índice de severidade e da taxa de severidade.

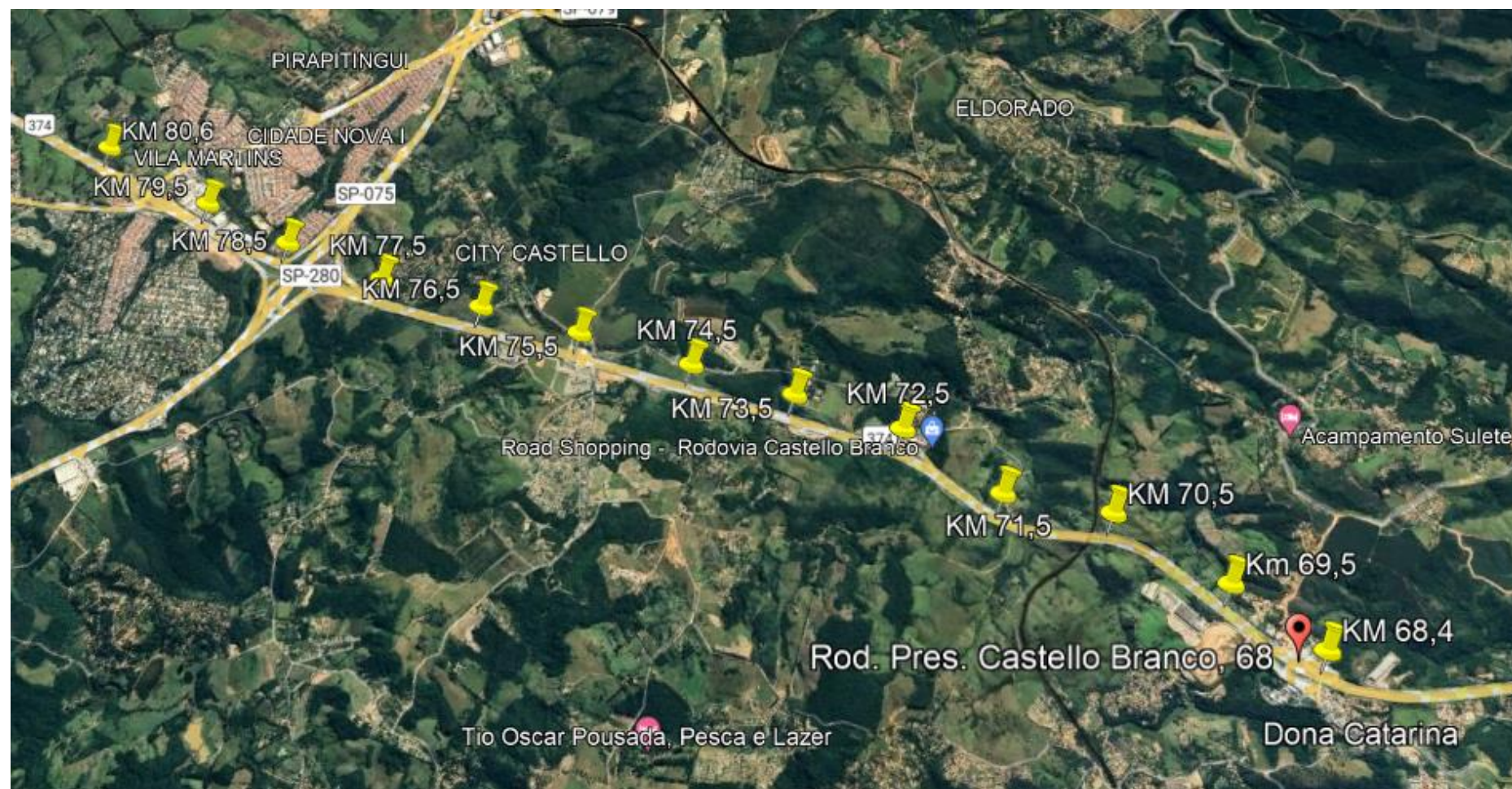
É importante destacar que o valor de VDM considerado foi bidirecional. Para isso, foi utilizada a soma dos valores indicados nos postos de coleta para o sentido leste e o oeste. Embora alguns acidentes não possuam indicação do sentido que ocorreram, como pode ser observado na Figura 4, a escolha se dá pelo equilíbrio do fluxo entre os dois sentidos, além da obtenção de mais dados para a realização dos cálculos.

Tabela 2 – Definição dos trechos por quilômetro atendido

Trecho	Quilômetro atendido
Trecho 1	68,4 ao 69,5
Trecho 2	69,5 ao 70,5
Trecho 3	70,5 ao 71,5
Trecho 4	71,5 ao 72,5
Trecho 5	72,5 ao 73,5
Trecho 6	73,5 ao 74,5
Trecho 7	74,5 ao 75,5
Trecho 8	75,5 ao 76,5
Trecho 9	76,5 ao 77,5
Trecho 10	77,5 ao 78,5
Trecho 11	78,5 ao 79,5
Trecho 12	79,5 ao 80,6

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 5 - Demarcação dos trechos estudados.



Fonte: Autoria Própria (2023).

## 4. Resultados

Após a execução de todos os procedimentos necessários para a obtenção dos trechos críticos, foi possível obter os resultados essenciais para identificá-los. Os resultados estão descritos a seguir de forma detalhada.

### 4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE CÁLCULO PARA OBTENÇÃO DO TRECHO CRÍTICO

A análise dos cálculos efetuados revela a presença de segmentos críticos, caracterizados por maiores índices de severidade e, também, pela análise da taxa de severidade. A seguir, serão apresentadas algumas comparações referentes aos dois parâmetros, assim como as análises realizadas entre os anos de 2019 e 2022. No Apêndice B, é possível encontrar uma análise detalhada dos cálculos referentes aos indicadores discutidos neste estudo.

#### 4.1.1 TRECHOS CRÍTICOS CONSIDERANDO O ÍNDICE DE SEVERIDADE

O cálculo do índice de severidade incorpora diversas ponderações de acordo com as condições das vítimas dos acidentes, mas não considera o volume de tráfego e a extensão do trecho. Como esse cálculo exige uma quantidade menor de dados, essa abordagem fica defasada em relação à quantidade de veículos que passa no local, pois esse número pode sofrer grande variação no decorrer dos anos. Considerando que o índice de severidade pode ser semelhante nos quatro anos considerados, mas que o volume de tráfego aumenta a cada ano, a gravidade seria menor ao longo desses anos. Da mesma forma, se o volume de tráfego diminui, a gravidade seria maior para um mesmo índice de severidade.

Por meio da Tabela 3 e da Figura 6, aplicando a escala de cores na média calculada em relação aos anos para cada trecho, onde o amarelo mais escuro sinaliza o maior índice de severidade e o tom mais claro indica menor índice, fica notável que o trecho 2 é o mais crítico, com um considerável intervalo de valor em relação aos demais. Em seguida, os trechos 3, 4, 10 e 12 obtêm valores semelhantes quanto a



criticidade entre eles. Por outro lado, os trechos 8 e 11 tem valores significativamente inferiores, sendo aproximadamente 62% menos críticos que a seção mais crítica.

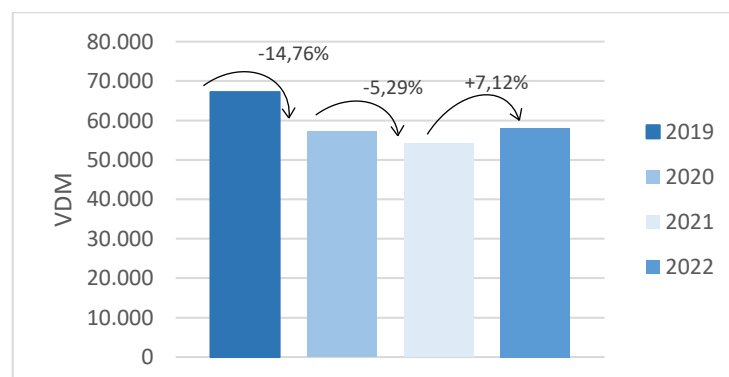
Tabela 3 – Cálculo dos índices de severidade em cada trecho

Índice de Severidade dos Acidentes (UPS)					
Trecho	2019	2020	2021	2022	Média
Trecho 1	15	30	40	28	28,25
Trecho 2	26	99	67	26	54,50
Trecho 3	20	15	44	67	36,50
Trecho 4	62	25	37	15	34,75
Trecho 5	25	15	25	23	22,00
Trecho 6	21	28	25	26	25,00
Trecho 7	24	30	22	38	28,50
Trecho 8	15	15	15	38	20,75
Trecho 9	23	26	5	69	30,75
Trecho 10	41	30	45	27	35,75
Trecho 11	15	20	16	30	20,25
Trecho 12	38	62	17	33	37,50
Média	27	33	30	35	-

Fonte: Autoria Própria (2023).

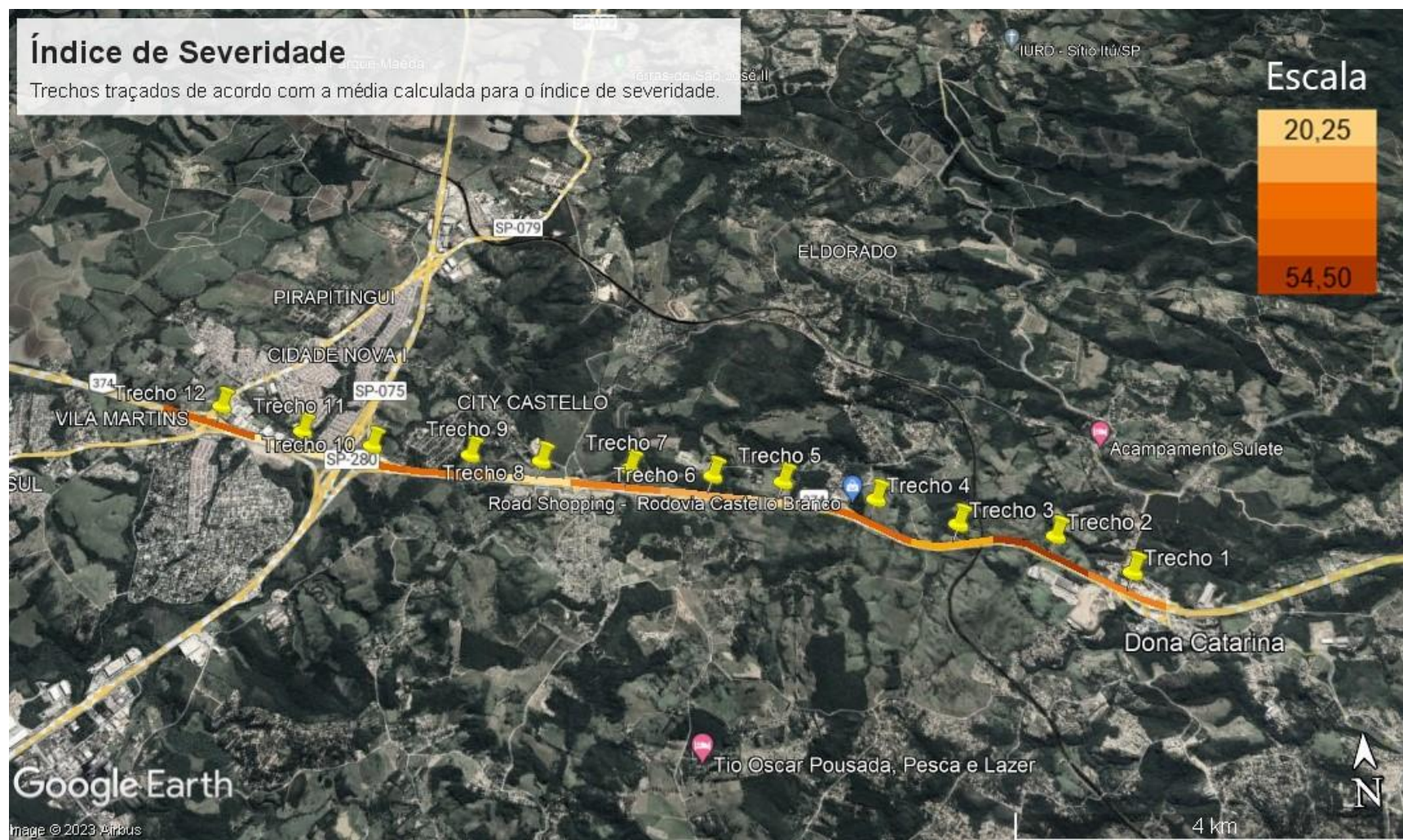
Com base nos dados da Tabela 1, o Gráfico 4 foi obtido para facilitar a visualização da variação do volume de tráfego médio ao longo dos anos. Pode-se observar que o volume médio diminuiu 14,76% em 2020 em relação a 2019 e, 5,29% no ano seguinte, em relação a 2020. No último ano, teve um aumento de 7,12% em relação ao anterior. Ao fazer uma comparação com o exemplo dado anteriormente, embora o índice de severidade não leve em consideração o volume de tráfego, a média de 2022 deveria ser menor que as médias de 2020 e 2021, pois o volume de tráfego foi superior ao desses anos.

Gráfico 4 - Variação do volume médio de tráfego entre 2019 e 2022.



Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 6 - Traçado dos trechos críticos por meio do Índice de Severidade.



Fonte: Autoria Própria (2023).

#### 4.1.2 TRECHOS CRÍTICOS CONSIDERANDO A TAXA DE SEVERIDADE

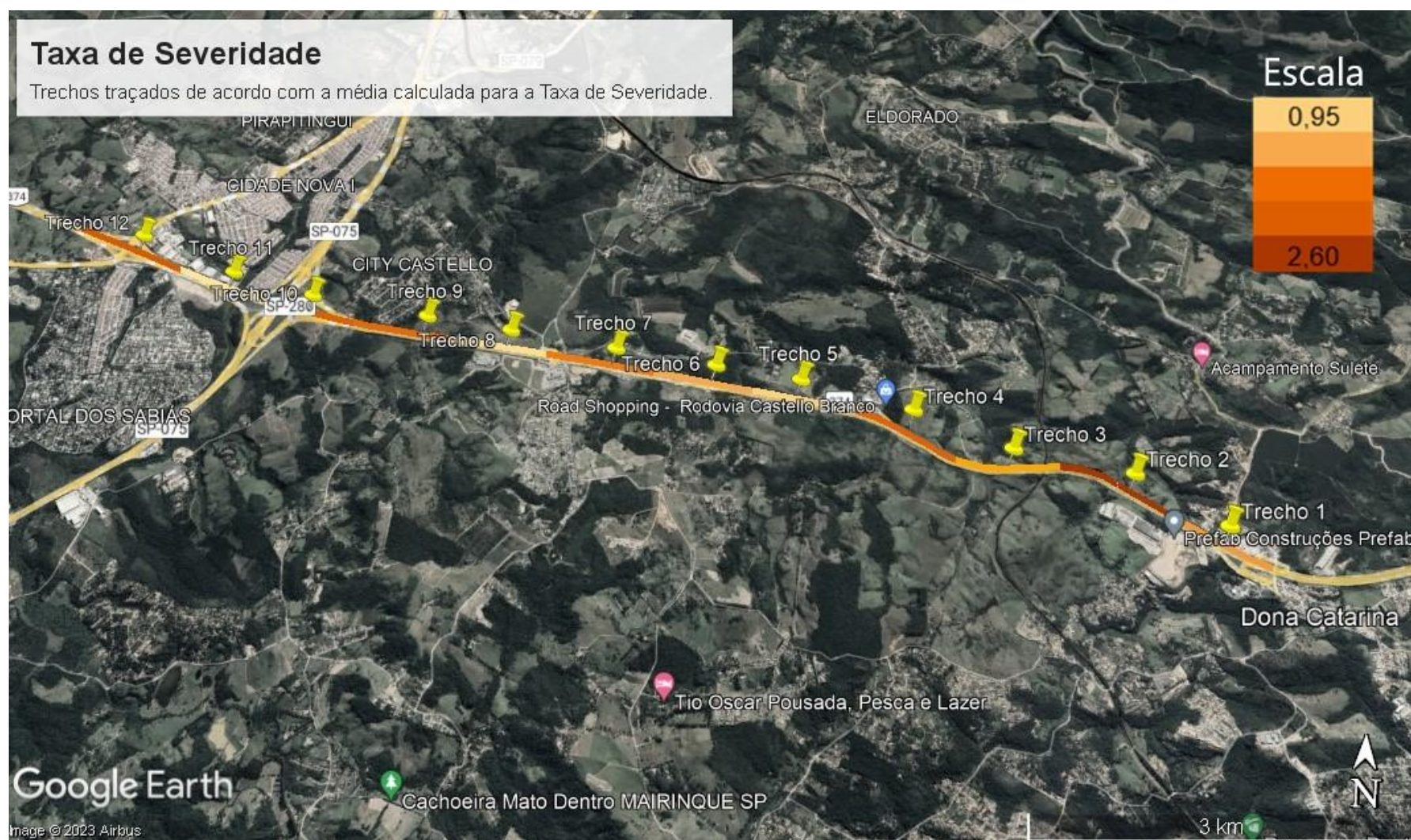
A taxa de severidade, devido à sua metodologia de cálculo, incorpora o volume de tráfego e a extensão do trecho, anteriormente excluídos da análise. Isso implica que seu cálculo leva em conta tanto as ponderações preconizadas pelo DENATRAN, descritas na Equação 1 do item 2.3, quanto o fluxo de veículos na seção durante o período de um ano e, também, a extensão do trecho. Através da análise da Tabela 4 e da Figura 7, utilizando a mesma escala de cores da Tabela 2, é possível notar que o trecho 2 continua apresentando a maior criticidade, enquanto os trechos 8 e 11 mantêm-se como os segmentos menos críticos.

Tabela 4 – Cálculo das taxas de severidade em cada trecho

<b>Taxa de Severidade (UPS/milhão.veíc.km)</b>					
Trecho	2019	2020	2021	2022	Média
Trecho 1	0,56	1,31	1,84	1,20	1,22
Trecho 2	1,06	4,74	3,39	1,23	2,60
Trecho 3	0,82	0,72	2,22	3,16	1,73
Trecho 4	2,53	1,20	1,87	0,71	1,58
Trecho 5	1,02	0,72	1,26	1,08	1,02
Trecho 6	0,86	1,34	1,26	1,23	1,17
Trecho 7	0,98	1,44	1,11	1,79	1,33
Trecho 8	0,61	0,72	0,76	1,79	0,97
Trecho 9	0,94	1,24	0,25	3,25	1,42
Trecho 10	1,67	1,44	2,27	1,27	1,66
Trecho 11	0,61	0,96	0,81	1,42	0,95
Trecho 12	1,41	2,70	0,78	1,42	1,58

Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 7 - Traçado dos trechos críticos por meio da Taxa de Severidade.



Fonte: Autoria Própria (2023).

### 4.1.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a comparação dos resultados foram geradas duas novas tabelas, contendo os mesmos valores analisados nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2, no entanto, colocados em ordem crescente de valores, a cada ano, para facilitar a visualização dos trechos críticos e se há inversão destes trechos quando comparadas as análises.

A Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam, respectivamente, os índices de severidade e a taxa de severidade colocadas em ordem crescente. Percebe-se que os parâmetros, quando analisados a cada ano, possuem algumas alterações na ordem dos trechos mais críticos. Como exemplo, ao considerar os trechos para o ano de 2022, há inversão de criticidade entre a terceira e sexta posição. Também, embora possuam valores baixos e próximos, o trecho considerado menos crítico quando calculada a média, não foi sempre o menos crítico com base a cada ano. Da mesma forma, o trecho 2, considerado o mais crítico, não possui o valor mais elevado todos os anos.

Ademais, ao comparar a Tabela 5 e a Tabela 6, embora os valores mais e menos críticos se mantenham, fica nítido que o método da taxa de severidade, que considera o volume de tráfego e a extensão do trecho, influencia diretamente nos resultados. Ao analisar as médias dos dois métodos, é perceptível a variação da ordem dos trechos a partir da nona posição.

Além disso, a partir do Gráfico 5 e do Gráfico 6 pode-se perceber as variações do comportamento nos valores obtidos. Por exemplo, a curva do trecho 2 deixa nítido o pico do índice e da taxa de severidade em 2020, no entanto, nos demais anos, o valor é inferior a diversos trechos, embora este seja o mais crítico. Há também a curva do trecho 9 que havia tido queda em 2021, mas aumentou consideravelmente em 2022.

Tabela 5 – Índice de severidade em ordenação crescente

Posição	Trecho	2019	Trecho	2020	Trecho	2021	Trecho	2022	Trecho	Média
1	Trecho 1	15	Trecho 3	15	Trecho 9	5	Trecho 4	15	Trecho 11	20,25
2	Trecho 8	15	Trecho 5	15	Trecho 8	15	Trecho 5	23	Trecho 8	20,75
3	Trecho 11	15	Trecho 8	15	Trecho 11	16	Trecho 2	26	Trecho 5	22,00
4	Trecho 3	20	Trecho 11	20	Trecho 12	17	Trecho 6	26	Trecho 6	25,00
5	Trecho 6	21	Trecho 4	25	Trecho 7	22	Trecho 10	27	Trecho 1	28,25
6	Trecho 9	23	Trecho 9	26	Trecho 5	25	Trecho 1	28	Trecho 7	28,50
7	Trecho 7	24	Trecho 6	28	Trecho 6	25	Trecho 11	30	Trecho 9	30,75
8	Trecho 5	25	Trecho 1	30	Trecho 4	37	Trecho 12	33	Trecho 4	34,75
9	Trecho 2	26	Trecho 7	30	Trecho 1	40	Trecho 7	38	Trecho 10	35,75
10	Trecho 12	38	Trecho 10	30	Trecho 3	44	Trecho 8	38	Trecho 3	36,50
11	Trecho 10	41	Trecho 12	62	Trecho 10	45	Trecho 3	67	Trecho 12	37,50
12	Trecho 4	62	Trecho 2	99	Trecho 2	67	Trecho 9	69	Trecho 2	54,50

Fonte: Autoria Própria (2023).

#### Legenda

- Trecho menos crítico pela média calculada
- Trecho mais crítico pela média calculada

Tabela 6 – Taxa de severidade em ordenação crescente

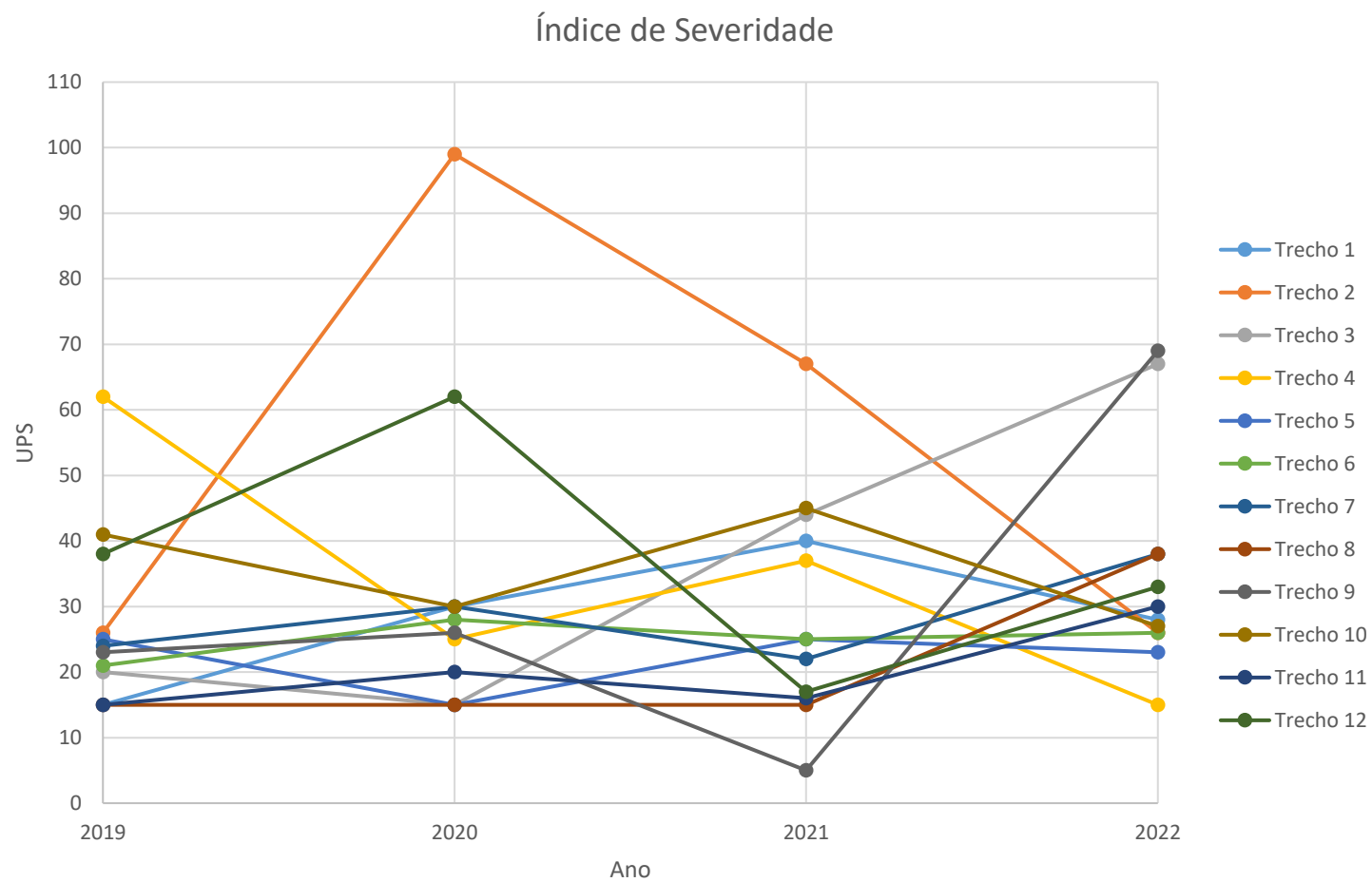
Posição	Trecho	2019	Trecho	2020	Trecho	2021	Trecho	2022	Trecho	Média
1	Trecho 1	0,56	Trecho 3	0,72	Trecho 9	0,25	Trecho 4	0,71	Trecho 11	0,95
2	Trecho 8	0,61	Trecho 5	0,72	Trecho 8	0,75	Trecho 5	1,08	Trecho 8	0,97
3	Trecho 11	0,61	Trecho 8	0,72	Trecho 12	0,78	Trecho 1	1,2	Trecho 5	1,02
4	Trecho 3	0,82	Trecho 11	0,96	Trecho 11	0,81	Trecho 2	1,23	Trecho 6	1,17
5	Trecho 6	0,86	Trecho 4	1,2	Trecho 7	1,11	Trecho 6	1,23	Trecho 1	1,22
6	Trecho 9	0,94	Trecho 9	1,24	Trecho 5	1,26	Trecho 10	1,27	Trecho 7	1,33
7	Trecho 7	0,98	Trecho 1	1,31	Trecho 6	1,26	Trecho 11	1,42	Trecho 9	1,42
8	Trecho 5	1,02	Trecho 6	1,34	Trecho 1	1,84	Trecho 12	1,42	Trecho 4	1,58
9	Trecho 2	1,06	Trecho 7	1,44	Trecho 4	1,87	Trecho 7	1,79	Trecho 12	1,58
10	Trecho 12	1,41	Trecho 10	1,44	Trecho 3	2,22	Trecho 8	1,79	Trecho 10	1,66
11	Trecho 10	1,67	Trecho 12	2,7	Trecho 10	2,27	Trecho 3	3,16	Trecho 3	1,73
12	Trecho 4	2,53	Trecho 2	4,74	Trecho 2	3,39	Trecho 9	3,25	Trecho 2	2,6

Fonte: Autoria Própria (2023).

#### Legenda

- Trecho menos crítico pela média calculada
- Trecho mais crítico pela média calculada

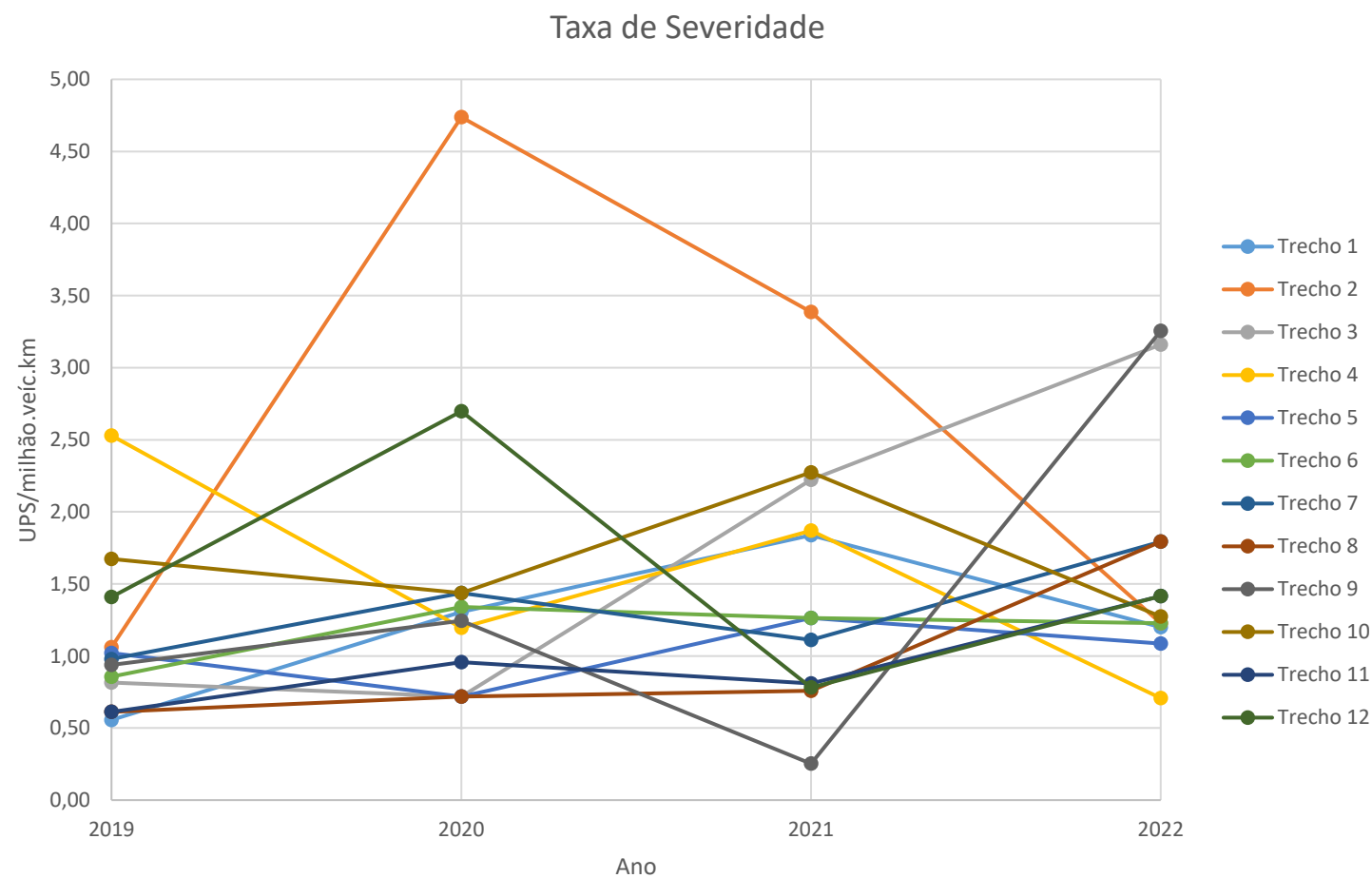
Gráfico 5 - Representação do índice de severidade entre 2019 e 2022.



Fonte: Autoria Própria (2023).



Gráfico 6 - Representação da taxa de severidade entre 2019 e 2022.



Fonte: Autoria Própria (2023).

## 5. CONCLUSÃO

Por meio dos estudos realizados, foi possível perceber como a questão da segurança viária no Brasil é importante. O país possui altos índices de acidentes de trânsito ocorrendo diariamente, o que afeta diretamente diversas famílias, além de causar impacto econômico. Diversos fatores contribuem para essa estatística, incluindo a infraestrutura inadequada das vias, o comportamento imprudente dos condutores, a falta de fiscalização eficaz, o desrespeito às regras de trânsito e a falta de conscientização pública. A realização de estudos para entender a causa do problema em um determinado local, assim como a aplicação de ações corretivas para tornar a via mais segura futuramente, são essenciais.

O trecho da Rodovia Castello Branco em Itu – SP, objeto de estudo desse trabalho, é um local bastante movimentado devido a existência de diversas empresas, postos de gasolina, shopping e acesso a condomínios e bairros da cidade.

A análise de acidentes realizado no trecho escolhido da rodovia, empregando a avaliação dos índices de severidade e taxa de severidade, proporcionou grande conhecimento para a compreensão e mitigação dos riscos associados à segurança viária. Por meio do estudo desses indicadores, foi possível identificar os segmentos críticos que requerem atenção prioritária.

Através da análise do índice de severidade, foi possível avaliar a gravidade dos acidentes, considerando como fator principal a natureza das lesões às vítimas. Esse índice permitiu uma classificação relativa dos trechos com base em sua severidade, embora não considerasse o volume de tráfego, o que poderia gerar conclusões parciais.

Por outro lado, a taxa de severidade agregou uma comparação importante à avaliação. Ao incorporar, além das ponderações existentes no índice de severidade, o fluxo de veículos na região, este índice proporcionou um enfoque mais completo, permitindo uma perspectiva mais precisa da criticidade real de cada trecho.

Portanto, ao combinar a análise desses dois indicadores, obteve-se um quadro mais abrangente e informado dos pontos críticos no trecho da rodovia em estudo. Isso não apenas permitiu uma identificação precisa das áreas com maior necessidade de

intervenção, mas também ressaltou a importância de considerar múltiplos fatores, incluindo a intensidade do tráfego, ao avaliar a segurança viária.

Para a obtenção dos resultados, a maior dificuldade encontrada foi a ausência de alguns dados relacionados aos acidentes, como o sentido da via em que ele ocorreu, por isso, a escolha foi de se fazer a análise bidirecional. Ademais, alguns dados mais específicos, como as condições climáticas e presença de obras no local, proporcionariam uma análise mais abrangente, no entanto, são informações que não estão disponíveis em diversos acidentes. Outra dificuldade foi a delimitação dos quilômetros da rodovia no Google Earth, visto que os cálculos não foram realizados utilizando dados de quilômetros inteiros, os quais possuem placas delimitando-os.

Para um estudo futuro, é possível realizar alguns cálculos mais aprofundados, utilizando os tipos de veículos envolvidos no acidente, os diferentes níveis de lesões causadas e os tipos de acidentes ocorridos. Os diversos parâmetros que podem ser considerados ajudam a compreender os fatores causais para desenvolver estratégias para melhorar a qualidade da rodovia.

# Referências Bibliográficas

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10697: Pesquisa de acidentes de trânsito**. Rio de Janeiro, p. 16. 2020.

AZIZ, S., RAMB, Dr. S. **A Meta-analysis of the methodologies practiced worldwide for the identification of Road Accident Black Spots**. Transportation Research Procedia 62 (2022), 790-797.

BASTOS, J. T. **Road safety strategic analysis in Brazil: indicator and index research**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2014.

BRASIL. Ministério dos Transportes. PROGRAMA PARE: **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Brasília, DF. 2002.

CARDOSO, G. **Modelos para previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas**. Tese (Pós-Graduação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Painel CNT de acidentes rodoviários**. Brasília-DF, 2023.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros**, Brasília, DF. 1987.

DER - SP. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **Contagem Volumétrica Classificatória**. Brasil, 2023. Disponível em: <http://200.144.30.103:8081/vdm/Page/Index.aspx>. Acesso em: 18 jun. 2023.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Metodologia para identificação de segmentos críticos**. Brasil, 2009.

GÓES, J. R. R. **Métodos de Identificação e Seleção de Locais de Alto Risco de Acidentes de Trânsito**. Estudo e Recomendações para Aplicação em Cidades Brasileiras. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1983.

GOLD, P. A. **Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. 1 ed. Nova York. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

GOOGLE MAPS. **Rodovia Castello Branco, km 68**. Google Maps, 2023. Disponível em: [https://www.google.com/search?tbs=lf:1,lf\\_ui:8&tbm=lcl&q=sp+280+km+68&rllfq=1&num=10&rllag=-23419894,-47250750,459&ved=2ahUKEwi1garlts6AAxV1ILkGHYMIID-wQtgN6BAgcEAI](https://www.google.com/search?tbs=lf:1,lf_ui:8&tbm=lcl&q=sp+280+km+68&rllfq=1&num=10&rllag=-23419894,-47250750,459&ved=2ahUKEwi1garlts6AAxV1ILkGHYMIID-wQtgN6BAgcEAI). Acesso em: 18 jun. 2023.

INFOSIGA SP. Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo. **Painel de resultados**. Brasil, 2023. Disponível em: <http://painelderresultados.infosiga.sp.gov.br>. Acesso em: 18 jun. 2023.

NODARI, C. T. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. Tese de doutorado. Escola de Engenharia. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 2003.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Trânsito: um olhar da saúde para o tema**. Brasília: OPAS, 2018.

SCHNEIDER, R. J.; RYZNAR, R. M.; KHATTAK, A. J. **An accident waiting to happen: a spacial approach to proactive pedestrian planning**. Accident Analysis & Prevention, v. 36, n. 2, p. 193-211, 2004.

WAIHRICH, D. R. L. S. **Calibração do método de previsão de acidentes do Highway Safety Manual (HSM) para trechos rodoviários de pista dupla no Brasil**. 2016. xvi, 132 f., il. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

WHO. World Health Organization. **Global Status Report On Road Safety 2018**. Geneva; 2018. Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO.

## APÊNDICE A – TABELAS DE DADOS POR ANO, KM E TIPO DE ACIDENTE

Tabela A1 – Dados tratados para a análise do trecho

Trecho	Ano	Quantidade de acidentes não fatais	Quantidade de acidentes fatais	Acidentes sem vítimas	Trecho	Ano	Quantidade de acidentes não fatais	Quantidade de acidentes fatais	Acidentes sem vítimas
Trecho 1	2019	3	0	0	Trecho 7	2019	2	1	1
	2020	6	0	0		2020	6	0	0
	2021	5	1	2		2021	4	0	2
	2022	3	1	0		2022	5	1	0
Trecho 2	2019	5	0	1	Trecho 8	2019	3	0	0
	2020	9	4	2		2020	3	0	0
	2021	13	0	2		2021	3	0	0
	2022	5	0	1		2022	5	1	0
Trecho 3	2019	4	0	0	Trecho 9	2019	2	1	0
	2020	3	0	0		2020	5	0	1
	2021	6	1	1		2021	1	0	0
	2022	8	2	1		2022	6	3	0
Trecho 4	2019	7	2	1	Trecho 10	2019	8	0	1
	2020	5	0	0		2020	3	1	2
	2021	7	0	2		2021	6	1	2
	2022	3	0	0		2022	5	0	2
Trecho 5	2019	5	0	0	Trecho 11	2019	3	0	0
	2020	3	0	0		2020	4	0	0
	2021	5	0	0		2021	3	0	1
	2022	4	0	3		2022	6	0	0
Trecho 6	2019	4	0	1	Trecho 12	2019	5	1	0
	2020	3	1	0		2020	7	2	1
	2021	5	0	0		2021	3	0	2
	2022	5	0	1		2022	6	0	3

Fonte: Autoria Própria (2023), com dados do Infosiga-SP.

## APÊNDICE B – CÁLCULO DETALHADO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE E DA TAXA DE SEVERIDADE

Tabela B1 – Índice de severidade: Trecho 1 (km 68,4 ao km 69,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	0	2	0
Com vítimas não fatais (V)	3	6	5	3
Com vítimas fatais (F)	0	0	1	1
<b>S (UPS)</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>28</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B2 – Taxa de severidade: Trecho 1 (km 68,4 ao km 69,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	15	30	40	28
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,56</b>	<b>1,31</b>	<b>1,84</b>	<b>1,20</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B3 – Índice de severidade: Trecho 2 (km 69,5 ao km 70,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	1	2	2	1
Com vítimas não fatais (V)	5	9	13	5
Com vítimas fatais (F)	0	4	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>26</b>	<b>99</b>	<b>67</b>	<b>26</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B4 – Taxa de severidade: Trecho 2 (km 69,5 ao km 70,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	26	99	67	26
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>1,06</b>	<b>4,74</b>	<b>3,39</b>	<b>1,23</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B5 – Índice de severidade: Trecho 3 (km 70,5 ao km 71,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	0	1	1
Com vítimas não fatais (V)	4	3	6	8
Com vítimas fatais (F)	0	0	1	2
<b>S (UPS)</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>44</b>	<b>67</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B6 – Taxa de severidade: Trecho 3 (km 70,5 ao km 71,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	20	15	44	67
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,82</b>	<b>0,72</b>	<b>2,22</b>	<b>3,16</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B7 – Índice de severidade: Trecho 4 (km 71,5 ao km 72,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	1	0	2	0
Com vítimas não fatais (V)	7	5	7	3
Com vítimas fatais (F)	2	0	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>62</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>15</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).



Tabela B8 – Taxa de severidade: Trecho 4 (km 71,5 ao km 72,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	62	25	37	15
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>2,53</b>	<b>1,20</b>	<b>1,87</b>	<b>0,71</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B9 – Índice de severidade: Trecho 5 (km 72,5 ao km 73,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	0	0	3
Com vítimas não fatais (V)	5	3	5	4
Com vítimas fatais (F)	0	0	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>23</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B10 – Taxa de severidade: Trecho 5 (km 72,5 ao km 73,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	25	15	25	23
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>1,02</b>	<b>0,72</b>	<b>1,26</b>	<b>1,08</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B11 – Índice de severidade: Trecho 6 (km 73,5 ao km 74,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	1	0	0	1
Com vítimas não fatais (V)	4	3	5	5
Com vítimas fatais (F)	0	1	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>26</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B12 – Taxa de severidade: Trecho 6 (km 73,5 ao km 74,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	21	28	25	26
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,86</b>	<b>1,34</b>	<b>1,26</b>	<b>1,23</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B13 – Índice de severidade: Trecho 7 (km 74,5 ao km 75,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	1	0	2	0
Com vítimas não fatais (V)	2	6	4	5
Com vítimas fatais (F)	1	0	0	1
<b>S (UPS)</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>38</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B14 – Taxa de severidade: Trecho 7 (km 74,5 ao km 75,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	24	30	22	38
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,98</b>	<b>1,44</b>	<b>1,11</b>	<b>1,79</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B15 – Índice de severidade: Trecho 8 (km 75,5 ao km 76,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	0	0	0
Com vítimas não fatais (V)	3	3	3	5
Com vítimas fatais (F)	0	0	0	1
<b>S (UPS)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>38</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B16 – Taxa de severidade: Trecho 8 (km 75,5 ao km 76,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	15	15	15	38
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,61</b>	<b>0,72</b>	<b>0,76</b>	<b>1,79</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B17 – Índice de severidade: Trecho 9 (km 76,5 ao km 77,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	1	0	0
Com vítimas não fatais (V)	2	5	1	6
Com vítimas fatais (F)	1	0	0	3
<b>S (UPS)</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>69</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B18 – Taxa de severidade: Trecho 9 (km 76,5 ao km 77,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	23	26	5	69
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,94</b>	<b>1,24</b>	<b>0,25</b>	<b>3,25</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B19 – Índice de severidade: Trecho 10 (km 77,5 ao km 78,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	1	2	2	2
Com vítimas não fatais (V)	8	3	6	5
Com vítimas fatais (F)	0	1	1	0
<b>S (UPS)</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>27</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B20 – Taxa de severidade: Trecho 10 (km 77,5 ao km 78,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	41	30	45	27
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>1,67</b>	<b>1,44</b>	<b>2,27</b>	<b>1,27</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B21 – Índice de severidade: Trecho 11 (km 78,5 ao km 79,5)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	0	1	0
Com vítimas não fatais (V)	3	4	3	6
Com vítimas fatais (F)	0	0	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B22 – Taxa de severidade: Trecho 11 (km 78,5 ao km 79,5)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	15	20	16	30
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1	1	1	1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>0,61</b>	<b>0,96</b>	<b>0,81</b>	<b>1,42</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tabela B23 – Índice de severidade: Trecho 12 (km 79,5 ao km 80,6)

<b>Índice de Severidade dos Acidentes</b>				
Tipo	2019	2020	2021	2022
Sem vítimas (D)	0	1	2	3
Com vítimas não fatais (V)	5	7	3	6
Com vítimas fatais (F)	1	2	0	0
<b>S (UPS)</b>	<b>38</b>	<b>62</b>	<b>17</b>	<b>33</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).


Tabela B24 – Taxa de severidade: Trecho 12 (km 79,5 ao km 80,6)

<b>Taxa de Severidade</b>				
	2019	2020	2021	2022
S (UPS)	38	62	17	33
P (dias)	365	365	365	365
VDM	67.166	57.249	54.221	58.083
E (km)	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>T (UPS/milhão.veíc.km)</b>	<b>1,41</b>	<b>2,70</b>	<b>0,78</b>	<b>1,42</b>

Fonte: Autoria Própria (2023).

## ANEXO 1 – TABELAS DE DADOS DO VOLUME DIÁRIO MÉDIO

Tabela AA1 – VDM de 2019 da rodovia SP-280

RetGraf	RODOVIA		POSTO DE COLETA							HORA PICO		VDM				
	Sigla	% Crescimento	Bidirecional	Município	Nro	Km Inicial	Km Final	Extensão	Equipamento	Hora	Quantidade	Sentido	Passaio	Com	Moto	Total
	SP 280	52,200 ↑	84.577	Osasco	2	14,750	19,550	4,800	280-O-HIC-018			OESTE	74.648	9.929	00	84.577
			100.043	Barueri	3	19,550	29,520	9,970	280-L-HIC-020			LESTE	88.375	11.668	00	100.043
			37.332	Itapevi	5	30,822	37,560	6,738	280-O-RAC-035	13:45 as 14:45	4345	OESTE	29.349	7.505	478	37.332
			38.911	Araçaguama	7	42,890	56,650	13,760	280-O-RAC-052	12:45 as 13:45	4865	OESTE	30.533	7.819	559	38.911
			34.489	Itu	10	62,700	66,900	4,200	280-L-RAC-063	10:30 as 11:30	4832	LESTE	27.048	7.177	264	34.489
			32.677	Itu	12	68,400	80,640	12,240	280-O-RAC-071	16:15 as 17:15	5454	OESTE	25.028	7.284	365	32.677
			18.637	Porto Feliz	16	93,020	107,000	13,980	280-O-RAC-097	11:15 as 12:15	2800	OESTE	13.477	4.831	329	18.637
			13.886	Boituva	17	107,000	125,200	18,200	280-O-HIC-111			OESTE	10.082	3.804	00	13.886


Fonte: DER-SP (2023).

Tabela AA2 – VDM de 2020 da rodovia SP-280

	SP 280	-3,100 ↓	34.418	Araçaguama	7	42,890	56,650	13,760	280-O-RAC-043,280-O-RAC-052	10:45 as 11:45	4735	OESTE	26.252	7.566	600	34.418
			30.047	Itu	10	62,700	66,900	4,200	280-L-RAC-063	17:00 as 18:00	9054	LESTE	22.584	7.197	266	30.047
			27.202	Itu	12	68,400	80,640	12,240	280-O-RAC-071	11:15 as 12:15	3561	OESTE	19.732	7.137	333	27.202
			17.474	Porto Feliz	16	93,020	107,000	13,980	280-O-RAC-097	06:00 as 07:00	2700	OESTE	12.521	4.623	330	17.474
			23.826	Boituva	17	107,000	125,200	18,200	280-L-HIC-111			LESTE	8.144	3.658	00	11.802
									280-O-HIC-111			OESTE	8.373	3.651	00	12.024
			17.167	Quadra	20	148,090	158,380	10,290	280-L-HIC-158			LESTE	5.483	3.097	00	8.580
									280-O-HIC-158			OESTE	5.629	2.958	00	8.587
7.846	Porangaba	21	158,380	173,930	15,550	280-O-RAC-172	07:30 as 08:30	2126	OESTE	4.995	2.797	54	7.846			


Fonte: DER-SP (2023).

Tabela AA3 – VDM de 2021 da rodovia SP-280

RetGraf	Sigla	% Crescimento	Bidirecional	Município	Nro	Km Inicial	Km Final	Extensão	Equipamento	Hora	Quantidade	Sentido	Passageiro	Com	Moto	Total	
	SP 280	10,100 ↑		Barueri	3	19,550	29,520	9,970	280-L-HIC-020			LESTE	80.549	13.416	00	93.965	
				Itapevi	5	30,822	37,560	6,738	280-O-RAC-035	11:00 as 12:00	3973	OESTE	26.091	7.326	517	33.934	
				Araçariçuama	7	42,890	56,650	13,760	280-O-RAC-052	12:15 as 13:15	4356	OESTE	31.517	7.679	521	39.717	
				Itu	10	62,700	66,900	4,200	280-L-RAC-063	17:45 as 18:45	4505	LESTE	22.937	6.416	258	29.611	
				Itu	12	68,400	80,640	12,240	280-O-RAC-071	15:15 as 16:15	3552	OESTE	17.475	6.836	299	24.610	
				Porto Feliz	16	93,020	107,000	13,980	280-O-RAC-097	16:30 as 17:30	1808	OESTE	11.799	5.209	321	17.329	
				Boituva	17	107,000	125,200	18,200		280-L-HIC-111			LESTE	8.880	3.697	00	12.577
									280-O-HIC-111			OESTE	9.088	3.738	00	12.826	
				Tatuí	18	125,200	136,320	11,120	280-L-RAC-127	10:15 as 11:15	1575	LESTE	14.238	4.479	304	19.021	

Fonte: DER-SP (2023).

Tabela AA4 – VDM de 2022 da rodovia SP-280

RetGraf	Sigla	% Crescimento	Bidirecional	Município	Nro	Km Inicial	Km Final	Extensão	Equipamento	Hora	Quantidade	Sentido	Passageiro	Com	Moto	Total	
	SP 280	61,000 ↑		Osasco	2	14,750	19,550	4,800	280-O-HIC-018			OESTE	84.640	16.121	00	100.761	
				Barueri	3	19,550	29,520	9,970	280-L-HIC-020			LESTE	95.950	18.276	00	114.226	
				Itapevi	5	30,822	37,560	6,738	280-O-RAC-035	13:00 as 14:00	5902	OESTE	23.655	7.054	459	31.168	
				Araçariçuama	7	42,890	56,650	13,760	280-O-RAC-043;280-O-RAC-052	13:15 as 14:15	4558	OESTE	29.996	7.841	551	38.388	
				Itu	10	62,700	66,900	4,200	280-L-RAC-063	16:00 as 17:00	4880	LESTE	22.611	6.482	268	29.361	
				Itu	12	68,400	80,640	12,240	280-O-RAC-071	14:45 as 15:45	4288	OESTE	21.280	7.074	368	28.722	
				Porto Feliz	16	93,020	107,000	13,980	280-O-RAC-097	07:30 as 08:30	2477	OESTE	12.436	5.025	347	17.808	
				Boituva	17	107,000	125,200	18,200	280-O-HIC-111				OESTE	10.604	2.990	00	13.594
				Tatuí	18	125,200	136,320	11,120	280-L-RAC-127	12:15 as 13:15	2232	LESTE	8.168	3.896	198	12.262	

Fonte: DER-SP (2023).