INFLUÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE TÉCNICAS PARA O AUMENTO DE SEGURANÇA EM RODOVIAS

INFLUENCE OF APPLICATIONS OF TECHNIQUES TO INCREASE SAFETY ON ROADS

Explorando os Efeitos da Implementação de Técnicas para o Aprimoramento da Segurança e Eficiência nas Rodovias: Uma Investigação sobre Mobilidade e Prevenção de Acidentes

João Lucas de Paula Dianin[1]

Lucas da Motta Frizeiro[2]

Noan Barbosa Alvarenga [3]

Liércio Feital Motta Jr[4]

RESUMO

Este trabalho analisa o impacto da implementação de áreas de escape e fiscalização eletrônica como dispositivos de segurança em rodovias, com o objetivo de avaliar sua eficácia na redução de acidentes e sua influência na gravidade dos eventos. Observou-se que essas tecnologias contribuem de maneira significativa para a diminuição da quantidade de acidentes e do número de pessoas envolvidas anualmente, promovendo uma circulação mais segura nas rodovias. No entanto, constatou-se que a gravidade dos acidentes, medida pelo número de fatalidades, permaneceu elevada, indicando que tais dispositivos não têm um impacto direto sobre a severidade dos eventos ocorridos. Diante disso, o estudo evidencia tanto o sucesso desses dispositivos na prevenção de acidentes quanto a necessidade de novas abordagens que abordem também a mitigação da gravidade dos acidentes. Por fim, este trabalho visa não apenas fornecer uma visão atualizada sobre a segurança viária, mas também incentivar o debate e o desenvolvimento de soluções futuras para aprimorar a segurança nas rodovias de forma contínua e sustentável.

Palavras-chave: Segurança viária. Fiscalização eletrônica. Áreas de escape. Acidentes rodoviários. Gravidade dos acidentes

ABSTRACT

This paper analyzes the impact of implementing escape areas and electronic monitoring as safety devices on highways, aiming to assess their effectiveness in reducing accidents and their influence on the severity of incidents. It was observed that these technologies significantly contribute to reducing the number of accidents and the annual number of individuals involved, promoting safer traffic flow on highways. However, it was found that accident severity, measured by the number of fatalities, remained high, indicating that such devices do not have a direct impact on the severity of incidents when they occur. Therefore, this study highlights both the success of these devices in accident prevention and the need for new approaches that also address accident severity mitigation. Ultimately, this work aims not only to provide an updated perspective on highway safety but also to encourage discussion and the development of future solutions to continuously and sustainably enhance road safety.

Keywords: Road safety. Electronic monitoring. Escape áreas. Highway acidentes. Accident severity

[1] Rede de Ensino Doctum – Unidade Itamar Franco – joao.dianin@hotmail.com – graduando em Engenharia Civil

[2] Rede de Ensino Doctum – Unidade Itamar Franco – lucas.cmx@hotmail.com – graduando em Engenharia Civil

[3] Rede de Ensino Doctum – Unidade Itamar Franco – noanba@hotmail.com – graduando em Engenharia Civil

[4] Rede de Ensino Doctum – Unidade Itamar Franco – liercioengenhariajf@doctum.edu.br – professor orientador

1 - Introdução

As rodovias são importantes vias de transporte terrestre e desempenham um papel crucial na conectividade e no desenvolvimento socioeconômico de uma região (MAURO E SILVANA, 2009).

No pensamento de MAURO E SILVANA, a evolução da malha rodoviária brasileira reflete não apenas o avanço tecnológico, mas também as transformações econômicas e sociais que moldaram o país ao longo dos séculos.

Segundo MAURO E SILVANA, 2009, foi apenas no século XX que as rodovias começaram a desempenhar um papel significativo no desenvolvimento nacional. Com o surgimento do automóvel e a crescente industrialização, houve uma demanda por estradas mais amplas e pavimentadas.

“Governar é povoar; mas não se povoa sem se abrir estradas, e de todas as espécies. Governar é, pois, fazer estradas”. – Presidente Washington Luís Pereira de Sousa (1926-1930).

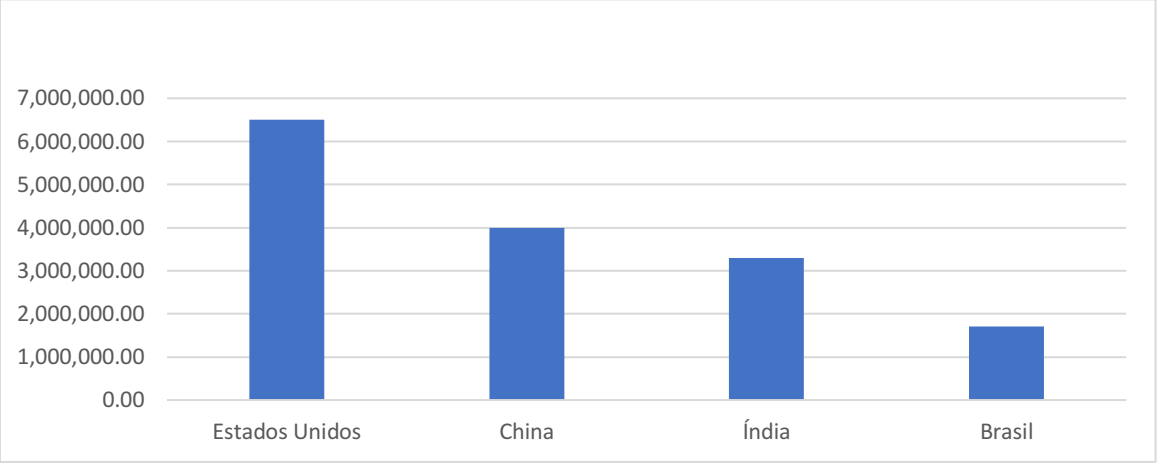
O modal rodoviário, mesmo com sua importância, possui custos muito elevados, se comparando aos modais ferroviário e hidroviário. Isso se deve aos altos custos com combustíveis e manutenções periódicas. (ONTL, 2022)

As rodovias desempenham um papel crucial no avanço econômico do Brasil, facilitando o transporte de mercadorias, a integração regional e o acesso a serviços essenciais. A extensa malha rodoviária do país permite a movimentação eficiente de produtos agrícolas, industriais e comerciais, conectando as regiões produtoras aos centros de consumo e exportação. (IPEA, 2020)

De acordo com PEGORARO (2018), a logística no Brasil ainda é um setor recente, que tem se desenvolvido principalmente em resposta à crescente competitividade. Um dos fatores que impulsionaram esse avanço foi a entrada de grandes empresas multinacionais, que trouxeram novos padrões de qualidade e eficiência em logística, conceitos que antes não eram amplamente conhecidos pelos empresários brasileiros.

No ranking de extensão de malha rodoviária, segundo a Organização Nacional de Transporte e Logística (ONTL), 2022, os Estados Unidos estão em primeiro lugar com 6,5 milhões de quilômetros. Na sequência, está a China com 4 milhões, seguida da Índia com 3,3 milhões, e o Brasil ocupa a 4ª posição com 1,7 milhões de quilômetros, conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1: Ranking de extensão da malha rodoviária por país

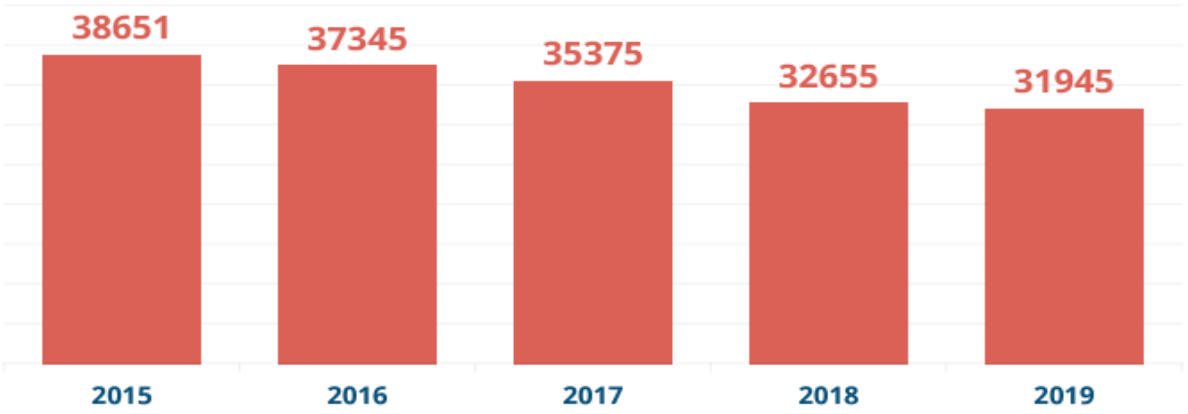


Fonte: ONTL – 2022

Conforme ilustrado no gráfico 1, a extensão da malha rodoviária dos quatro países citados apresenta uma disparidade significativa. Esse cenário aponta para a necessidade de modernização e expansão das rodovias brasileiras para melhorar a logística e integrar melhor as diferentes regiões do país.

Para o DATASUS, conforme apresentado no gráfico 2, de 2015 à 2019, estipulou-se uma média de 35.194 mortes em acidentes de transporte terrestre por ano. Se comparado ano por ano, entende-se uma diminuição da quantidade de mortes em acidente por ano. Essa queda, ainda que positiva, indica a necessidade de esforços contínuos para reduzir ainda mais esses números, considerando que a quantidade de mortes ainda é elevada e representa um desafio significativo para a saúde pública e a segurança viária no Brasil.

Gráfico 2: Mortes em acidentes de transporte terrestre no período de 2015 a 2019



Fonte: DATASUS – 2021

Conforme ilustrado no gráfico 2, a análise das mortes em acidentes de transporte terrestre no período de 2015 a 2019 revela uma tendência de redução anual. Embora a média anual tenha sido de 35.194 óbitos, a linha temporal evidencia uma diminuição gradual ao longo dos anos, refletindo possíveis avanços em políticas de segurança no trânsito, melhorias na infraestrutura e campanhas educativas.

Segundo o CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO (CTB), preservar a vida e prevenir de acidentes de trânsito em rodovias federais constitui obrigação das autoridades de trânsito responsáveis pelas rodovias.

Para assegurar essa segurança, é necessário identificar e analisar parâmetros que influenciam diretamente a operação e a eficácia das rodovias. A questão viária no Brasil é particularmente preocupante, dado o alto índice de mortes no trânsito, tornando imprescindível a realização de estudos que orientem melhorias nas condições das estradas brasileiras. (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2015)

Em suma, as rodovias desempenham um papel vital no avanço econômico do Brasil, conectando pessoas, mercadorias e serviços em todo o território nacional. No entanto, é essencial reconhecer os desafios enfrentados pela infraestrutura rodoviária e buscar soluções sustentáveis para garantir sua eficiência e segurança no futuro. (IPEA, 2020)

No entanto, a construção e manutenção dessas estradas apresentam desafios principalmente na segurança dos trabalhadores e eficiência das operações. (ANDRÍOLA *et al*., 2019)

Segundo ANDRÍOLA *et al.*, 2019, a implantação de políticas públicas e infraestruturas dedicadas à melhoria das condições de segurança e saúde da população comumente envolve investimentos de grande volume, destinados à mitigação de riscos para a população.

O nível de segurança da via depende tanto de sua construção, manutenção e operação, quanto do comportamento seguro dos seus usuários. (BRANCO, 1999)

A construção e manutenção de rodovias representam atividades complexas e essenciais para a infraestrutura de transporte. Dessa forma, esses processos não estão isentos de desafios, especialmente quando se trata da segurança dos usuários que transitam pelas vias. (IPEA, 2010)

Para CASTRILLÓN E CANDIA são três elementos que contribuem à ocorrência de um acidente: fator humano, seguido pelo fator viário e, por último, pelo fator veicular.

Portanto, este trabalho tem como objetivo principal comparar o impacto da implementação de dispositivos de segurança com a diminuição da quantidade de acidentes, envolvidos e mortos.

E ao cumprir esses objetivos, este estudo contribuirá para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de tecnologias de segurança em rodovias.

2 - Referencial Teórico

A falta de investimento em manutenção e expansão da infraestrutura rodoviária levou ao surgimento de problemas como congestionamentos, acidentes e degradação das vias. Segundo o MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2018, a segurança viária é uma preocupação constante em qualquer sistema de transporte, especialmente nas rodovias, onde o alto volume de veículos e a velocidade podem aumentar significativamente os riscos de acidentes.

É importante ressaltar que as ações desenvolvidas junto ao elemento viário-ambiental, para melhorar a segurança da rodovia, são frequentemente mais econômicas e fáceis de implementar do que treinar os motoristas para o nível de habilidade necessário para lidar com ambientes rodoviários complexos. (DIÓGENES *et al.,* 2005)

Diversos estudos e práticas são desenvolvidos constantemente com o intuito de mitigar os desafios enfrentados nesse setor, promovendo melhorias significativas no processo de construção e na operação das vias. Diante disso, a busca por novos métodos e práticas tem se mostrado fundamental para enfrentar desafios, visando não apenas aumentar a segurança, mas também promover a praticidade e eficiência das operações rodoviárias. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2018)

2.1 – Segurança Rodoviária

Este estudo aborda a segurança nas rodovias, com foco na eficácia de após a implementação de dispositivos de segurança como áreas de escape e fiscalização eletrônica.

Dessa forma, podemos interpretar que a implementação dessas tecnologias visa reduzir o número de acidentes e promover uma circulação mais segura, protegendo tanto os motoristas quanto a sociedade.

2.1.1 – Áreas de Escape

Um dos aspectos essenciais abordados diz respeito à implementação de medidas de segurança ao longo das rodovias, como a construção de áreas de escape.

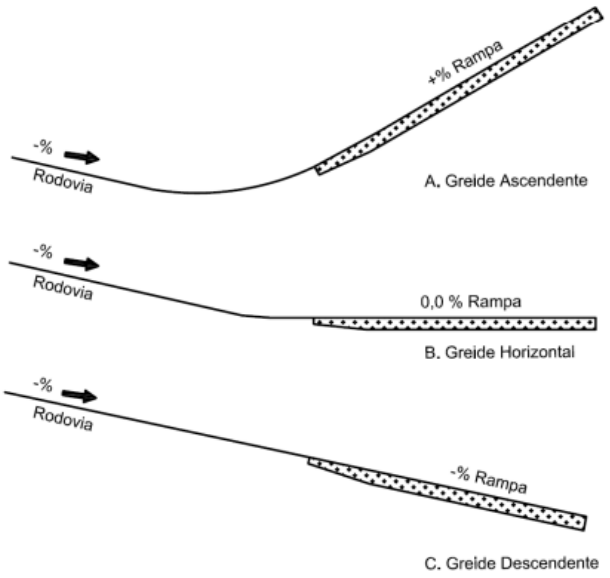
As áreas de escape de caminhões, são espaços especialmente projetados ao lado das rodovias para permitir que veículos pesados, como caminhões e ônibus, possam desacelerar ou parar em situações de emergência, como falhas nos freios ou problemas mecânicos. (RODRIGUES, et al., 2023)

ZANOLI (2003) afirma que as áreas de escape são dispositivos de segurança importantes em rodovias com declives íngremes, projetadas para conter caminhões descontrolados e reduzir o risco de acidentes.

No entanto, para que essas áreas sejam eficazes, é essencial que os motoristas de caminhões recebam orientação adequada sobre seu uso. Sem esse conhecimento, a eficiência das áreas de escape pode ser prejudicada, pois a ação correta dos condutores em situações de emergência é crucial para o sucesso da medida. (ZANOLI, 2003)

Segundo, RODRIGUES et al., 2023, essas áreas são construídas estrategicamente localizadas em trechos de descida íngreme ou curvas acentuadas, conforme apresentado na figura 1, oferecendo uma rota de fuga segura para os condutores em situações de emergência, e minimizando assim os danos materiais e humanos decorrentes de colisões ou saídas de pista.

Figura 1: Tipos básicos de rampa de escape



Fonte: RODRIGUES, et al. (2023)

Como demonstrado na Figura 1, podemos verificar as possibilidades de construção. Podendo ser instaladas em descidas íngremes, e utilizando greides ascendentes para auxiliar na desaceleração.

Geralmente, como apresentado na Figura 2, essas áreas são compostas por uma extensão de pista pavimentada, areia ou outro material de alta resistência, que auxilia na desaceleração do veículo e minimiza danos em caso de colisão. Sua presença contribui para reduzir a gravidade de acidentes e proteger tanto os motoristas quanto outros usuários da rodovia. (RODRIGUES, et al., 2023)

Figura 2: Área de escape sinalizada

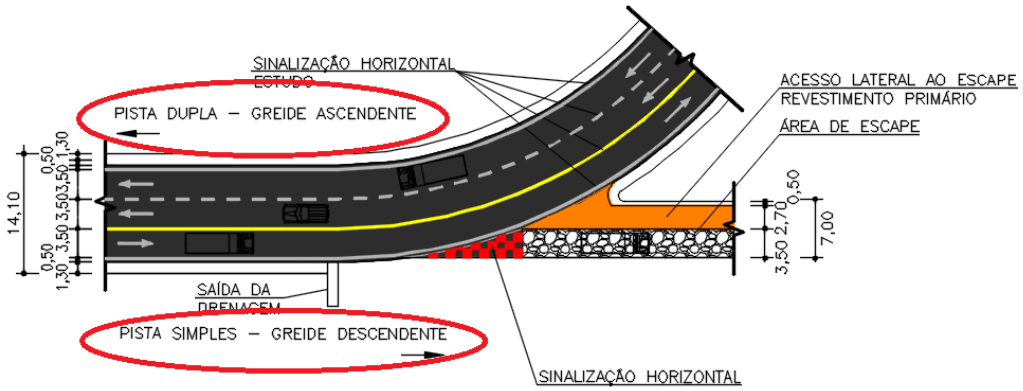
Fonte: Site - Pé na estrada (2023)

Segundo RODRIGUES (2023), como visto na figura 2, a sinalização adequada é essencial para prevenir confusões e assegurar que os motoristas não ingressem na rampa por engano, devendo ser realizada de maneira chamativa e clara por meio de sinalização vertical e marcações no pavimento.

Conforme ZANOLI (2003), os acidentes com caminhões geralmente resultam em perdas humanas e materiais mais graves do que os que envolvem veículos menores. Apesar de os caminhões representarem uma pequena parte da frota nacional, o número de acidentes com esses veículos nas rodovias é considerável. Isso destaca a seriedade e a frequência desses acidentes no trânsito rodoviário.

Rodrigues (2023) destaca que o posicionamento geométrico das rampas de escape deve ser cuidadosamente planejado, como exemplificado na Figura 3. Em curvas horizontais, recomenda-se que a rampa seja implantada na continuidade da tangente, a fim de evitar que veículos desgovernados entrem na curva.

Figura 3: Projeto área de escape

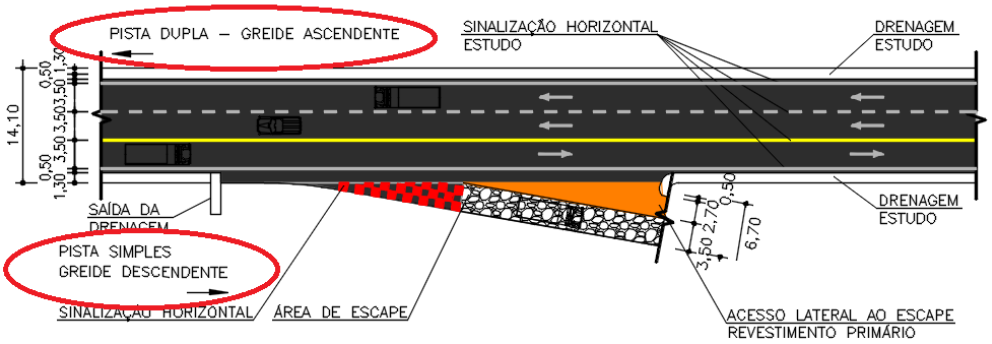


Fonte: RODRIGUES, et al. (2023

Pela representação no projeto da figura 3, entende-se que em um greide descendente, a presença de uma área de escape antecedendo curvas acentuadas ou com altos índices de acidentes é de grande importância.

Conforme RODRIGUES (2023), em tangentes horizontais, como na Figura 4, é importante analisar a integração das rampas à geometria existente da estrada e assegurar uma sinalização clara.

Figura 4 - Projeto área de escape



Fonte:RODRIGUES, et al. (2023)

Para retas em greides descendentes, conforme a figura 4, é importante regularizar a topografia do terreno, e se atentar ao dreno da via.

No caso das áreas de escape para caminhões, como mostrado na figura 5, por exemplo, para RODRIGUES et al., 2023, uma das preocupações é a sua manutenção adequada. Sem uma manutenção regular e eficaz, essas áreas podem se deteriorar ao longo do tempo, comprometendo sua utilização em situações de emergência.

Figura 5: Caminhão resgatado de área de escape

Fonte: Blog do Caminhoneiro (2022).

Como foi demonstrado na figura 5, a manutenção adequada garante que o uso da área de escape em situação de risco, vai se comportar da forma esperada. Evitando qualquer dano a estrutura de via, do caminhão e dano a pessoas.

Além disso, a localização inadequada das áreas de escape em relação ao fluxo de tráfego pode torná-las menos acessíveis em casos de necessidade, limitando assim sua utilidade em situações de emergência. (RODRIGUES et al., 2023)

2.1.2- Radar de Velocidade

Além desse método, a aplicação de tecnologia de controle de velocidade, como o radar, tem se mostrado eficaz na redução de acidentes por excesso de velocidade. (NASCIMENTO, 2020)

Segundo YAMADA (2005), uma investigação realizada pelo Transport Research Laboratory (TRL) em colaboração com o Departamento de Transportes do

Reino Unido, ao longo da década de 1990, analisou a relação entre velocidade e acidentes em rodovias de pista simples na Inglaterra. A pesquisa concluiu que o aumento da velocidade dos motoristas eleva significativamente o risco de envolvimento em acidentes.

Segundo a NASCIMENTO, 2020, a presença de radares nas rodovias contribui significativamente para a conscientização dos motoristas quanto aos limites de velocidade estabelecidos, além de promover uma cultura de respeito às normas de trânsito, resultando em um ambiente viário mais seguro para todos nas rodovias.

Os dispositivos de fiscalização e os redutores eletrônicos de velocidade têm se mostrado altamente eficazes na diminuição de acidentes de trânsito, contribuindo para o aumento da segurança, tanto em vias urbanas quanto em rodovias. (ESTANISLAU JÚNIOR, 2017)

ESTANISLAU JÚNIOR (2017) ressalta que, diante do preocupante cenário de constante ameaça à segurança viária, é urgente a adoção de medidas que regulamentem a velocidade no trânsito, com o objetivo de reduzir os níveis de mortalidade.

Os radares são dispositivos eletrônicos utilizados para monitorar a velocidade dos veículos em uma determinada via. Existem diferentes tipos de radares, incluindo radares fixos, móveis ou radares incorporados à sinalização. (GUISSU, 2005)

Os radares fixos, como em exemplo na Figura 6, são instalados permanentemente em pontos específicos da rodovia e têm a finalidade de fiscalização. (GUISSU, 2005)

Figura 6: Radar Fixo

Fonte: Tecfil (2024)

Yamada (2005) explica que os dispositivos eletrônicos demonstrados na Figura 6, também são conhecidos como Pardais, Lombadas Eletrônicas ou Barreiras Eletrônicas. Possuem instalação fixa e operam de maneira automática e ininterrupta, 24 horas por dia. Esses equipamentos utilizam sensores embutidos no pavimento para medir a velocidade dos veículos e capturar imagens de suas placas com o auxílio de um flash infravermelho, que não é perceptível aos motoristas.

Segundo Oliveira (2008), os dispositivos eletrônicos utilizados para medir a velocidade, por meio de uma variada gama de tecnologias como podemos ver na Figura 7, podem servir como um meio para diminuir a ocorrência de acidentes, promovendo uma circulação mais equilibrada em meio às diferenças no trânsito.

Figura 7: Radar com sinalização visual

Fonte: Autoescola online (2020)

E para a NASCIMENTO, 2020, os radares incorporados à sinalização são dispositivos que utilizam sinais luminosos para alertar os motoristas sobre seus limites de velocidade, ajudando a reduzir a velocidade dos veículos e prevenir acidentes, assim como demonstrado na Figura 7.

Esses dispositivos, instalados em trechos perigosos das vias, têm o propósito de fiscalizar o cumprimento dos limites de velocidade e coibir o excesso de velocidade por parte dos condutores. (GUISSU, 2005)

Críticos apontam que a instalação excessiva de radares pode gerar uma percepção negativa entre os motoristas, essa percepção pode levar à resistência por

parte dos condutores e até mesmo levar a tentativas de burlar os sistemas de fiscalização, comprometendo a eficácia dos radares e podendo causar acidentes. (GUISSU, 2005)

Conforme aponta ESTANISLAU JÚNIOR (2017), o uso de radares para fiscalização de trânsito também gera críticas. O principal argumento dos que se opõem à fiscalização eletrônica é que, com o tempo, essa prática teria deixado de ter um caráter preventivo e educativo, tornando-se uma ferramenta focada principalmente na arrecadação de recursos pelo estado.

De acordo com VIEIRA (2003), desde a implementação dos radares eletrônicos na fiscalização de trânsito, esses dispositivos se tornaram os principais responsáveis pela autuação de infrações, sendo também os principais instrumentos para aumentar a arrecadação de multas.

ESTANISLAU JÚNIOR (2017) destaca que, embora ainda existam poucos estudos científicos para avaliar a eficácia da fiscalização eletrônica, devido ao seu uso relativamente recente, as estatísticas disponíveis demonstram claramente sua eficiência na redução de acidentes, especialmente no que se refere à diminuição de acidentes graves e fatais.

3 – Metodologia

Ao longo deste trabalho, será adotada uma pesquisa aplicada com abordagem quantitativa, do ponto de vista exploratória com procedimento de revisão de literatura e estudo de caso, a fim de garantir a confiabilidade e a relevância dos resultados.

Para iniciar a análise da segurança das rodovias requer uma abordagem que leve em consideração não apenas os aspectos físicos da infraestrutura, como os métodos de construção e a presença de áreas de escape, mas também a eficácia dos sistemas de controle de velocidade, como radares.

Primeiramente, será realizada uma avaliação das técnicas de segurança de construção utilizadas nas rodovias. Dessa forma, conseguimos compreender melhor todas as aplicações de técnicas e implementações de dispositivos que auxiliam no aumento da segurança das rodovias.

Para realizar todas as pesquisas bibliográficas, foi utilizado o google acadêmico com as seguintes palavras chave: técnicas de segurança nas rodovias, construção de rodovias, implementação de radar em rodovia, áreas de escape, acidentes em

rodovias, custos de acidentes em rodovias, radar de velocidade, dispositivos de segurança em rodovias, fiscalização eletrônica.

Dessa forma, conseguimos agregar os artigos que mais se assemelham ao tema em estudo.

Realizamos também revisões de jornais em canais de notícias como: O Globo, O Estadão, G1, Folha e Uol. Com o estudo dessas notícias, conseguimos mapear as áreas de interesse do projeto, assim como, identificar as datas de implementações dos dispositivos de segurança, para podermos comparar os dados analisados.

Com esse estudo de notícias e artigos acadêmicos, conseguimos interpretar os dados para o estudo de caso em questão, com referência nas seguintes rodovias: BR-040, BR-267, BR-376 e BR-277.

Para o estudo de caso das rodovias BR-376 e BR-277, foram analisados casos fora da região de Minas Gerais, pela implementação das áreas de escape se concentrarem no estado do Paraná, e pelos artigos acadêmicos encontrados, se referirem aos casos dos dispositivos dos municípios de Morretes e Guaratuba – PR.

Após a compreensão das localizações e estudos de casos nas rodovias citadas, podemos realizar a análise dos dados entregues pela Polícia Rodoviária Federal, através do acesso ao site gov.br, entrando na seção Dados Abertos da PRF.

Esses dados compreendem todos os acidentes em trechos de rodovias por todo Brasil. Desse modo, realizamos os filtros pelos trechos que analisamos em cada rodovia. Sendo esses, BR040 – KM 92, 781 e 815, BR267 – KM 121 e 124, BR 376 – KM 667 e 671 e BR146 – KM 37,9.

O estudo leva em consideração a análise dos anos anteriores da instalação, e os anos restantes até 2023, desconsiderando o ano da implementação dos dispositivos de segurança.

Sendo assim, conseguimos interpretar os dados e discutir sobre a influência desses métodos construtivos na segurança das rodovias federais.

4 – Análise e Resultado

O foco da análise é na comparação da quantidade de acidentes, de envolvidos e de mortos, antes e depois das implementações dos dispositivos de segurança.

Dessa forma, através da interpretação das informações coletadas, o trabalho indica para o resultado através da criação de gráficos e tabelas.

4.1 – Análise dos Dados Recolhidos por Trecho

Neste capítulo, apresentamos uma análise aprofundada dos dados coletados em diversos trechos das rodovias federais BR-040, BR-267, BR-376 e BR-277, com o objetivo de avaliar o impacto da implementação de dispositivos de segurança na redução de acidentes. A análise se concentra em dois tipos de dispositivos: fiscalização eletrônica (radares de velocidade) e áreas de escape.

4.1.1 – Trechos com Fiscalização Eletrônica

A fiscalização eletrônica foi implementada em trechos estratégicos das rodovias BR-040 e BR-267. Na BR-040, os radares foram instalados nos seguintes pontos:

4.1.1.1 – BR 040 KM 92

- **KM 92 (Petrópolis, RJ):** Localizado na Serra de Petrópolis, um ponto de intenso fluxo de veículos, especialmente em horários de pico. A presença do radar, implementado em 2015 neste local, visa coibir o excesso de velocidade e garantir a segurança dos pedestres e usuários da via.

Um trecho em serra com alta umidade, no qual podemos observar pela Tabela 1, nos anos de 2010 e 2013, que em 2010 tivemos 133 acidentes com 198 envolvidos e 2013 157 acidentes com 248 envolvidos.

Tabela 1 – Dados analisados de 2010 a 2023 - BR 040 KM 92

LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 040 PETROPOLIS	91	92	93	2010	133	198	1
				2011	69	92	0
				2012	37	53	0
				2013	157	248	2
				2014	69	122	0
				2015	41	76	0
				2016	33	49	1
				2017	35	67	1
				2018	29	49	3
				2019	32	56	0
				2020	13	28	0
				2021	27	56	2
				2022	29	52	1
				2023	20	36	2

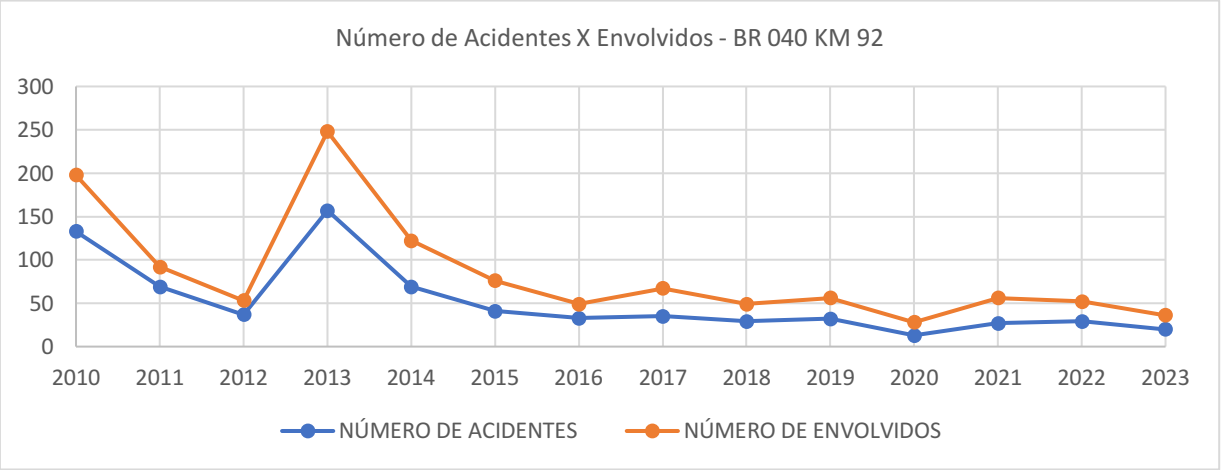
Fonte: Dados Aberto PRF

Após esse período observamos que a variante de números de acidentes diminuiu.

Percebe-se, na Tabela 1, ao longo de 13 anos (2010 – 2023) a eficácia da implementação do dispositivo de fiscalização eletrônica, no qual o número de acidentes reduziu significativamente.

Conforme é visto no Gráfico 3, foi construído uma relação direta entre o número de acidentes e número de envolvido por ano, facilitando a visualização.

Gráfico 3 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 040 KM 92

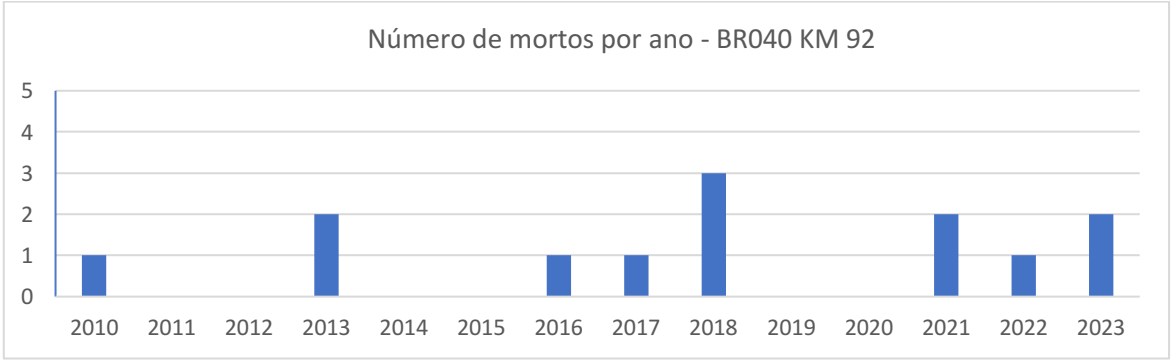


Fonte: Dados Aberto PRF

Podemos entender, pelo Gráfico 3, que houve uma diminuição na quantidade de acidentes depois, do ano da implementação (2015), e também se percebe uma linearidade e controle nos números de acidentes e envolvidos.

No Gráfico 4, é exibido a quantidade de mortos em acidentes por ano no trecho do KM 92 na BR 040.

Gráfico 4 – Número de mortos por ano em acidentes – BR 040 KM 92



Fonte: Dados Aberto PRF

A relação do número de mortos em acidentes por anos, demonstrou que apesar da diminuição dos acidentes, houve na realidade um aumento do número de mortos, como apresentado do Gráfico 4.

A tabela 2 demonstra a relação das médias para cada período no trecho do KM 92 da BR 040.

Tabela 2 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos – BR 040 KM 92

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2010 - 2014	93	142,6	0,6
2015	Ano da Implementação		
2016 - 2023	27,25	49,125	1,25

Fonte: Dados Aberto PRF

A Tabela 2 apresenta, o que foi compreendido nos gráficos anteriores, no qual percebemos a diminuição no número de acidentes e envolvidos, porém observamos um aumento no número de mortos.

4.1.1.2 – BR 040 KM 781

- **KM 781 (Juiz de Fora, MG):** Próximo à fábrica da Mercedes-Benz, um trecho com histórico de acidentes, especialmente envolvendo veículos de grande porte. A instalação do radar neste ponto em 2015 tem como objetivo reduzir a velocidade dos veículos e prevenir colisões.

Em sequência para o objetivo do trabalho, que é comparar e analisar a influência da aplicação de técnicas de segurança com o foco em áreas de escape e fiscalizações eletrônicas, foi analisado o trecho da BR 040 KM 781, com a presença de um radar de velocidade, com o intuito de interpretar os dados oferecidos pela PRF, através do site.

A partir dos dados abertos, conseguimos aferir a quantidade de acidentes, de envolvidos e de mortos, dessa forma conseguimos comparar os resultados e interpretar o impacto da implantação desses dispositivos.

Para a análise foi construído a Tabela 3, de forma a simplificar e auxiliar na visualização para comparação de todas as informações analisadas sobre do trecho KM 781 na BR 040.

Tabela 3 – Dados analisados de 2010 a 2023 - BR 040 KM 781

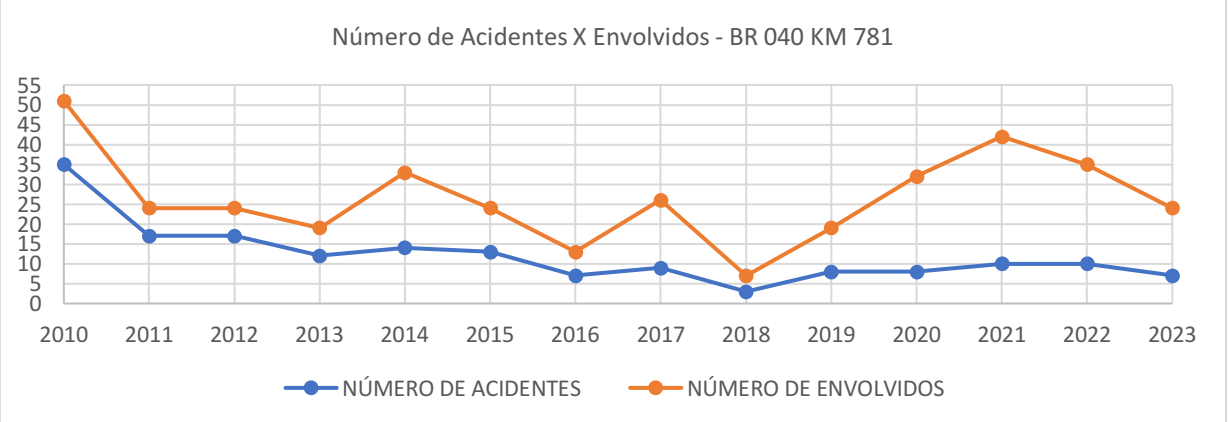
LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 040 JUIZ DE FORA	780	781	782	2010	35	51	1
				2011	17	24	1
				2012	17	24	0
				2013	12	19	0
				2014	14	33	0
				2015	13	24	0
				2016	7	13	0
				2017	9	26	0
				2018	3	7	0
				2019	8	19	0
				2020	8	32	0
				2021	10	42	0
				2022	10	35	0
				2023	7	24	0

Fonte: Dados Aberto PRF

Conforme feita a análise da Tabela 3, podemos perceber que entre os anos 2010 e 2015, houve uma diminuição da quantidade de acidentes. Porém analisando o número de envolvidos em acidentes, se percebe um aumento da quantidade de envolvidos a partir de 2019, mas não refletindo no número de mortos.

Essa análise é melhor observada e analisada através do gráfico 5. No qual, fica bem visível a diminuição de acidentes, e o aumento de envolvidos.

Gráfico 5 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 040 KM 781



Fonte: Dados Aberto PRF

Para o gráfico 5, entendendo o ano de implementação, sendo esse em 2015, analisamos as informações, e dessa forma podemos considerar uma melhora nas condições da rodovia em questão, por mostrar uma diminuição na quantidade de acidente.

Já conforme o gráfico 6, se percebe uma diminuição da quantidade de mortos em acidentes desde 2012, sendo as únicas mortes contabilizadas em 2010 e 2011 com uma morte em cada ano.

Gráfico 6 – Número de mortos por ano em acidentes – BR 040 KM 781

Fonte: Dados Aberto PRF

Dessa forma, podemos analisar através do gráfico 6, que a implementação de dispositivos de segurança, como a fiscalização eletrônica, pode não causar um impacto direto na quantidade de mortos. É provável que isso se deve ao fato desses modelos de segurança, não influenciarem na gravidade dos acidentes.

Pela tabela 4, é observado a consideração de 2010 a 2014 e 2016 a 2023, sendo calculado para esses anos as médias de acidentes, envolvidos e mortos por ano no KM 781 da BR 040. Já 2015 foi desconsiderado por ser o ano de implantação da fiscalização eletrônica, assim como 2024, por ainda não apresentar dados completos por 12 meses.

Tabela 4 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos – BR 040 KM 781

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2010 - 2014	19	30,2	0,4
2015	Ano da Implementação		
2016 - 2023	7,75	24,75	0

Fonte: Dados Aberto PRF

Conseguimos concluir ao observar a tabela 4, que para todos as médias dos números de acidentes, de envolvidos e de mortos por ano, houve uma diminuição na quantidade para todos os parâmetros.

4.1.1.3 – BR 040 KM 815

- **KM 815 (Simão Pereira, MG):** Próximo ao pedágio, um ponto com variações de velocidade e alta concentração de veículos. O radar neste local, implantado em 2015, visa garantir a fluidez do tráfego e reduzir o risco de acidentes.

Todos os dados e informações encontrados e analisados para o KM 815 da BR 040, foram registrados e amostrados na tabela 5, auxiliando na visualização e entendimento inicial da situação antes e depois da implementação da fiscalização eletrônica no trecho em estudo.

Tabela 5 – Dados analisados de 2010 a 2023 - BR 040 KM 815

LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 040 SIMÃO PEREIRA	814	815	816	2010	37	65	0
				2011	31	39	0
				2012	22	37	0
				2013	11	18	0
				2014	24	36	0
				2015	9	22	0
				2016	5	6	0
				2017	6	11	1
				2018	2	6	0
				2019	3	6	0
				2020	3	9	0
				2021	5	15	0
				2022	2	3	0
				2023	7	42	0

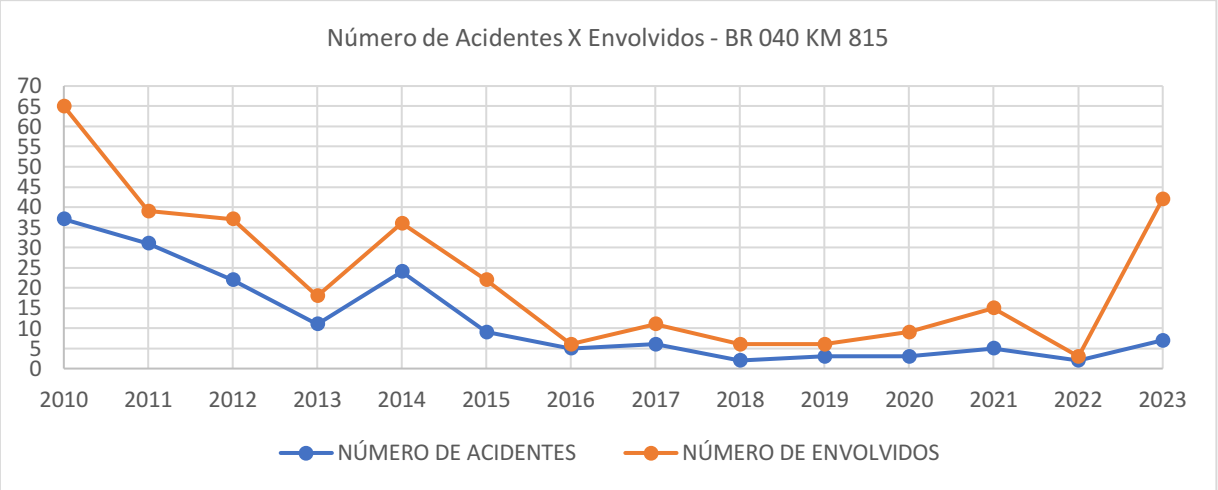
Fonte: Dados Aberto PRF

Conforme a Tabela 5, podemos perceber que desde o ano de 2010 até o ano de 2023, houve a principio uma melhora, pela quantidade de acidentes. Levando em consideração também que o ano de implementação desse dispositivo de segurança é

2015, ou seja, os dados de comparação são de 2010 á 2014 e de 2016 a 2023, considerando apenas dados completos de 12 meses ininterruptos.

Seguindo essa mesma leitura, o Gráfico 7 demonstra realmente essa melhora, com apenas uma curva acentuada em 2023, porém deve ser considerado como caso isolado, por se diferenciar da linha de curva.

Gráfico 7 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 040 KM 815

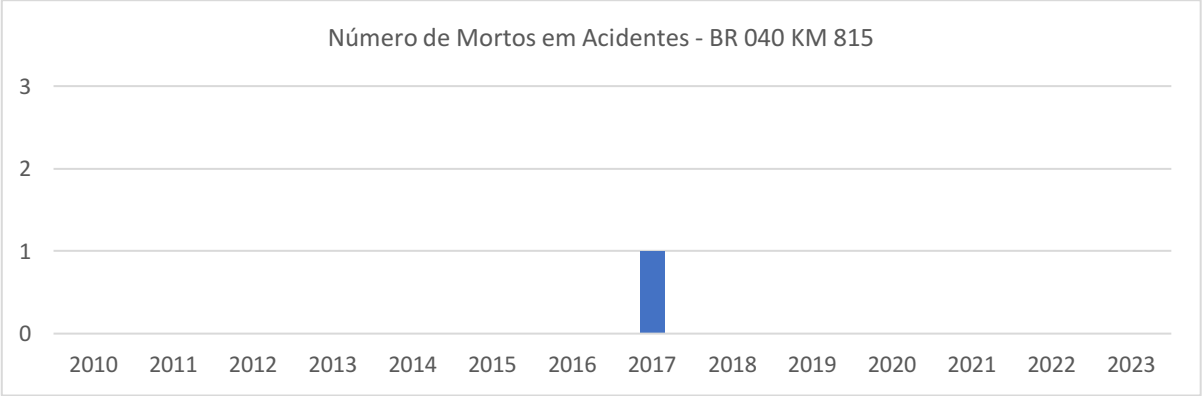


Fonte: Dados Aberto PRF

Para o Gráfico 7, entende-se uma diminuição da quantidade de acidentes, sendo que a única curva diferente é a da quantidade de envolvidos, entendendo-se que houve um acidente com mais envolvidos que o normal, como um acidente envolvendo um ônibus.

Já para o Gráfico 8, é considerado apenas os dados de quantidade mortos em acidentes, no qual observamos que houve apenas um óbito em 2017.

Gráfico 8 – Número de mortos por ano em acidentes – BR 040 KM 815



Fonte: Dados Aberto PRF

Em seguimento da leitura de dados do Gráfico 8, a quantidade de mortos pode estar ligada à gravidade do acidente. Sendo assim, o dispositivo de segurança interfere diretamente na quantidade de acidentes, mas não consegue interferir na quantidade envolvidos, e na gravidade dos acidentes.

Para a Tabela 6, fizemos as comparações de quantidades, para facilitar o entendimento da relação da implementação do dispositivo de segurança, com a diminuição de qualquer dos dados descritos.

Tabela 6 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 040 KM 815

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2010 - 2014	25	39	0
2015	Ano da Implementação		
2016 - 2023	4,125	12,25	0,125

Fonte: Dados Aberto PRF

Após a leitura do Tabela 6, percebe-se uma diminuição considerável na quantidade de acidentes e de envolvidos. Porém, não houve o mesmo reflexo para a quantidade de mortos, o que reafirmaa ideia que os dispositivos de segurança não estão diretamente ligados à gravidade dos acidentes.

Na BR-267, os radares foram instalados nos seguintes pontos:

- **KM 121 e KM 124 (Igrejinha, MG):** A instalação dos radares, em 2014, nesses pontos, visa reduzir a velocidade e prevenir saídas de pista.

4.1.1.4 – BR 267 KM 121

- **BR 267 KM 121:**

Em primeiro lugar, foi feita a análise separada do trecho da BR 267, sendo o KM 121, analisado separadamente do KM 124, para que não tenha conflito de dados de acidentes nos trechos citados. Dessa forma, foram criados gráficos e tabelas separadamente.

Na análise feita para a Tabela 7, para o KM 121 da BR 267, utilizamos os dados encontrados nos dados abertos da PRF, e para um estudo completo, os dados iniciam no ano 2009 até 2023. Sendo o ano de implementação do dispositivo em 2014.

Tabela 7 – Dados analisados de 2009 a 2023 - BR 267 KM 121

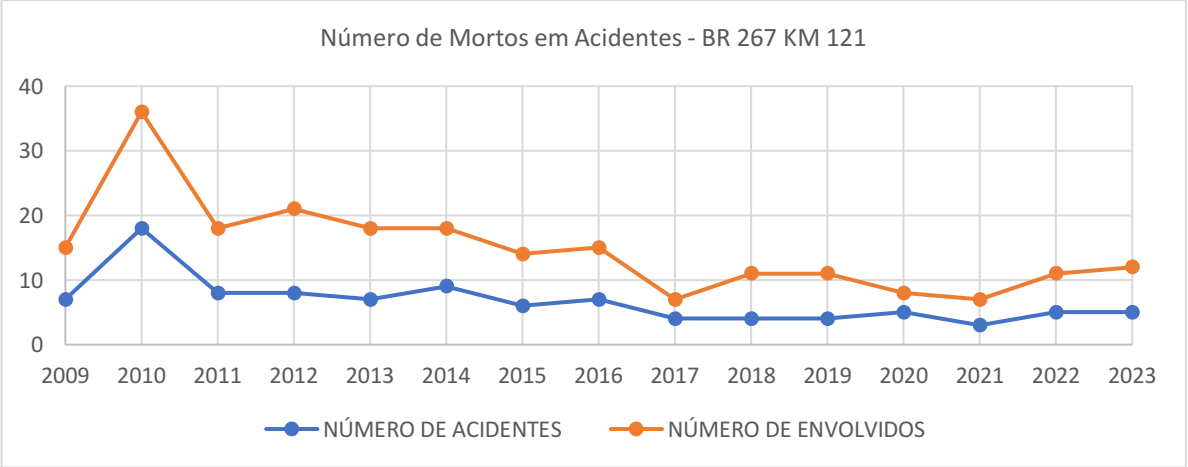
LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 267 IGREJINHA	120	121	122	2009	7	15	0
				2010	18	36	1
				2011	8	18	0
				2012	8	21	0
				2013	7	18	0
				2014	9	18	1
				2015	6	14	1
				2016	7	15	1
				2017	4	7	0
				2018	4	11	0
				2019	4	11	0
				2020	5	8	0
				2021	3	7	0
				2022	5	11	1
				2023	5	12	0

Fonte: Dados Aberto PRF

A Tabela 7, a princípio demonstra uma diminuição em todos os patamares estudos, podendo perceber uma normalização da quantidade de acidentes e envolvidos.

Em seguida, de modo a facilitar a visualização dos dados, foi criado o Gráfico 9 a partir dos dados de acidentes e envolvidos do KM 121 da BR 267.

Gráfico 9 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 267 KM 121

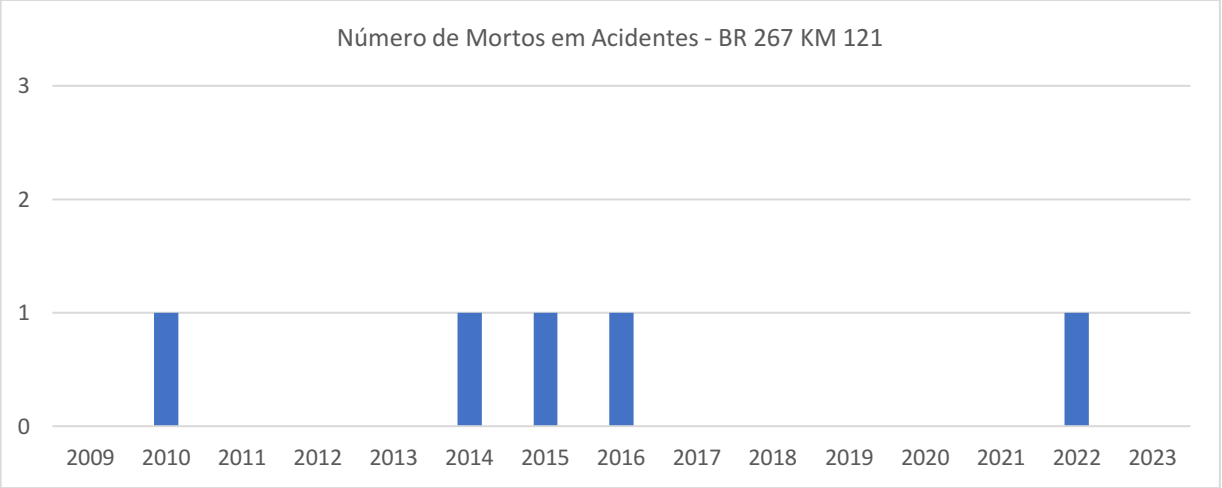


Fonte: Dados Aberto PRF

Dessa forma, no Gráfico 9, percebe-se que a implementação da fiscalização de velocidade teve interferência na quantidade de acidentes e de envolvidos.

Dando seguimento, o Gráfico 10, serve para analisarmos a quantidade de mortos em acidentes nessa rodovia.

Gráfico 10 – Número de mortos por ano em acidentes – BR 267 KM 121



Fonte: Dados Aberto PRF

Portanto pela análise do Gráfico 10, podemos concluir, que a implementação de dispositivos de segurança não demonstra estar diretamente ligada à gravidade dos acidentes, pois mesmo com a presença desses dispositivos, continuam os casos de acidentes com óbitos.

Para a Tabela 8, concluímos que realmente houve uma diminuição na média da quantidade de envolvidos e de acidentes, porém houve um acréscimo na média da quantidade de mortos.

Tabela 8 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 267 KM 121

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2009 - 2013	9,6	21,6	0,2
2014	Ano da Implementação		
2015 - 2023	4,77	10,66	0,33

Fonte: Dados Aberto PRF

Desse modo, ao analisarmos a Tabela 8, podemos perceber, assim como em outras rodovias, que a implementação do dispositivo de segurança de fiscalização

eletrônico de velocidade, interfere na quantidade de acidentes e, consequentemente dos envolvidos, porém não consegue ter influências na gravidade dos acidentes que ocorrem.

4.1.1.5 – BR 267 KM 124

- **BR 267 KM 124:**

Na rodovia BR 267, no KM 124, podemos observar pela Tabela 9, que os dados analisados são de 2009 a 2023, sendo o ano de 2014, o ano da implementação do radar de velocidade.

Tabela 9 – Dados analisados de 2009 a 2023 - BR 267 KM 124

LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 267 IGREJINHA	123	124	125	2009	7	13	1
				2010	7	9	1
				2011	7	12	0
				2012	13	22	0
				2013	5	11	0
				2014	9	20	1
				2015	4	6	0
				2016	6	11	0
				2017	4	7	0
				2018	5	8	0
				2019	4	7	1
				2020	5	11	0
				2021	1	5	2
				2022	2	3	0
				2023	5	12	0

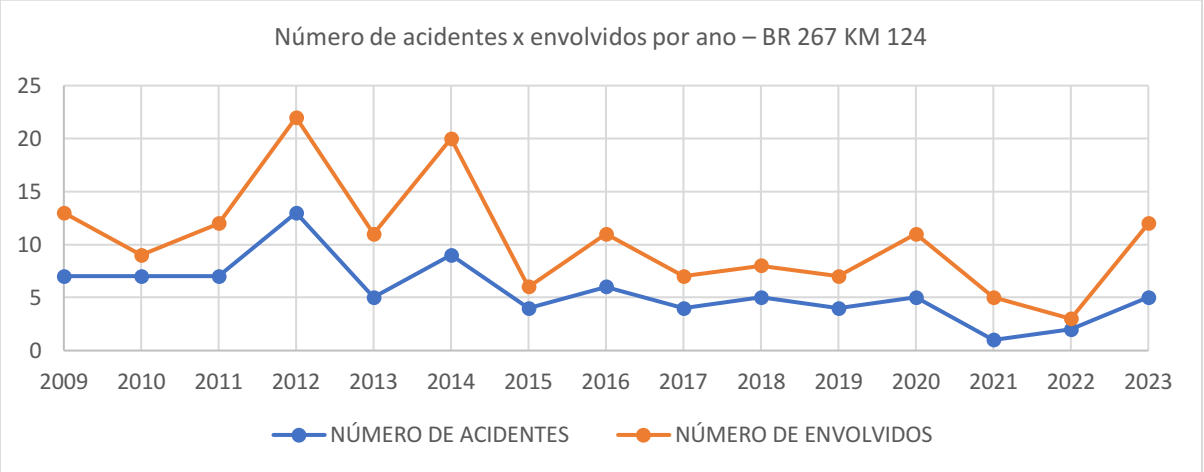
Fonte: Dados Aberto PRF

Após a leitura dos dados da Tabela 9, podemos construir os gráficos a seguir, e trazer as leituras necessárias para concluir o estudo, pautando todas as informações necessárias.

No Gráfico 11, podemos analisar com mais facilidade, uma diminuição da quantidade de acidentes.

Porém, pelas análises feitas junto aos dados abertos da PRF, usualmente, quando há uma quantidade maior de envolvidos, se trata de alguns acidentes envolvendo mais pessoas, sendo pedestres, mais veículos ou até um ônibus.

Gráfico 11 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 267 KM 124

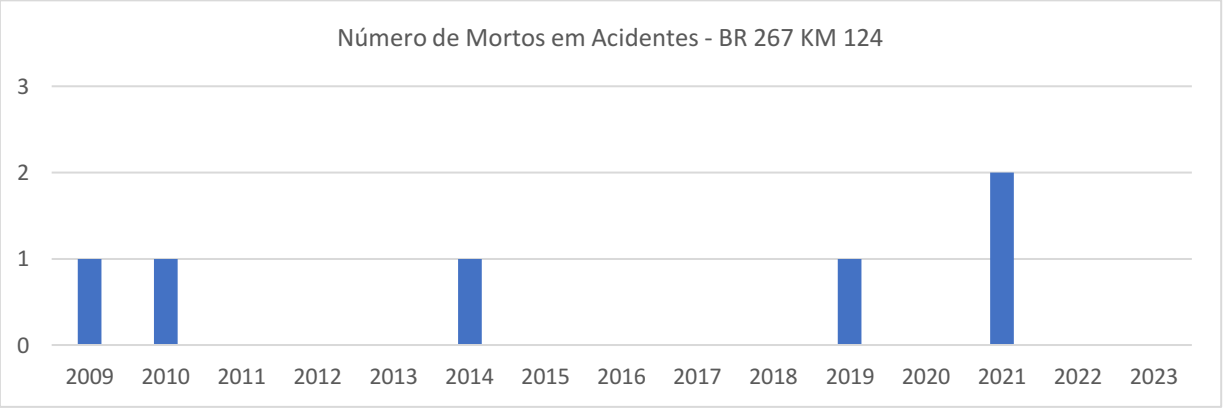


Fonte: Dados Aberto PRF

Após a leitura do Gráfico 11, podemos verificar realmente a diminuição dos acidentes e, também uma diminuição da quantidade de envolvidos, se considerado em diferença aos picos de 2012 e 2014.

Já para o Gráfico 12, novamente podemos perceber que a implementação do dispositivo de segurança do tipo fiscalização eletrônica, não influência diretamente na quantidade de mortos.

Gráfico 12 – Número de Mortos em Acidentes - BR 267 KM 124



Fonte: Dados Aberto PRF

Seguindo o Gráfico 12, percebe-se um aumento na quantidade de mortos em 2021, o que continua a demonstrar que a implementação de dispositivo de segurança, não interfere na gravidade dos acidentes.

Para continuar o estudo, analisamos a Tabela 10, que reforça as informações já entendidas anteriormente pelos gráficos.

Tabela 10 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 267 KM 124

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2009 - 2013	7,8	13,4	0,4
2014	Ano da Implementação		
2015 - 2023	4	7,77	0,33

Fonte: Dados Aberto PRF

Após a leitura da Tabela 10, conclui-se que a implementação desse tipo de dispositivo de segurança, tem relação direta com a quantidade de acidentes e de envolvidos. Porém demonstra que não tem relação direta com a quantidade de mortos, provavelmente por não influenciar na gravidade de acidentes.

A escolha desses locais para a instalação dos radares foi baseada em estudos prévios que identificaram pontos críticos com alta incidência de acidentes e excesso de velocidade. A tese é que a presença dos radares levaria à redução da velocidade média dos veículos, diminuindo o risco de colisões e outros tipos de acidentes.

4.1.2 – Trechos com Área de Escape

As áreas de escape foram implementadas nos seguintes trechos:

- **BR-376: KM 667 e KM 671 (Guaratuba, PR):** Ambos os trechos estão localizados em uma região com curvas acentuadas e desníveis, características que aumentam o risco de acidentes.

4.1.2.1 – BR 376 KM 667

- **BR 376 KM 667:**

Na rodovia BR 376 no KM 667, a área de escape foi implementada em 2019, para o estudo foram retiradas informações dos dados abertos da PRF para facilitar a visualização e interpretação de todos os dados escritos na Tabela 11.

Tabela 11 – Dados analisados de 2014 a 2023 - BR 376 KM 667

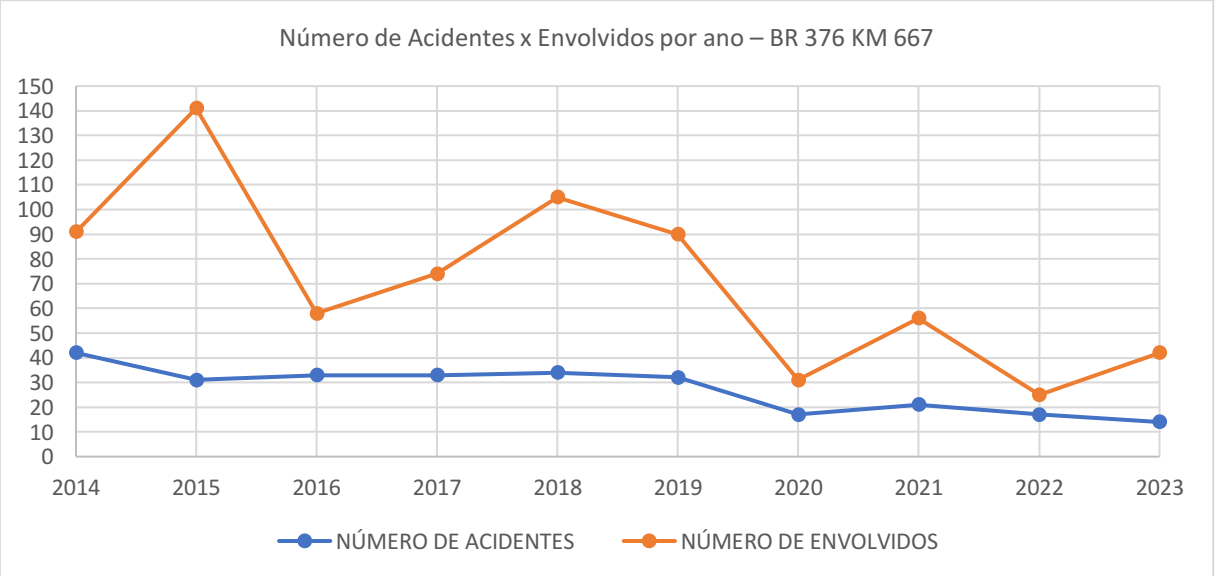
LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 376 GUARATUBA	666	667	668	2014	42	91	0
				2015	31	141	1
				2016	33	58	1
				2017	33	74	0
				2018	34	105	1
				2019	32	90	5
				2020	17	31	2
				2021	21	56	3
				2022	17	25	1
				2023	14	42	1

Fonte: Dados Aberto PRF

Nessa interpretação inicial da Tabela 11, podemos observar uma diminuição da quantidade de acidentes, da quantidade de envolvidos, porém já podemos analisar que houve um aumento na quantidade de mortos.

Conforme analisados os dados da tabela 11, foi criado o Gráfico 13, de modo a facilitar a visualização da quantidade de acidentes e envolvidos.

Gráfico 13 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 376 KM 667

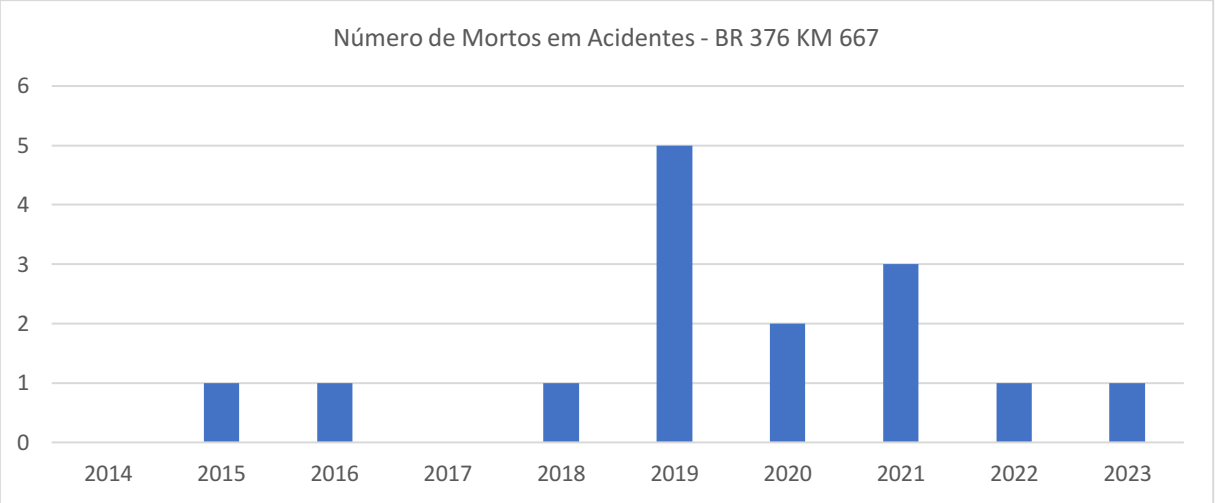


Fonte: Dados Aberto PRF

Após o entendimento do Gráfico 13, pode-se dizer que a área de escape tem influência direta na diminuição da quantidade de acidentes, e consequentemente, na quantidade de envolvidos.

No Gráfico 14, é apresentado de forma clara e visual a quantidade de mortos em acidentes na rodovia BR 376 no KM 667.

Gráfico 14 – Número de mortos em acidentes por ano – BR 376 KM 667



Fonte: Dados Aberto PRF

Na análise do Gráfico 14, entende-se que a implementação de dispositivos de segurança não está diretamente ligada a diminuição da gravidade dos acidentes.

Para concluir a análise desse trecho, foram colocados os dados em conjunto na tabela 12, fazendo a relação das médias para analisarmos os efeitos dessa implementação.

Tabela 12 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 376 KM 667

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2014 - 2018	34,6	93,8	0,6
2019	Ano da Implementação		
2020 - 2023	17,25	38,5	1,75

Fonte: Dados Aberto PRF

Na tabela 12, podemos concluir que houve uma diminuição da quantidade de acidentes, consequentemente da quantidade de envolvidos, porém ao analisar a quantidade de mortos, concluímos que a implementação da área de escape não tem

efeito na gravidade de acidentes, não influenciando diretamente na quantidade de mortos.

4.1.2.2 – BR 376 KM 671

- **BR 376 KM 671:**

Para o entendimento e análise do trecho KM 671 da BR 376, foi montada a Tabela 13, com intuito de iniciar e facilitar a visualização dos dados dessa área de escape. Nesse trecho, a área de escape foi instalada em 2011.

Tabela 13 – Dados analisados de 2007 a 2023 - BR 376 KM 671

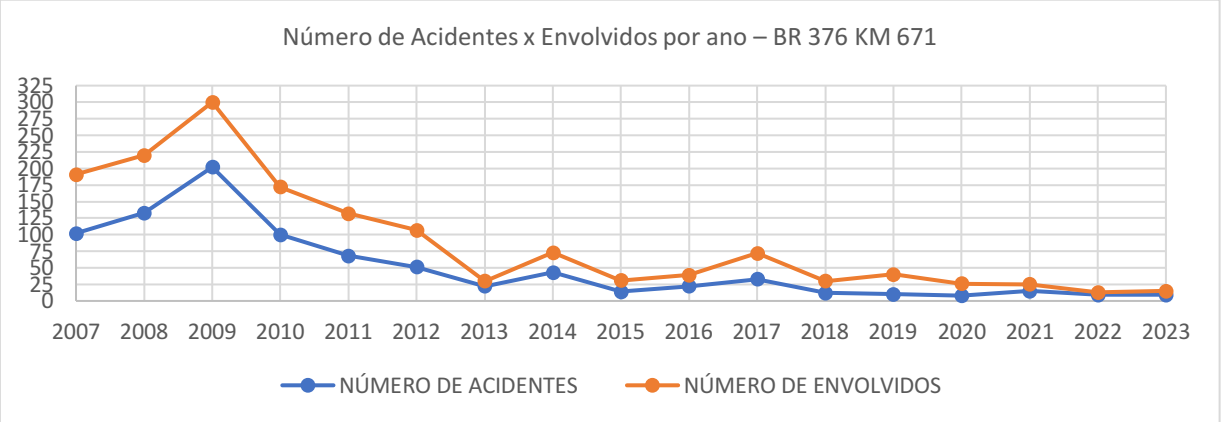
LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 376 GUARATUBA	670	671	672	2007	102	191	10
				2008	133	220	3
				2009	202	300	5
				2010	100	172	1
				2011	68	132	1
				2012	51	107	1
				2013	22	30	0
				2014	43	73	0
				2015	14	31	2
				2016	22	39	0
				2017	33	72	0
				2018	12	30	1
				2019	10	40	2
				2020	8	26	1
				2021	15	25	3
				2022	9	13	0
				2023	9	15	0

Fonte: Dados Aberto PRF

Após uma percepção inicial da Tabela 13, podemos conferir que essa área de escape se difere da anterior, pois podemos perceber uma diminuição em todos os itens da tabela.

Para continuar a leitura, podemos observar o Gráfico 15, dessa forma, teremos de forma mais clara a relação da quantidade de acidentes, e envolvidos com a implementação da área de escape como dispositivo de segurança.

Gráfico 15 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 376 KM 671

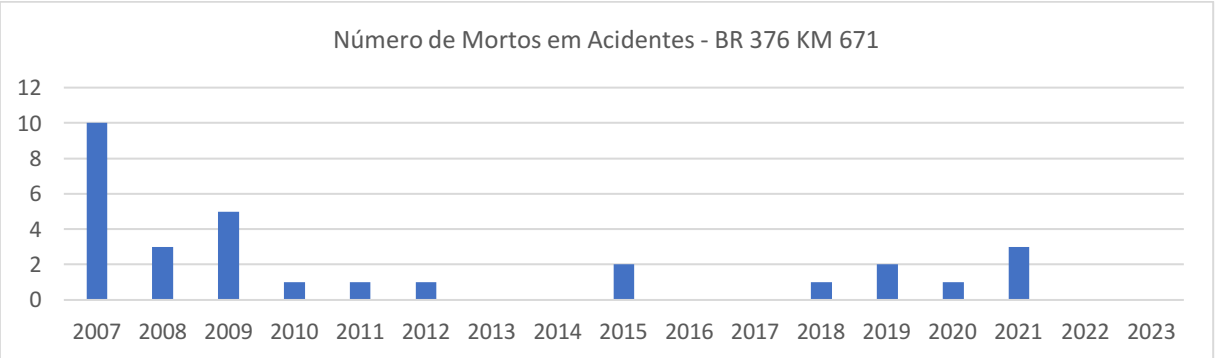


Fonte: Dados Aberto PRF

Conforme o entendimento do Gráfico 15, podemos observar uma diminuição significativa tanto para o número de acidentes quanto para o número de envolvidos.

Para analisarmos o efeito da implementação na quantidade de mortos, podemos investigar os dados no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Número de mortos em Acidentes - BR 376 KM 671



Fonte: Dados Aberto PRF

A princípio podemos analisar pelo Gráfico 16 que houve uma diminuição significativa na quantidade de mortos, pois nos primeiros anos 2007 a 2009, houve um pico desse número.

Para concluirmos o estudo desse trecho, estudamos os dados e formulamos a Tabela 14, dessa forma, podemos demonstrar visualmente a relação da implementação com essa diminuição citada anteriormente

Tabela 14 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 376 KM 671

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2007 - 2010	134,25	220,75	4,75
2011	Ano da Implementação		
2012 - 2023	20,66	41,75	0,83

Fonte: Dados Aberto PRF

Ao analisarmos a Tabela 14, podemos concluir que após a implementação da área de escape na BR 376 no KM 671, apresentou uma redução significativa na quantidade de acidentes, de envolvidos e de mortos.

4.1.2.3 – BR 277 KM 37,9

- **BR-277: KM 37,9 (Morretes, PR):** A área de escape, implantada em 2018 neste ponto, oferece uma alternativa segura em caso de falhas nos freios ou perda de controle do veículo.

No trecho KM 37,9 da BR 277, conseguimos analisar os dados abertos da PRF e formulamos, a Tabela 15 para facilitar a visualização do efeito da implementação da área de escape como dispositivo de segurança.

Tabela 15 – Dados analisados de 2013 a 2023 - BR 277 KM 37,9

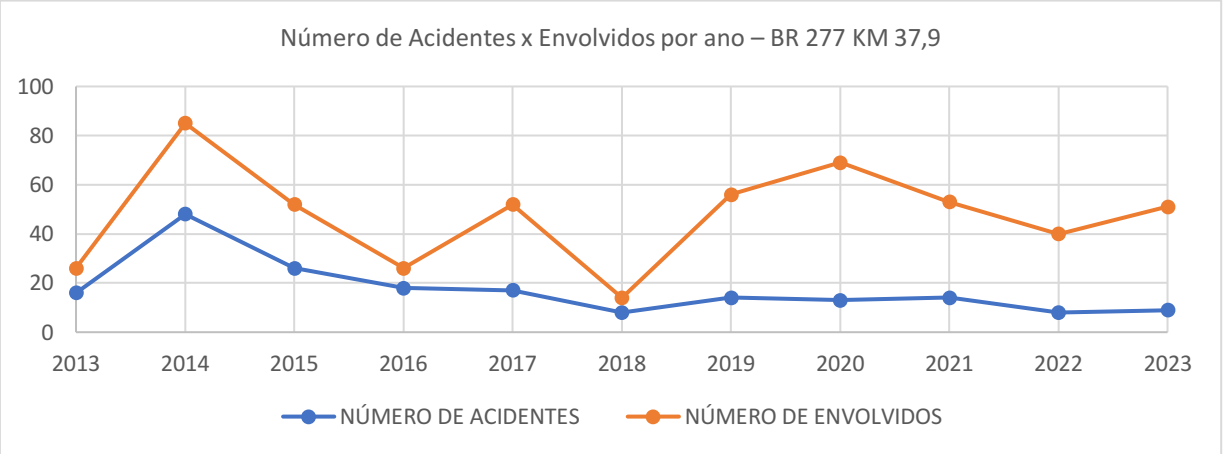
LOCALIZAÇÃO	TRECHOS			ANO	NÚMERO DE ACIDENTES	NÚMERO DE ENVOLVIDOS	NÚMERO DE MORTOS
	KM ANTERIOR	TRECHO DO ACIDENTE (KM)	KM POSTERIOR				
BR 277 MORRETES	36,9	37,9	38,9	2013	16	26	0
				2014	48	85	2
				2015	26	52	2
				2016	18	26	0
				2017	17	52	0
				2018	8	14	0
				2019	14	56	4
				2020	13	69	9
				2021	14	53	0
				2022	8	40	4
				2023	9	51	2

Fonte: Dados Aberto PRF

Ao analisar a Tabela 15, podemos verificar que o número de acidentes tem a tendência de diminuir, porém, a quantidade de envolvidos, ainda apresentar números altos após a implementação. Já para a quantidade de mortos, conferimos que há um aumento após a implementação dessa área de escape, nesse trecho.

No gráfico 17, conseguimos visualizar com mais facilidade esses dados citados anteriormente, dos quais percebemos uma diminuição no número de acidentes, porém demonstrando não alterar a quantidade de envolvidos.

Gráfico 17 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 277 KM 37,9



Fonte: Dados Aberto PRF

Para a análise do Gráfico 17, podemos ressaltar que a quantidade de envolvidos aparentemente não tem nenhuma alteração, já para a quantidade de acidentes, conseguimos perceber a diminuição da quantidade de acidentes.

Continuando o estudo, devemos montar o Gráfico 18, para visualizar a quantidade de mortos em acidentes no trecho KM 37,9 da BR 267.

Gráfico 18 – Número de acidentes x envolvidos por ano – BR 277 KM 37,9

Fonte: Dados Aberto PRF

Conforme conseguimos visualizar a quantidade de mortos no Gráfico 18, podemos perceber que houve um aumento na quantidade de mortos após a implementação da área de escape como dispositivo de segurança.

Para finalizar o estudo desse trecho, foi formulada a Tabela 16, para conseguir visualizar as médias para estabelecer as diferenças.

Tabela 16 – Média de Acidentes, Envolvidos e Mortos - BR 277 KM 37,9

Período	Média de Acidentes por Ano	Média de Envolvidos por Ano	Média de Mortos por Ano
2013 - 2017	25	48,2	0,8
2018	Ano da Implementação		
2019 - 2023	11,6	53,8	3,8

Fonte: Dados Aberto PRF

Conforme os dados encontrados na Tabela 16, percebemos uma diminuição apenas na quantidade de acidentes por ano. Porém, houve um aumento na quantidade de envolvidos e mortos por ano.

Dessa forma, para o aumento de envolvidos, provavelmente, houve acidentes envolvendo vários carros ou ônibus.

E para o número de acidentes, concluímos que a implementação de dispositivos de segurança não tem relação direta com a gravidade dos acidentes. Portanto não influencia na diminuição da quantidade de mortos.

4.2 – Resultado Encontrado

O trabalho foi elaborado com o intuito de comparar os dados coletados, com a análise das informações, conseguidas a partir de revisão de literatura de jornais, artigos acadêmicos e os dados da PRF. Por isso, o resultado encontrado, após a intepretação de todas as tabelas e gráficos apresentados, tem o foco de demonstrar como a implementação de técnicas aumenta a segurança de rodovias.

A análise dos dados coletados em cada um dos trechos foi realizada com o objetivo de verificar o impacto da implementação dos dispositivos de segurança na redução dos índices de acidentalidade. Para isso, foram comparados os dados de acidentes antes e depois da instalação dos radares e das áreas de escape, dessa forma finalizando os dados na Tabela 17.

Tabela 17 – Diferença entre Médias de Acidentes, Envolvidos e Mortos

Trecho	Diferença entre Média de Acidentes	Diferença entre Média de Envolvidos	Diferença entre Média de Mortos
BR 040 - KM 92	-71%	-66%	108%
BR 040 - KM 781	-59%	-18%	-100%
BR 040 - KM 815	-84%	-69%	100%
BR 267 - KM 121	-50%	-51%	67%
BR 267 - KM 124	-49%	-42%	-17%
BR 376 - KM 667	-50%	-59%	192%
BR 376 - KM 671	-85%	-81%	-82%
BR 277 - KM 37,9	-54%	12%	375%

Fonte: Dados Aberto PRF

A tabela 17, demonstra todas as diferenças de médias para todos os dados analisados no estudo. Dessa maneira, podemos analisar e concluir que após a implantação de dispositivos de segurança, em todos os trechos estudados, houve uma diminuição da quantidade de acidentes.

Assim como para os envolvidos, no qual a exceção se dá na BR 277 no KM 37,9, que apresenta um aumento na quantidade de envolvidos. Porém, esse aumento pode ter sua causa por acidentes específicos que tiveram mais envolvidos que a média, como por exemplo, acidentes envolvendo ônibus.

Por isso, também podemos concluir que causa um impacto positivo na diminuição da quantidade de envolvidos.

Já para a quantidade de mortos, concluímos que ocorrem trecho que há aumentos e trechos com diminuição, demonstrando que o número de mortos não é diretamente proporcional ao número de acidentes.

Isso é explicado pela gravidade dos acidentes não ser influenciada pela implantação de dispositivos de segurança.

5 – Consideração Final

Levando em consideração os trechos analisados, é evidente como essas práticas contribuem de maneira significativa para alcançar os objetivos desejados desse projeto.

Ao proporcionar soluções eficazes para os desafios enfrentados nesse setor, essas tecnologias não apenas reduzem o risco de acidentes e congestionamentos, como também promovem uma circulação mais segura e eficiente no tráfego rodoviário, beneficiando assim tanto os usuários quanto a sociedade como um todo.

Embora as práticas mencionadas anteriormente tragam benefícios significativos para a segurança e praticidade das rodovias, é importante reconhecer que também podem apresentar alguns pontos negativos ou desafios associados à sua implementação.

Considerando o impacto da implementação de áreas de escape e fiscalização eletrônica como dispositivos de segurança em rodovias, o presente estudo apresenta uma análise conclusiva sobre os resultados obtidos.

Observou-se que, após a adoção dessas práticas, a quantidade de acidentes nas rodovias diminuiu expressivamente, reduzindo também o número de envolvidos em acidentes anualmente. Entretanto, verificou-se um aumento na quantidade de fatalidades por acidente em alguns trechos, o que sugere que, embora eficazes para a prevenção de ocorrências, esses dispositivos não interferem diretamente na gravidade dos acidentes quando eles acontecem.

Dessa forma, a análise confirma que as áreas de escape e os sistemas de fiscalização eletrônica contribuem positivamente para a segurança nas rodovias ao minimizarem a frequência de acidentes. No entanto, a gravidade dos eventos continua representando um desafio para a engenharia de tráfego e segurança viária.

Assim, o objetivo do estudo foi alcançado ao demonstrar que esses dispositivos impactam diretamente na segurança das rodovias, promovendo uma circulação mais ordenada e segura para os usuários.

A pesquisa, além de oferecer um panorama atualizado sobre a implementação dessas tecnologias, também incentiva uma reflexão sobre a necessidade de aprimoramentos futuros e sobre as oportunidades para desenvolvimento de novas soluções, que possam abordar tanto a redução dos acidentes quanto para diminuição da sua gravidade.

Por fim, é importante ressaltar que o presente estudo não apenas se destina a fornecer um panorama atualizado das estatísticas sobre a implementação de dispositivos de segurança nas rodovias, mas também a incentivar o debate e a reflexão sobre os desafios e oportunidades desse campo em constante evolução.

6 – Referências Bibliográficas

ALVES, Camila de Oliveira *et al*. *Análise comparativa do aumento na segurança dos usuários da rodovia BR-376/PR com a implantação das áreas de escape*. **Centro Universitário Católica de Santa Catarina**, Joinville, Santa Catarina, 2020.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil). *Dispositivos Auxiliares*. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito,** [*s. l.*], v. 6, 2021.

DE CARVALHO, Carlos Henrique. *Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: Estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias*. **IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, [*s. l.*], 2020.

PEREIRA-DE-MELLO, Mauro; ROSSO, Silvana. *Governar é abrir estradas: O concreto pavimentando os caminhos na formação de um novo país*. **Associação Brasileira de Cimento Portland**, [*s. l.*], ed. 1, 2009.

FREITAS, Allyne de *et al*. *Áreas de escape e seus benefícios na malha rodoviária brasileira*. **Infra S.A**, [*s. l.*], 2022.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (Brasil). *Manual de sinalização de obras e emergências em rodovias*. **Manual de sinalização,** [*s. l.*], 2007.

FERREIRA, Paulo César. *Impactos socioeconômicos dos acidentes de transporte no Brasil no período de: 2007 a 2018*. **IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada,** Nota Técnica, n. 75, 2020.

MINISTÉRIO DOS TRASNPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (Brasil*). Avaliação das políticas públicas de transportes: Segurança nas rodovias federais*. **Departamento de Política e Planejamento Integrado,** [*s. l.*], 2018.

RODRIGUES, Jairo *et al*. *A eficácia dos radares fixos de controle de velocidade na redução do número de acidentes na avenida Pedro Neiva de Santana em Imperatriz - MA*. **Revista Humanidades e Inovação,** [*s. l.*], ano 2020, v. 7, ed. 4, 2020.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (Brasil). *Estimativa dos custos associados aos acidentes de trânsito: Projeção no período 2018 - 2027*. **Www.onsv.org.br**, [*s. l.*], 2018.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA (Brasil). *Boletim de Logística: A importância do Modo Rodoviário para o Brasil*. **Infra S.A**, [*s. l.*], 2022.

PAULUCCI, Luiz Ricardo *et al. Caminhões de carga e acidentes nas rodovias federais: medidas de contenção*. **Fateclog,** Bragança Paulista/SP - Brasil, 2020.

PIRES, Cláudio; SOUZA, Albuquerque de. *Painéis de Mensagens Variáveis – PMV*. **Boletim Técnico**, [*s. l.*], ed. 57, 2015.

RODRIGUES, Erick dos Santos *et al*. *Rampa de escape*. **Revista Paramétrica,** [*s. l.*], 2023.

SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil). PNATRANS. *Plano nacional de redução de mortes e lesões no trânsito: 2021 - 2030*. **Bloomberg Philantropies,** [*s. l.*], 2021.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (Brasil). IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Série eixos do desenvolvimento brasileiro: Rodovias brasileiras: gargalos, investimentos, concessões e preocupações com o futuro*. **Comunicados do IPEA,** [*s. l.*], n. 52, 2010.

YAMADA, Mario Guissu. *Impacto dos radares fixos na velocidade e na acidentalidade em trecho da rodovia Washington Luís*. **Universidade de São Paulo:** Escola de Engenharia de São Carlos, [*s. l.*], 2005.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. Dados Abertos. Disponível em: https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes. Acesso em:03/09/2024.

ALVES, R. M. R.; FERNANDES, T. L. *Estudo das Características Gerais de Operação das Barreiras Eletrônicas nas Rodovias Goianas.* 2002. 198p. Monografia (Especialista em Transportes Urbanos**). Universidade de Brasília.** Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes. 2002.

BARRETO, C. B. M. *Método para Concepção e Gestão de Sistemas de Controle de Velocidade em Redes Viárias.* 2015. 245p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC. **UFSC.** 2015.

BRANDÃO, L. M. *Manual Teórico Prático Medidores Eletrônicos de Velocidade. Uma visão da engenharia para implantação.* (2006). 148p. **Perkons.**

GONÇALVES, A. B. *Estudo da Velocidade Operacional dos Veículos em Trechos Viários de Rodovias de Pista Simples.* 2011. 118p. Dissertação (Mestre em Transportes). **Universidade de Brasília.** Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Estimativa dos custos dos sinistros de trânsito no Brasil com base na atualização simplificada das pesquisas anteriores do Ipea.* 2015. **Brasília.**

OMS. *World report on road traffic injury prevention.* 2004. World Health Organization. **Genebra.**

ROZESTRATEN, R. J. A. *Psicologia do Trânsito: Conceitos e processos básicos. 2012. Reimpressão.* **Editora da USP.** São Paulo.

FERNANDES, R. et al. *Estudo do impacto da implantação de barreiras eletrônicas na br 060, trecho sete curvas mara bento macedo.* **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES.**

FATURETO, Eduardo Mesquita de Oliveira. *GESTÃO DE TRÂNSITO: Efeitos da implantação dos radares em rodovias federais sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, no Distrito Federal.* **Universidade de Brasília**: Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas Departamento de Administração, Brasília – DF, 1 jul. 2022.

LIMA, Ieda, et al; *Gold, Philip (2008): Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras*, Texto para Discussão, No. 1344**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília**

MIRANDA, DAIANE; BARBOSA, HEMILLE. *Identificação das zonas de transição nas rodovias br-267 e mg-353 de pista simples e mão dupla que interceptam o município de juiz de fora*. **Faculdade Doctum**, Juiz de Fora, MG, 2 nov. 2018

CUNHA, Ivair. *A influência do controle de velocidade na redução de acidentes*. **INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**: CENTRO DE REFERÊNCIA EM FORMAÇÃO E EAD/CERFEAD, Florianópolis, SC, 1 dez. 2017.

MOTTA JR, Liércio. *Aplicação do modelo de previsão de acidentes do Highway safety manual no perímetro urbano cortado*. **Universidade Federal de Juiz de Fora**: Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, MG, 1 dez. 2017.

ZANOLI, Paulo. *Área de escape para caminhões desgovernados.* **Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**, [*s. l.*], 14 abr. 2003.

PEGORARO, João. *A importância e os desafios da logística no transporte em rodovias e estradas do brasil.* **Universidade Federal de São João Del-Rei**, [*s. l.*], 15 set. 2018.

ESTANISLAU JR, Hamilton. *Relatório técnico-científico eficiência da fiscalização eletrônica de velocidade na redução de acidentes.* **Instituto federal de santa catarina**: Centro de referência em formação e ead/cerfead, Curso de especialização em perícia de acidentes de trânsito, Florianópolis/SC, 1 jan. 2017.

VIEIRA, J. L. P. *Questões que Envolvem Controladores de Velocidade Utilizados na Fiscalização de Trânsito no Brasil.* **Brasília: Câmara dos Deputados, 2003.**

MARTINS, Vítor. Implementação de Radares Fixos na Cidade de Lisboa: Impacto na Sinistralidade Rodoviária. **Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna**, 27 abr. 2011.