



ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM REDUTOR ELETRÔNICO DE VELOCIDADE – ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR 316 – CASTANHAL (PA)

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION PROCESS OF AN ELECTRONIC SPEED REDUCER – CASE STUDY ON HIGHWAY BR 316 – CASTANHAL (PA)

ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN REDUCTOR DE VELOCIDAD ELECTRÓNICO – ESTUDIO DE CASO EN LA CARRETERA BR 316 – CASTANHAL (PA)



10.56238/sevenVIIImulti2026-055

Emerson Luiz Santos Silva

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará.

E-mail: emersonsilva2001.1@gmail.com

Gustavo Lopes Machado Silva

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará

E-mail: gustavolopesms@hotmail.com

Andreia do S. Conduru de Sousa

Doutora em Desenvolvimento Socioambiental

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

RESUMO

Este trabalho analisa a implantação do Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) no km 69,370 da BR -316/PA, sob a ótica da Instrução Normativa nº 43/2021 do DNIT e do Sistema Seguro (PNATRANS). A análise identificou um paradoxo entre a baixa severidade histórica (UPS = 8,67) e a alta criticidade preditiva (5,48), evidenciando risco estrutural não refletido nos registros de sinistros. Esse risco decorre das próprias características físicas e funcionais do trecho — ambiente urbano-rodoviário de alta fricção, múltiplos acessos laterais não controlados, travessias frequentes de pedestres, geometria permissiva que induz velocidades elevadas ($V85 \approx 75$ km/h) e ausência de medidas de moderação de tráfego. Esses elementos configuram um cenário de vulnerabilidade sistêmica, no qual a infraestrutura aumenta a probabilidade de conflito independentemente do comportamento do condutor, justificando a adoção preventiva do REV conforme previsto no Art. 19 da IN 43/2021. O estudo demonstrou que, embora a implantação do REV seja tecnicamente válida e institucionalmente conforme, sua natureza pontual o caracteriza como medida corretiva e de transição, insuficiente para mitigar de forma permanente os conflitos urbanos-rodoviários do trecho. Conclui-se que intervenções estruturais de moderação de tráfego, aliadas ao monitoramento contínuo do dispositivo, são necessárias para assegurar a redução da velocidade e a conformidade com os princípios do Sistema Seguro do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS).

Palavras-chave: Segurança Viária. Fiscalização Eletrônica. Sistema Seguro. IN 43/2021. Criticidade.

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of the Electronic Speed Reducer (REV) at km 69.370 of the BR -316/PA highway, under the perspective of the DNIT Normative Instruction No. 43/2021 (IN 43/2021) and the Safe System (PNATRANS). The analysis identified a paradox between low historical severity ($UPS = 8.67$) and high predictive criticality (5.48), highlighting a structural risk not reflected in crash records. This risk arises from the physical and functional characteristics of the stretch itself—an urban-road environment with high friction, multiple uncontrolled lateral accesses, frequent pedestrian crossings, permissive geometry that induces high speeds ($V85 \approx 75 \text{ km/h}$), and the absence of traffic calming measures. These elements configure a scenario of systemic vulnerability, where the infrastructure increases the probability of conflict regardless of driver behavior, justifying the preventive adoption of the REV as provided for in Art. 19 of IN 43/2021. The study demonstrated that, while the REV implementation is technically valid and institutionally compliant, its punctual nature characterizes it as a corrective and transitional measure, insufficient to permanently mitigate the urban-road conflicts of the stretch. It is concluded that structural traffic calming interventions, combined with continuous monitoring of the device, are necessary to ensure sustainable speed reduction and compliance with the principles of the Safe System under the National Plan for Reduction of Deaths and Injuries in Traffic (PNATRANS).

Keywords: Road Safety. Electronic Enforcement. Safe System. IN 43/2021. Criticality.

RESUMEN

Este estudio analiza la implementación del Reductor Electrónico de Velocidad (REV) en el km 69,370 de la carretera BR-316/PA, desde la perspectiva de la Instrucción Normativa DNIT n.º 43/2021 y el Sistema Seguro (PNATRANS). El análisis identificó una paradoja entre la baja severidad histórica ($UPS = 8,67$) y la alta criticidad predictiva (5,48), lo que pone de manifiesto un riesgo estructural no reflejado en los registros de accidentes. Este riesgo se deriva de las características físicas y funcionales del propio tramo: un entorno urbano-vial de alta fricción, múltiples accesos laterales sin control, frecuentes cruces peatonales, geometría permisiva que induce altas velocidades ($V85 \approx 75 \text{ km/h}$) y la ausencia de medidas de pacificación del tráfico. Estos elementos crean un escenario de vulnerabilidad sistémica, en el que la infraestructura aumenta la probabilidad de conflicto independientemente del comportamiento del conductor, lo que justifica la adopción preventiva del control electrónico de velocidad (REV), según lo previsto en el artículo 19 de la IN 43/2021. El estudio demostró que, si bien la implementación del REV es técnicamente válida y cumple con las normas institucionales, su carácter puntual la caracteriza como una medida correctiva y transitoria, insuficiente para mitigar permanentemente los conflictos urbano-viales en el tramo. Se concluye que las intervenciones estructurales de calmado del tráfico, combinadas con la monitorización continua del dispositivo, son necesarias para garantizar la reducción de la velocidad y el cumplimiento de los principios del Sistema Seguro del Plan Nacional para la Reducción de Muertes y Lesiones en el Tránsito (PNATRANS).

Palabras clave: Seguridad Vial. Control Electrónico. Sistema Seguro. IN 43/2021. Criticidad.

1 INTRODUÇÃO

A segurança viária é um desafio crítico de saúde pública em escala global, com o Brasil apresentando elevados índices de sinistros de trânsito e custos socioeconômicos substanciais (WHO, 2018; ONSV, 2018). Entre os diversos fatores contribuintes para a ocorrência e severidade desses eventos, o excesso de velocidade destaca-se como o comportamento de risco mais determinante, aumentando a energia de impacto e o potencial de fatalidade em colisões e atropelamentos (WHO, 2019). É neste contexto que a Engenharia de Transportes busca soluções para a moderação e fiscalização, visando mitigar a criticidade de pontos de alto conflito.

A fiscalização eletrônica, por meio de Dispositivos Eletrônicos de Fiscalização de Velocidade, apresenta-se como uma das ferramentas mais eficazes para o controle e a prevenção de sinistros (Observatório Nacional de Segurança Viária, 2025). A literatura da Engenharia de Transportes demonstra que a instalação desses equipamentos em pontos críticos resulta na redução da gravidade das ocorrências (Cochrane Collaboration, 2010; London School of Economics and Political Science, 2017). Contudo, na Engenharia de Transportes, a mera fiscalização é frequentemente classificada como uma medida corretiva de resposta, levantando o debate sobre sua suficiência em trechos que exigem intervenções estruturais de moderação de tráfego e redesenho viário (World Health Organization; Banco Mundial, 2010).

A Rodovia BR-316, no trecho urbano de Castanhal-PA, configura-se como um estudo de caso emblemático desse desafio. A via concentra elevado fluxo de veículos e conflitos inerentes à sua interface com a malha urbana (Observatório Nacional de Segurança Viária; Universidade Federal do Paraná, 2025). Diante da identificação de alto risco, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) determinou, fundamentado em análise preliminar, a implantação de um Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) no km 69,370 (coordenadas: -1,291848 / -47,871888).

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar o processo de implantação do Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) na BR-316/PA, confrontando a metodologia de avaliação de risco do DNIT (IN 43/2021) com a adequação da solução à filosofia do Sistema Seguro do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analizar a implantação do Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) no km 69,370 da BR - 316/PA, cidade de Castanhal, com base na metodologia do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, (Instrução Normativa Nº 43/2021) e com os princípios do Sistema Seguro do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os fatores técnicos, legais e institucionais que orientam a implantação de Dispositivos Eletrônicos de Fiscalização (DFV) em rodovias federais, à luz da IN 43/2021 e do conceito de Sistema Seguro (PNATRANS).
- Examinar o resultado da criticidade no trecho urbano analisado, confrontando a accidentalidade histórica (UPS) e a gravidade dos eventos com a classificação de risco alto atribuída pelos Fatores de Risco extraídos da Análise Preliminar realizada pelo DNIT, a fim de discutir a consistência metodológica da escolha do REV.
- Sistematizar e diagnosticar o rito processual de implantação do DFV na BR-316 como Estudo de Caso, conforme estabelecido pela Instrução Normativa nº 43/2021, tomando como base a Análise Preliminar, o Estudo de Viabilidade Técnica (EVT) e o Estudo Técnico de Instalação (ET), de modo a identificar possíveis gargalos técnicos e operacionais que afetam o tempo de resposta entre a identificação do risco e a efetiva operação do equipamento.
- Documentar o dispositivo REV com base no estudo técnico de instalação (ET.2502.PA0126), verificando a discrepância da velocidade operacional e o histórico de intervenções de engenharia prévias no trecho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 VELOCIDADE, SEGURANÇA VIÁRIA E A ABORDAGEM DO SISTEMA SEGURO

A segurança viária tem se consolidado como um dos grandes desafios contemporâneos da mobilidade urbana e interurbana. A literatura científica aponta que os sinistros de trânsito não são eventos aleatórios, mas fenômenos sistêmicos decorrentes de fatores comportamentais, operacionais e estruturais, demandando intervenções integradas capazes de reduzir a probabilidade e a gravidade das ocorrências (GOMES, 2006). A velocidade veicular destaca-se como o principal fator contribuinte tanto para a ocorrência quanto para o agravamento da severidade dos acidentes. O aumento da velocidade operacional reduz o tempo disponível para reação do condutor, eleva a distância de frenagem e intensifica a energia transferida nos impactos (WHO, 2019; OPAS, 2019).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que uma redução de apenas 5% na velocidade média pode levar a uma redução de 30% no número de acidentes fatais. A Engenharia de Tráfego define-se como o ramo que busca o movimento seguro e eficiente (IPT, 2020), atuando diretamente na moderação de velocidade (traffic calming), um conjunto de medidas destinadas a reduzir a velocidade em áreas de conflito com o uso urbano (GOMES, 2006).

O Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) adota a filosofia do Sistema Seguro, cujo princípio central é projetar vias tolerantes a erros, garantindo que o erro humano não resulte em fatalidade. Essa abordagem exige que as intervenções não se restrinjam apenas

à fiscalização (punição do fator humano), mas priorizem o redesenho viário para eliminar as condições de risco que induzem a velocidade (WHO; BANCO MUNDIAL, 2010). A fiscalização eletrônica, por meio de Dispositivos Eletrônicos de Fiscalização de Velocidade (DFV), é reconhecida como uma das ferramentas mais eficazes para o controle do comportamento do condutor (ONSV, 2025). Contudo, o debate acadêmico reside na limitação do modelo pontual(utilizado no Brasil), que gera o "efeito de véu" (ou efeito canguru), onde o condutor reduz a velocidade apenas na imediação do radar, retornando ao excesso logo após o controle.

3.2 MARCO NORMATIVO DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA: A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 43/2021

A implementação dos Dispositivos de Fiscalização Eletrônica de Velocidade (DFVs) nas rodovias federais é regulamentada pela Instrução Normativa nº 43/2021 (IN 43/2021 – DNIT SEDE). Este normativo estabelece os critérios técnicos e o rito processualnecessários para a intervenção, constituindo-se no principal balizador técnico e objeto de confrontação desta pesquisa.

A IN 43/2021 utiliza o Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR) para o processamento de dados e a análise da criticidade, organizando-a em dois pilares complementares: o Estudo de Viabilidade Técnica (EVT) e o Estudo Técnico de Instalação (ETI). Ambos devem ser conduzidos em um rito que assegure a legalidade da medida e compreenda uma sequência de etapas devidamente ilustrada.

3.3 FLUXOGRAMA DO RITO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO PARA IMPLANTAÇÃO DE DFV (IN 43/2021)

Figura 1 – Fluxograma do Rito Técnico-Administrativo para Implantação de DFV (IN 43/2021)



Fonte: Autor (2025).

Baseado no Fluxograma, o processo de implementação se desdobra em etapas sequenciais bem definidas que asseguram a rastreabilidade da decisão e o monitoramento contínuo da eficácia do dispositivo, a saber:

Análise Preliminar: Esta fase corresponde à identificação inicial da criticidade do trecho rodoviário, utilizando dados do Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR). Ela se baseia em dois critérios fundamentais, conforme detalhado na Revisão: o Critério Reativo (Índice de Severidade – UPS) e o Critério Preditivo (Fatores de Risco).

3.3.1 Análise da Criticidade por Acidentes (Critério Reativo)

Mensurada pelo Índice de Severidade (S), ou Unidade Padrão de Acidentalidade (UPS). O cálculo considera a gravidade dos eventos nos últimos 24 a 36 meses em um trecho de 1.000 metros, sendo definido pela seguinte fórmula:

$$S = (1 \times D) + (4 \times V) + (6 \times P) + (13 \times F) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde os coeficientes de ponderação (1, 4, 6 e 13) escalonam a gravidade dos eventos, sendo a fatalidade (F) o evento de maior peso (DNIT, 2021).

- D é o número de acidentes sem vítima.
- V é o número de acidentes com vítimas não fatais.
- P é o número de acidentes com vítimas não fatais, envolvendo pedestres.
- F é o número de acidentes com vítimas fatais.

O ponto de estudo será classificado conforme a média dos resultados obtidos, , em uma escala de nula: UPS = 0 a UPS > 25 muito alta (nula: UPS = 0; muito baixa: 0 < UPS < 5; baixa: 5 ≤ UPS < 10; média: 10 ≤ UPS < 18; alta: 18 ≤ UPS ≤ 25; muito alta: UPS > 25).

3.3.2 Análise da Criticidade por Fatores de Risco (Critério Preditivo)

Reconhecendo a limitação do UPS como índice puramente reativo, a IN 43/2021 estabelece um método preditivo pela análise das características estruturais da rodovia (curvatura, presença de escolas, VMDa, tipo de interseção) em um trecho de 100 metros. A pontuação final (Pfinal) é crucial para esta pesquisa, pois justifica intervenções preventivas, conforme estabelece a Equação 2:

$$P_{\text{final}} = P_{\text{Esc.}} + P_{\text{Int.}} + P_C + P_{\text{BR}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde a Pontuação Final do ponto (Pfinal) é composta pela soma das pontuações relativas à presença de escola (PEsc.), interseção (PInt.) e curvatura com objeto fixo à beira da rodovia (PC+PBR).

O cálculo dessas pontuações internas é detalhado na Norma e considera diversos fatores agravantes e majoradores:

$$\begin{aligned} P_{C+PBR} &= F_{\text{veloc.}} \times F_{VMD} \times C^2 \times F_{\text{Acost.}} \times P_{\text{BR}} \times F_{\text{Pavim.}} \\ P_{\text{Int.}} &= F_{\text{veloc.}} \times F_{VMD} \times I^2 \times Q_{\text{Int.}} \\ P_{\text{Esc.}} &= F_{\text{veloc.}} \times F_{VMD} \times E^2 \times S_{\text{Sinaliz.}} \end{aligned} \quad (\text{Equação 3})$$

3.3.2.1 Legenda dos Termos

PC+PBR - Pontuação da presença de curvatura e objeto fixo à beira da rodovia no ponto em avaliação;

PInt. - Pontuação da presença de interseção no ponto em avaliação;

PEsc. - Pontuação da presença de escola nas margens da rodovia no ponto de avaliação;

Pfinal - Pontuação final do ponto;

I - Pontuação obtida das configurações da interseção no ponto em avaliação obtida pela Tabela 1;

C - Pontuação obtida das configurações da curva no ponto em avaliação obtida pela Tabela 2;

E - Pontuação obtida da situação da presença da escola na rodovia no ponto em avaliação obtida pela Tabela 3;

PBR - Pontuação obtida da situação e tipo de objefixo na beira da rodovia no ponto em avaliação obtida pela Tabela 4;

Fveloc. - Fator agravante/redutor relativo à velocidade da via no ponto de avaliação;

FVMD - Fator agravante/redutor relativo ao Volume Médio Diário Anualno trecho do ponto em avaliação;

FAcost. - Fator agravante/redutor relativo às condições do acostamento da rodovia no ponto em avaliação;

FPavim. - Fator agravante/majorador relativo às condições da pista de rolamento da rodovia no intervalo de 100 metros do ponto de avaliação;

QInt. - Fator agravante/majorador relativo à qualidade da interseção em relação à funcionalidade;

SSinaliz. - Fator agravante/redutor relativo à situação das condições de sinalização escolar na rodovia.

As variáveis I (Interseção) e C (Curva) são obtidas a partir de tabelas 1 e 2, a seguir:

Tabela 1 – Pontuação para o Fator de Risco "Tipo de Interseção (em Nível)"

Tipo da Interseção (em Nível)	Pontuação	Código
4 aproximações com faixa para conversão desprotegida	3,80	1
4 aproximações com faixa para conversão protegida ou Ponto para atravessar a faixa central - informal	3,42	2
3 aproximações com faixa para conversão protegida	3,04	3
3 aproximações com faixa para conversão desprotegida ou Rotatória pequena	2,66	4
Rotatória	1,14	5
Não aplicável	0,00	6

Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

Tabela 2 – Pontuação para o Fator de Risco "Geometria em Curva"

Tipo curva	Raio da curva	Pontuação	Código (levantamento)
Reta ou curva suave ou não se aplica	Acima de 900 m	1,00	1
Moderada	500 a 900 m	2,00	2
Fechada	200 a 500 m	3,80	3
Muito fechada	0 a 200 m	6,50	4

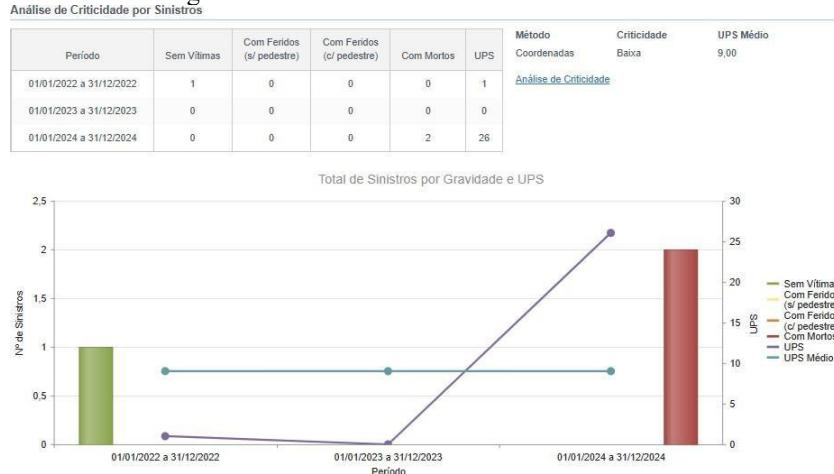
Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

O Artigo 19 da IN 43/2021 é o dispositivo legal central que orienta a Engenharia de Transportes do DNIT: ele justifica a implantação do DFV caso a severidade da via seja enquadrada como Alta ou Muito Alta no critério de Fatores de Risco, mesmo que o UPS (accidentalidade) seja classificado como Baixo ou Médio. Esse artigo permite a intervenção preventiva em trechos de alto conflito estrutural, como travessias urbanas.

A implantação deve seguir um rito que garante a legalidade da medida, culminando no:

- Estudo de Viabilidade Técnica (EVT): Documento formal que consolida a análise de criticidade e justifica a necessidade do dispositivo.
- Instalação e Sinalização: Cumprimento do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), exigindo sinalização vertical prévia (R-19 e A-18).
- Monitoramento Pós-Instalação: Coleta contínua de dados para verificar a performance do DFV e a variação do UPS após a entrada em operação.

Figura 2 – Análise Real do Índice de Severidade.



Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

Figura 3 – Análise Real do Fatores de Risco.

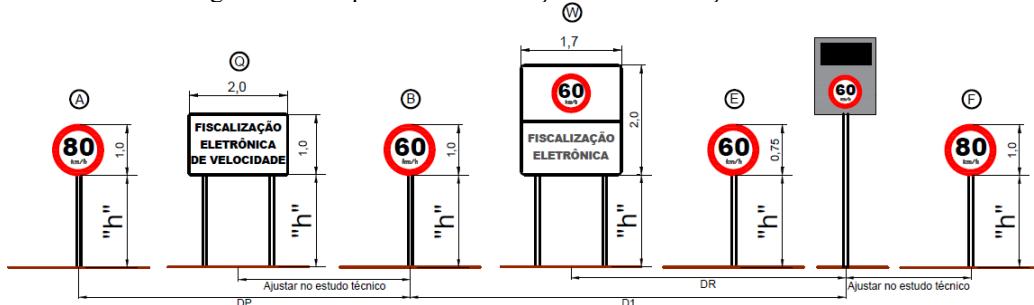
Análise de Criticidade por Fatores de Risco			
UF *	Rodovia *	Km *	
Pará	316	69,370	
Latitude (Ref. WGS 84)	Longitude (Ref. WGS 84)		
-1,291833° (graus)	-47,871792° (graus)		
Classificação da Criticidade	Pontuação		
Alta	5,48		
Características da Via			
Curvatura da Rodovia *	Objetos Fixos à Beira da Rodovia *		
<input type="radio"/> Reta ou curva suave ou não se aplica <input checked="" type="radio"/> Moderada <input type="radio"/> Fechada <input type="radio"/> Muito fechada	<input type="radio"/> Penhasco <input checked="" type="radio"/> Árvore, Sinal, poste ou barra >= 10 cm diâmetro, Rochas grandes >=20 cm de altura, Estrutura/ponte fora dos padrões da rodovia ou construção sólida <input type="radio"/> Vala funda <input type="radio"/> Estrutura ou construção semi-sólida <input type="radio"/> Não aplicável		
Presença de Escolas às Margens da Rodovia *	Tipo de Interseção *		
<input type="radio"/> Escola em 1 lado da rodovia - Até 1m da Rodovia <input type="radio"/> Escola em 1 lado da rodovia - 1 a 5m da Rodovia <input type="radio"/> Escola em 1 lado da rodovia - 5 a 10m da Rodovia <input type="radio"/> Escola em 1 lado da rodovia - >10m da Rodovia e menor que 70 metros <input type="radio"/> Escola nos 2 lados da rodovia - até 1m da Rodovia <input type="radio"/> Escola nos 2 lados da rodovia - 1 a 5m da Rodovia <input type="radio"/> Escola nos 2 lados da rodovia - 5 a 10m da Rodovia <input type="radio"/> Escola nos 2 lados da rodovia - >10m da Rodovia e menor que 70 metros <input checked="" type="radio"/> Não aplicável	<input type="radio"/> 4 aproximações com faixa para conversão desprotegida <input type="radio"/> 4 aproximações com faixa para conversão protegida ou ponto para atravessar a faixa central - informal <input checked="" type="radio"/> 3 aproximações com faixa para conversão protegida <input type="radio"/> 3 aproximações com faixa para conversão desprotegida ou Rotatória pequena <input type="radio"/> Rotatória <input type="radio"/> Não aplicável		
Fatores Agravantes			
Estado do Pavimento (intervalo de 100m)			
Número de Panelas *	Número de Remendos *	Percentual de Trincas *	Índice do Pavimento (IP)
0	0	10 (%)	Médio
Largura do Acostamento *	Qualidade da Interseção *	Situação da Sinalização em Áreas Escolares *	
<input checked="" type="radio"/> Pavimentado >= 2,4m <input type="radio"/> Pavimentado <1,0m e >2,4m <input type="radio"/> Pavimentado 0 a 1,0m <input type="radio"/> Sem acostamento ou não pavimentado	<input type="radio"/> Adequado / Não aplicável <input checked="" type="radio"/> Ruim	<input type="radio"/> Sinalização e marcação de travessia escolar <input type="radio"/> Sinalização escolar <input checked="" type="radio"/> Nenhum aviso de zona escolar ou Não aplicável (não há escolas)	
Velocidade da Via *	VMDa *		
80	(km/h)	18.000	

Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

Estudo de Viabilidade Técnica (EVT): Documento formal que consolida os resultados da Análise Preliminar e justifica a necessidade da implantação do dispositivo. É a base para a decisão de intervenção, especialmente quando a alta criticidade é justificada pelos Fatores de Risco, conforme previsto pelo Art. 19 da Norma (IN 43/2021).

Estudo Técnico (ET): Detalha a solução técnica específica o tipo de Dispositivo, velocidade regulamentada, as sinalizações verticais e horizontais que são usadas (Figura 4 e Tabela 3), e suas características operacionais do trecho estudado. Ele é essencial para comprovar a discrepância entre a velocidade praticada (V85) e o limite legal.

Figura 4 – Croqui de Caracterização das Sinalizações Verticais.



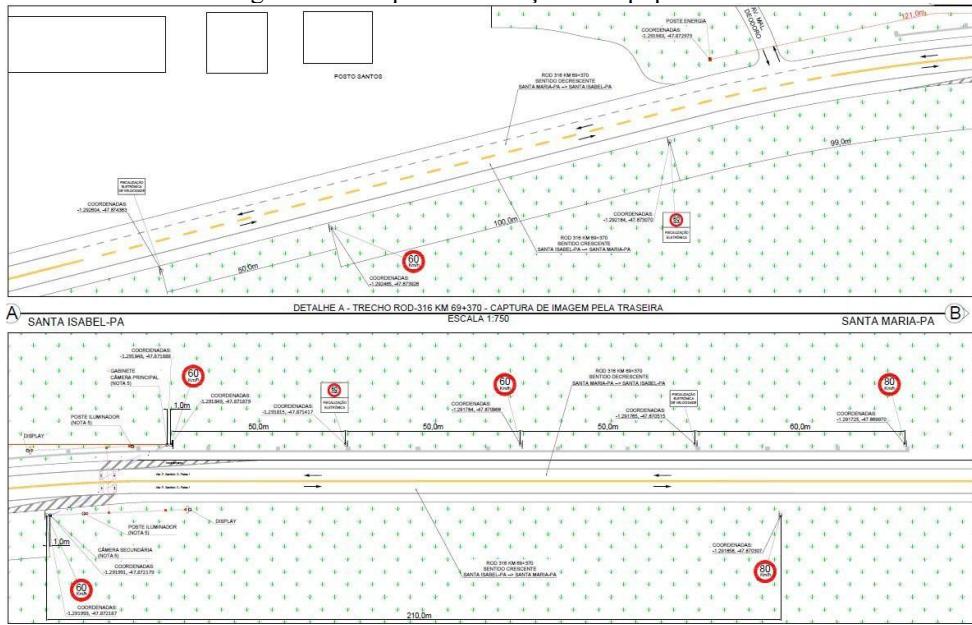
Fonte: Estudo Técnico de Instalação (DNIT)

Tabela 3 –Tabela de Dimensões de Placas de Sinalização de Regulamentação por Faixa de Velocidade.

Legenda	Símbolo	Dimensões ($V \leq 60$)		Dimensões ($60 < V \leq 80$)		Dimensões ($V > 80$)		Série
		Área m ²	Dim. (m)	Área m ²	Dim. (m)	Área m ²	Dim. (m)	
R-19 Vel. Regulamentada	A	0,78 5	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	D
Educativa	Q	2,00 0	2,00 x 1,00	3,750	2,50 x 1,50	4,500	3,00 x 1,50	D
R-19 Vel. Fiscalizada	B	0,78 5	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	D
Composta	W	3,40 0	1,70 x 2,00	5,500	2,20 x 2,50	8,400	2,80 x 3,00	D
R-19 Junto ao Equipamento	E	0,44 2	Ø 0,75	0,442	Ø 0,75	0,442	Ø 0,75	D
R-19 Retomada	F	0,78 5	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	0,785	Ø 1,00	D

Fonte: Estudo Técnico de Instalação (DNIT)

Figura 5 – Croqui de Instalação de Equipamento.



Fonte: Estudo Técnico de Instalação (DNIT)

Instalação: Fase de execução física da implantação do DFV e da sinalização viária complementar. O cumprimento do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) exige a sinalização vertical prévia (R -19 e A-18) para garantir a legalidade da fiscalização.

Figura 6 – Instalação do Equipamento (Sentido Decrescente)



Fonte: Autor, Captura em: 27 ago. 2025.

Figura 7 – Instalação do Equipamento (Sentido Crescente)



Fonte: Autor, Captura em: 27 ago. 2025.

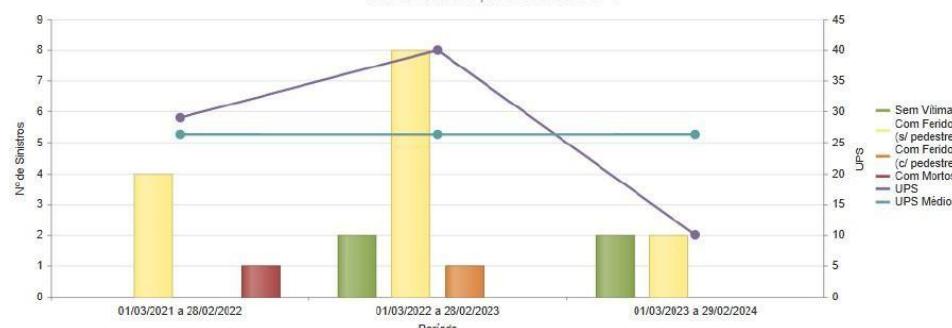
- Monitoramento do Equipamento: Esta etapa consiste no acompanhamento rigoroso do funcionamento e da calibração do DFV, verificada tanto pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) quanto pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O objetivo é atestar a conformidade técnica e operacional do equipamento antes do início da operação efetiva. Atualmente, o dispositivo objeto deste estudo encontra -se nesta fase.
- Estudo Técnico de Monitoramento: Caracteriza -se como a fase inicial de coleta de dados pós-operação, essencial para o estabelecimento da linha de base de desempenho do equipamento. Visa a verificação da redução imediata da velocidade praticada no local de instalação.
- Estudo Técnico de Monitoramento da Eficácia: Corresponde a uma avaliação de longo prazo (realizada 12 meses após a instalação), focada na mensuração da variação do UPS (Índice de Severidade), após a entrada em operação. Seu objetivo primordial é dimensionar os ganhos

sustentáveis de segurança viária e confirmar a persistência da eficácia do dispositivo ao longo do tempo. Este estudo é responsabilidade e é elaborado pela própria empresa responsável pelo Dispositivo de Fiscalização Eletrônica.

Figura 8 – Quadro de Dimensões da Sinalização Viária.
Análise de Criticidade por Sinistros

Período	Sem Vítimas	Com Feridos (s/ pedestre)	Com Feridos (c/ pedestre)	Com Mortos	UPS	Método Coordenadas	Criticidade Muito Alta	UPS Médio
01/03/2021 a 28/02/2022	0	4	0	1	29			26,33
01/03/2022 a 28/02/2023	2	8	1	0	40			
01/03/2023 a 29/02/2024	2	2	0	0	10			

Total de Sinistros por Gravidade e UPS



Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

Figura 9 – Sinistros por Gravidade e UPS (Índice de Severidade).

Estudo de Viabilidade			
Código de Identificação EV.2404 PA0172	Origem Previsto (519/23)	Motivação Superintendência	Situação Aprovado
Tipo de Equipamento Controlador Eletrônico Misto		Data da Análise 25/04/2024	
Observações	<p>Ponto Previsto referente ao Edital 510/2023 - Ofício nº 59891/2024/SRE SEI nº 17411004</p>		

Fonte: Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR)

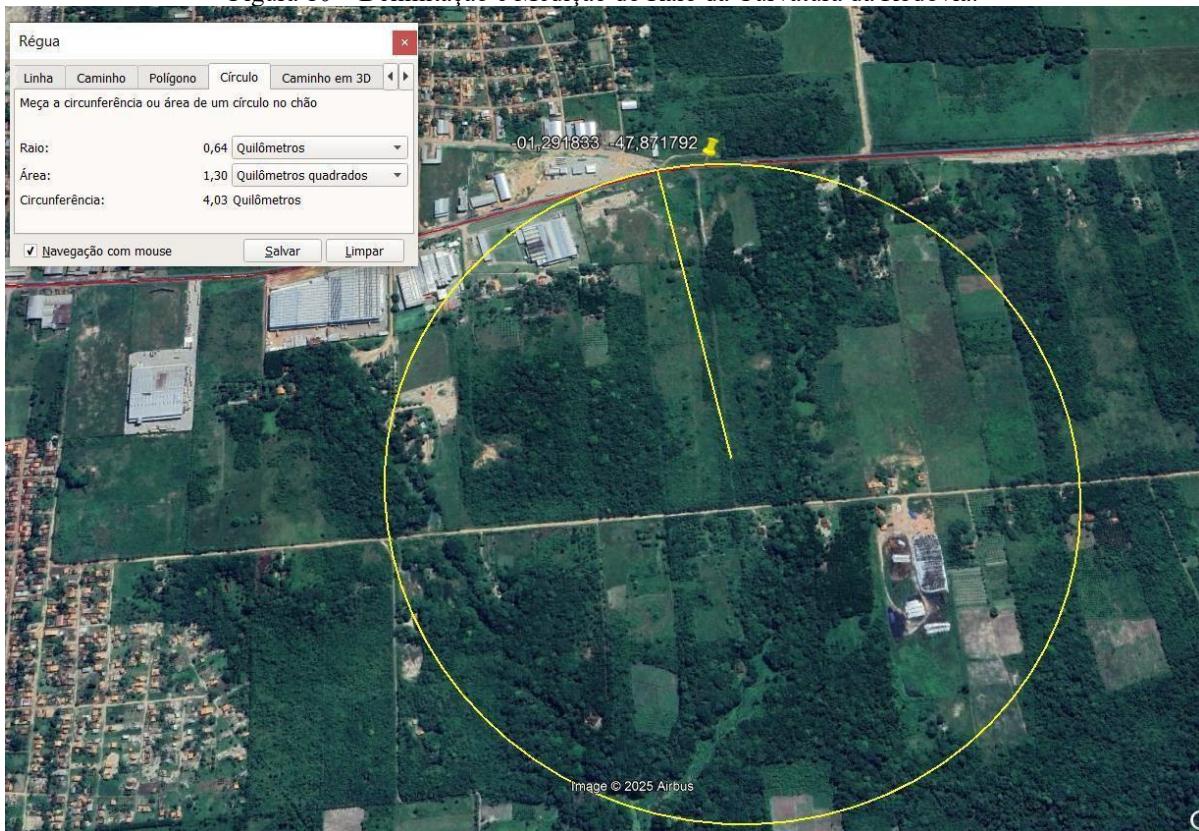
4 METODOLOGIA

As fontes de dados consistiram na revisão exaustiva do Marco Regulatório (IN 43/2021), que estabelece os fatores técnicos e legais para a intervenção do DNIT. Este referencial foi confrontado com o PNATRANS e o Sistema Seguro, que serviram como prisma institucional e teórico de crítica. O procedimento consistiu na Análise Normativa e Teórica que estabeleceu o padrão de conformidade, permitindo diagnosticar a solução adotada à luz dos princípios da segurança viária tolerante a erros.

As fontes de dados empíricas foram o Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (SIOR) e a documentação de engenharia (Estudos Técnicos).

A primeira etapa de análise empírica focou na confrontação metodológica exigida para diagnosticar a criticidade do trecho. O método consistiu na Análise Quantitativa para o período de 36 meses. Os registros de sinistros do SIOR foram utilizados para a aplicação da fórmula do Índice de Severidade (UPS), mensurando o Risco Reativo em um trecho de 1.000 metros (ou 0,64 km de raio, conforme medição cartográfica). A Figura ilustra a delimitação espacial utilizada para esta análise:

Figura 10 – Delimitação e Medição do Raio da Curvatura da Rodovia.



Fonte: Google Maps: BR-316/PA, km 69,370. Captura em: 06 ago. 2025.

O processo consistiu no Mapeamento Processual e Rastreamento Documental, analisando a sequência de laudos técnicos e aprovações exigidas pela IN 43/2021. O foco foi sistematizar o rito de implantação do REV, desde a identificação do risco até a sua operação. Este exame visou identificar possíveis desvios de conformidade ou gargalos técnicos e operacionais que afetam o tempo de resposta institucional em um trecho de alta criticidade. A etapa final concentrou-se na análise da eficácia e no levantamento de campo via documentação oficial.

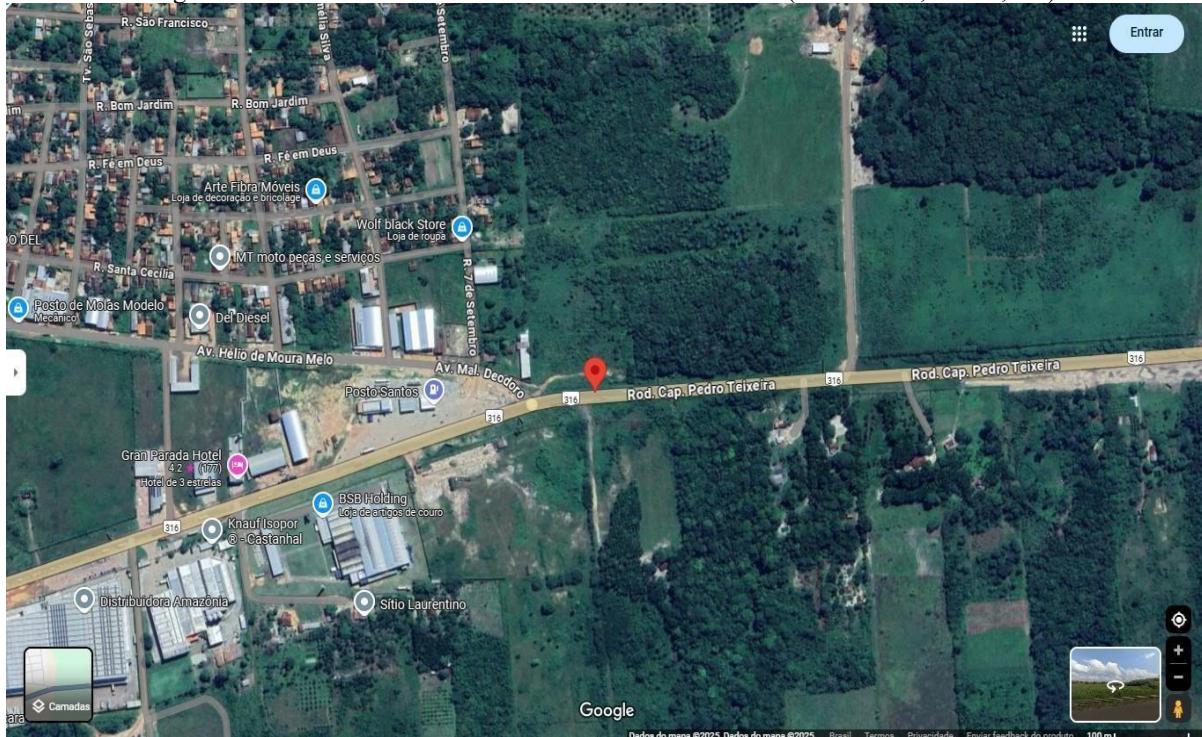
A fonte primária foi Estudo Técnico de Instalação. O procedimento de Validação Operacional incluiu a extração dos dados de velocidade para documentar a discrepância (V85 de 75 km/h vs. limite de 60 km/h) que justifica a urgência da medida. Crucialmente, verificou-se o histórico de intervenções, constatando a ausência de registro de medidas de engenharia (traffic calming) anteriores ao REV. Essa constatação de que a solução foi adotada isoladamente fundamenta a crítica a seguir.

Em seguida, este resultado foi confrontado com a Pontuação de Fatores de Risco (Risco Preditivo), validando a justificativa técnica para a intervenção e examinando o paradoxo entre a accidentalidade histórica e o risco estrutural latente, conforme previsto pelo Art. 19 da IN 43/2021.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apresenta-se, nesta seção, a análise dos resultados obtidos para o trecho estudado, os quais são interpretados sob a ótica da Instrução Normativa nº 43/2021 (IN 43/2021). Tal normativa constituiu o marco regulatório fundamental para a implantação de Dispositivos Eletrônicos de Fiscalização (DFV). A discussão subsequente relaciona -se diretamente aos resultados de criticidade, ao cumprimento do rito institucional e à documentação técnica do dispositivo implantado.

Figura 11 – Vista de Satélite do Trecho de Conflito Urbano (BR-316/PA, km 69,370).



Fonte: Google Maps: BR-316/PA, km 69,370. Captura em: 06 ago. 2025.

A análise da criticidade envolveu o confronto entre o critério reativo (UPS) e o critério preditivo (Fatores de Risco). O cálculo do Índice de Severidade para o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2025 resultou em 8,67, valor classificado como Criticidade Baixa ($5 < UPS < 10$). Apesar da ocorrência de duas vítimas fatais como apresentado na Análise da Criticidade por Acidentes, o índice sugere que, sob uma ótica puramente reativa, o trecho não seria considerado prioritário.

A Tabela 4 apresenta a ponderação dos sinistros e o cálculo do Índice de Severidade (UPS) para o trecho, resultando na classificação de Criticidade BAIXA (8,67).

Tabela 4 – Ponderação do Sinistro e Cálculo do Índice de Severidade (UPS) no Trecho Analisado

Ponderação do Sinistro	Variável	Ponderação (Fator)	Dados de Sinistros	Resultado Ponderado
Dano Material	D	1	0	0
Vítima Não-Fatal	V	4	0	0
Pedestre Vítima Não-Fatal	P	6	0	0
Vítima Fatal	F	13	2	8,67
Índice de Severidade (S)				BAIXO

Fonte: Autor (2025).

Esse dado contrasta com o resultado do critério preditivo, cuja pontuação finalfoide 5,48, classificada como Alta Criticidade como mostrado na Análise da Criticidade por Fatores de Risco. Os fatores que contribuíram para esse enquadramento incluem a presença de intenso uso urbano no entorno, acessos laterais numerosos, comércio distribuído e travessias frequentes, que caracterizam um ambiente de elevado potencial de conflito.

A Tabela 5 detalha a composição desse índice, evidenciando que a alta fricção entre o tráfego rodoviário e a dinâmica urbana foi determinante para a pontuação.

Tabela 5 – Composição do Índice de Fatores de Risco e Classificação da Criticidade Preditiva

Fator de Risco Crítico	Variável na IN 43/2021	Justificativa no Km 69,370	Contribuição Ponderada
Vulnerabilidade de Usuários	Presença de Escolas, Hospitais ou Polos	Presença de comércio denso e acessos a escolas, exigindo travessias constantes.	Alta
Conflitos Transversais	Tipo de Interseção e Acessos Laterais	Grande volume de acessos laterais desordenados e interseção de alto fluxo.	Alta
Comportamento e Velocidade	Velocidade Média Diária (VMDa)	VMDa incompatível com a velocidade regulamentar urbana.	Média-Alta
CRITICIDADE TOTAL	Soma dos Fatores	Resultado Final	5,48 (ALTA)

Fonte: Autor (2025).

Esse contraste evidencia o paradoxo normativo previsto pela IN 43/2021: um trecho pode apresentar baixa accidentalidade histórica e, ao mesmo tempo, alto risco estrutural. Assim, a decisão de intervenção com base no critério preditivo encontra pleno respaldo técnico no Art. 19 da norma, que permite ações preventivas mesmo sem histórico elevado de sinistros.

A implantação do dispositivo foi analisada também sob a perspectiva institucional. Os documentos consultados demonstram aderência ao fluxo técnico-administrativo exigido pela IN 43/2021. A sequência observada compreendeu: (I) identificação da criticidade pelo SIOR, (II) elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica (EVT), (III) desenvolvimento do Estudo Técnico de Instalação, e (IV) aprovação e implantação final.

A Tabela 6 a seguir compara a natureza da solução adotada, um Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) com as intervenções estruturais necessárias para o alinhamento pleno com a filosofia do Sistema Seguro.

Tabela 6 – Comparação da Natureza da Intervenção no Âmbito da Filosofia do Sistema Seguro

Solução (Abordagem)	Natureza da Intervenção	Abrangência da Ação	Efeito no Risco Geométrico	Classificação no Sistema Seguro
REV (Redutor Eletrônico de Velocidade)	Fiscalização / Punição	Pontual (imediatamente no sensor)	Nenhuma (Permite o "Efeito de Véu")	Medida Corretiva / Transição
Rotatórias / Estreitamento de Pista	Requalificação Geométrica / Indução	Distribuída (Altera o perfil da via)	Mitigação da Causa (Via Autorregulamentada)	Solução Perene / Definitiva

Fonte: Autor (2025).

O Estudo Técnico desempenhou papel fundamental na consolidação da decisão, ao demonstrar que a velocidade operacional praticada no trecho (V85 de aproximadamente 75 km/h) era significativamente superior ao limite regulamentado (60 km/h). A documentação também registrou a ausência de medidas de engenharia anteriores no local, o que reforça a urgência da intervenção adotada segundo o DNIT. Assim, tanto o processo administrativo quanto os fundamentos técnicos confirmam a conformidade da implantação com a norma tiva vigente.

A análise sob a ótica da Engenharia de Segurança Viária e do Sistema Seguro evidencia que o REV (Redutor Eletrônico de Velocidade), embora eficaz na moderação imediata do comportamento do condutor, apresenta limitações estruturais. Por não modificar a geometria da via, o dispositivo atua essencialmente como uma medida corretiva e de transição, capaz de reduzir a velocidade no ponto de fiscalização, mas incapaz de eliminar os elementos físicos que induzem a condução em alta velocidade.

A ausência de intervenções geométricas prévias, registrada no Estudo Técnico de Instalação, reforça esse caráter transitório da solução, cuja eficácia fica restrita ao alcance imediato dos sensores. Essa limitação é compatível com o fenômeno conhecido como “efeito de véu”, no qual o condutor reduz a velocidade apenas nas proximidades do equipamento, retomando práticas arriscadas logo após o trecho fiscalizado.

Embora a literatura especializada destaque a superioridade de intervenções estruturais — como estreitamentos de pista, rotatórias ou outras formas de traffic calming — este trabalho não tem como objetivo propor soluções de engenharia, mas situar a implantação do REV dentro do ciclo institucional previsto pela IN 43/2021. Dessa forma, o dispositivo deve ser interpretado como parte inicial de uma estratégia mais ampla, coerente com a urgência identificada, mas insuficiente, isoladamente, para promover a autorregulação da via em um ambiente urbano-rodoviário complexo.

6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou a implantação do Redutor Eletrônico de Velocidade (REV) no km 69,370 da BR-316/PA à luz da Instrução Normativa nº 43/2021 (IN 43/2021) e dos princípios da Engenharia de Segurança Viária orientados pelo Sistema Seguro (PNATRANS). A análise demonstrou que a decisão institucional do DNIT foi tecnicamente coerente e juridicamente respaldada, sobretudo em razão da Criticidade Alta identificada pelo critério preditivo de fatores de risco.

A análise normativa evidenciou que a IN 43/2021 oferece mecanismos robustos para intervenções preventivas, especialmente por meio do Art. 19, que possibilita a implantação de dispositivos mesmo quando o histórico de sinistros (UPS) não indica alta severida de. Esse aspecto foi central no estudo, pois o UPS de 8,67 classificava o trecho como de Criticidade Baixa, enquanto a avaliação preditiva registrou pontuação 5,48 — Criticidade Alta — devido às condições estruturais permanentes da via.

O rito técnico-administrativo demonstrou conformidade com a normativa, desde a identificação preliminar da criticidade até o Estudo Técnico de Instalação (ET.2502.PA0126). A documentação oficial reforçou a pertinência da intervenção ao evidenciar que a velocidade praticada ($V85 = 75 \text{ km/h}$) era incompatível com o limite local (60 km/h) e que não havia registro de medidas de engenharia estruturais anteriores ao REV, caracterizando a solução como resposta emergencial.

Por fim, a avaliação técnica do dispositivo destacou que o REV cumpre função imediata de controle comportamental, mas não modifica as condições geométricas que induzem a velocidade elevada. Assim, apesar de adequada no curto prazo, a intervenção não representa solução estrutural ou perene sob a ótica do Sistema Seguro, que exige vias fisicamente desenhadas para prevenir erros e reduzir sua gravidade.

Em síntese, o estudo mostra que o REV foi uma resposta correta e necessária à criticidade detectada, porém insuficiente como solução definitiva para a complexidade do trecho urbano - rodoviário analisado.

Ao considerar as limitações estruturais da solução adotada, este estudo destaca que o diagnóstico de Criticidade Alta deve orientar as próximas etapas de gestão do trecho como o Estudo Técnico. A permanência do risco geométrico indica que a fiscalização eletrônica, embora necessária, precisa ser integrada a um planejamento mais amplo, no qual intervenções de moderação física da velocidade possam desempenhar papel complementar na redução contínua dos conflitos urbano-rodoviários. Paralelamente, torna-se relevante monitorar o desempenho do REV após sua entrada em operação, acompanhando a variação do UPS e avaliando a possível velocorrência do “efeito de véu”, de modo a verificar se a medida está produzindo ganhos sustentáveis de segurança viária.

Assim, o REV não deve ser interpretado como solução final, mas como uma etapa inicial dentro de um processo progressivo de aperfeiçoamento da via. A combinação entre fiscalização, intervenções

físicas e avaliações periódicas oferece um caminho mais consistente para alcançar níveis elevados de segurança, conforme preconiza a filosofia do Sistema Seguro. Ao evidenciar os limites e potencialidades da IN 43/2021 nesse contexto, este estudo contribui para o debate técnico sobre o aperfeiçoamento das políticas de segurança viária no Brasil.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL; WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Sistema seguro: manual de planejamento e intervenção em vias. Washington, D.C.: World Bank/WHO, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Instrução Normativa nº 43, de 16 de novembro de 2021. Estabelece critérios e procedimentos para implantação de dispositivos eletrônicos de fiscalização em rodovias federais. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/operacoes-rodoviarias/fiscalizacao-eletronica/in-43-2021.pdf>

BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS (2018–2028). Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/contran/pt-br/assuntos/pnatrans>

COCHRANE COLLABORATION. WILSON, C.; KENDRICK, D.; ROBERTS, I. Speed cameras for the prevention of road traffic injuries and deaths. Cochrane Database of Systematic Reviews, v. 10, 2010. DOI: 10.1002/14651858.CD004607.pub4.

GOMES, L. B. Segurança, velocidade e moderação de tráfego. São Paulo: J. H. Mizuno, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Manual de Engenharia de Tráfego. São Paulo: IPT, 2015.

LONDON SCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICAL SCIENCE (LSE). TANG, C. K. Do speed cameras save lives? LSE – London School of Economics, 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2872044

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (ONSV). Relatório Nacional de Sinistros de Trânsito. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.onsv.org.br>

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (ONSV). Fiscalização eletrônica e segurança viária: evidências e impactos. São Paulo, 2023.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (ONSV); UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). Relatório Técnico: conflitos urbanos e segurança viária na Região Metropolitana de Belém (BR-316). Curitiba, 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Relatório sobre segurança viária e velocidade. Washington, D.C.: OPAS, 2019. Disponível em: <https://www.paho.org>
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global status report on road safety 2018. Geneva: WHO, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Speed management: a road safety manual for decision - makers and practitioners. Geneva: WHO, 2017.

GOOGLE. Google Maps: BR-316/PA, km 69,370. [Captura de tela, mapa online]. Disponível em: <https://maps.google.com>. Acesso em: 06 ago. 2025.

CONSÓRCIO BUREAU VERITAS AGENCIA E. Relatório de Apoio à Fiscalização, Referente Processo SEI nº 50001.008941/2025-16. Serviço Técnico de Análise Preliminar para Instalação de Equipamento Controlador Eletrônico de Velocidade ou Intervenções de Engenharia. Belém, PA: Consórcio Bureau Veritas Agencia E, Fevereiro 2025.pdf



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Estudo Técnico de Instalação: Equipamento de Controle Eletrônico de Velocidade – ET.2502.PA0126. [S.l.: s.n.], 2025.pdf

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT).
Equipamentos de Fiscalização Eletrônica em Rodovias Federais. Brasília, DF: DNIT. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/multas/informacoes/equipamentos-fiscalizacao>. Acesso em: 28 jul. 2025.