

LINCOLIN ROBSON DE SOUZA OLIVEIRA

**MITIGAÇÃO DOS ACIDENTES RODOVIÁRIOS EM TRECHOS COM
ALTERAÇÃO ABRUPTA DE RELEVO – ESTUDO DE CASO: KM 235
AO KM 239 DA RODOVIA BR-232/PE, SERRA DO MIMOSO.**

Brasília/DF

2017



LINCOLIN ROBSON DE SOUZA OLIVEIRA

**Mitigação dos acidentes rodoviários em trechos com alteração abrupta de relevo –
ESTUDO DE CASO: km 235 ao km 239 da Rodovia BR-232/PE, Serra do Mimoso.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Operações Rodoviárias, do Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do Título de Especialista em Operações Rodoviárias

Orientador: Prof.^a Dr.^a Liseane Padilha Thives

Brasília/DF

2017

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

Oliveira, Lincoln Robson de Souza

Mitigação dos acidentes rodoviários em trechos com
alteração abrupta de relevo : estudo de caso: km 235 ao km
239 da rodovia BR-232/PE, serra do mimoso / Lincoln
Robson de Souza Oliveira ; orientador, Liseane Padilha
Thives, 2017.
67 p.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Curso de Especialização
em operações rodoviárias, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Operações rodoviárias. 3. Sinalização. 4. Redução de
acidentes. 5. Região montanhosa. 6. Novos materiais de
sinalização. I. Thives, Liseane Padilha. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Especialização em operações
rodoviárias. III. Título.

LINCOLIN ROBSON DE SOUZA OLIVEIRA

**Mitigação dos acidentes rodoviários em trechos com alteração abrupta de relevo –
ESTUDO DE CASO: km 235 ao km 239 da Rodovia BR-232/PE, Serra do Mimoso.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Especialista em Operações Rodoviárias”, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Operações Rodoviárias

Brasília/DF, 23 de junho de 2017.



Prof.^a Dr.^a Ana Maria Benciveni Franzoni

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a Liseane Padilha Thives

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a Michelle Andrade

Membro da banca

Universidade de Brasília

Este trabalho é dedicado a toda minha família, pois sem eles não haveria evoluído academicamente e humanamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram no decorrer de mais essa jornada, em especial:

A Deus e Nossa Senhora, a quem devo minha vida.

A minha família que sempre me incentivou nos estudos e nos passos dessa vida.

A minha esposa, Livia Paes Oliveira, por sempre me incentivar no caminhar diário.

A orientadora Prof.^a Dr.^a Liseane Padilha Thives que teve papel fundamental na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e professores, integrantes dessa Especialização, pelo companheirismo e disponibilidade a todo o momento.

RESUMO

O projeto geométrico de uma rodovia busca o atendimento às necessidades do usuário quanto ao conforto, segurança e economia. Quanto ao traçado em planta, são projetadas curvas com raios maiores possíveis. No entanto, em relação ao relevo atravessado, diversas rodovias apresentam trechos planos, ondulados e montanhosos. Para a otimização do traçado, nem sempre é possível evitar mudanças abruptas de relevo. Este fato tem como consequência o aumento do número de acidentes, o qual, determinadas intervenções se fazem necessárias.

Este trabalho apresenta um estudo de caso para analisar a mitigação de acidentes em áreas com mudança abrupta de relevo, através de aplicação de sinalização ostensiva. Para tanto, empregou-se materiais diferenciados em termos de qualidade e desempenho, com implantação ostensiva da sinalização de segurança, e ainda com reforço da sinalização vertical, através de pictogramas e legendas, para alertar os condutores acerca do risco, em virtude das principais características como redução dos raios de curvas e presença de rampas com declividade acentuada. Estas características levam à ocorrência de acidentes em muitas vezes fatais. O estudo de caso foi realizado na Rodovia BR-232/PE, segmento entre os quilômetros 235 e 239, local denominado Serra do Mimoso. O estudo propõe uma alteração do tipo de sinalização empregada, tecnicamente viável com emprego de técnicas disponíveis, mas de forma eficaz e ostensiva. Como resultado, foi observado que, através da aplicação deste tipo de sinalização e dos dispositivos de segurança, pode ocorrer a mitigação dos riscos de acidentes e até mesmo a redução da gravidade. Por meio da proposta deste trabalho tem-se a redução de vítimas fatais e, no caso da ocorrência de acidentes, resultaria em pequenas escoriações aos usuários e apenas danos materiais aos veículos e dispositivos da via.

Palavras-chave: Sinalização, redução de acidentes, região montanhosa, declives acentuados, novos materiais de sinalização.

ABSTRACT

The geometric road design attempt to meet user needs in relation to comfort, safety, and economy. As for the plant design, the curves are projected using the larger radius as possible. However, in relation to passing embossment (relief), several highways have the plane, undulated and mountainous segments. In order to optimize the outline (layout), it is not always possible to avoid abrupt changes of the embossment. This fact has as consequence of increasing the number of accidents, which, some interventions are necessary. This work presents a case study to analyze the accidents mitigation in areas with the abrupt change of embossment, through the application of ostensive signalization. For this, different materials were used in terms of quality and performance, with application in an ostensive security signalization, reinforcing yet the vertical sign, through the pictograms and legends, to alert drivers about the risk, due to the main characteristics such as reduction of the radius of curves and presence of ramps with the steep slope. These characteristics lead to the occurrence of often fatal crashes. The case study was carried out on Federal Highway BR-232/PE, a segment between kilometers 235 and 239, local Serra do Mimoso. As a conclusion, it was observed that through traffic signs and safety devices, risk mitigation or even reduction of the severity of crashes can occur, from results with fatalities to results with minor injuries and material damages.

Keywords: Traffic signs, crash reduction, mountainous, slopes, new road signs materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do Trabalho	16
Figura 2 – Resultado Inicial da Pesquisa na Plataforma <i>SCOPUS</i>	19
Figura 3 – Gráfico Publicações x Ano – Resultado da Pesquisa na Plataforma <i>SCOPUS</i>	20
Figura 4 – Detalhe do Gráfico Publicações x Ano	20
Figura 5 – Gráfico Resultado da Pesquisa por Área de Atuação, Oriundo do <i>SCOPUS</i>	21
Figura 6 – Detalhe do Gráfico por Área de Atuação.....	21
Figura 7 – Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro	22
Figura 8 – Gráfico Publicações x Ano, após inclusão do 1º Filtro.....	22
Figura 9 – Detalhe do Gráfico Publicações x Ano, após inclusão do 1º Filtro	23
Figura 10 – Gráfico Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro, por Área de Atuação	23
Figura 11 – Detalhe do Gráfico Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro, por Área de Atuação.....	24
Figura 12 – Resultado da Pesquisa, após inclusão do 2º Filtro	24
Figura 13 – Serra do Mimoso localizada no Estado de Pernambuco	35
Figura 14 – Vista Aérea da Serra do Mimoso	36
Figura 15 – Detalhe curva acentuada	36
Figura 16 – Perspectiva da curva acentuada.....	37
Figura 17 – Curva do fim do aclive acentuado.....	38
Figura 18 – Perfil da Serra do Mimoso	38
Figura 19 – Serra do Mimoso	41
Figura 20 – Serra do Tará.....	41
Figura 21 – Serra da Russa.....	42
Figura 22 – Dados de acidentes em três regiões, com mudança abrupta de relevo.....	44
Figura 23 – Dados dos feridos em acidentes nas três regiões, com mudança abrupta de relevo	45
Figura 24 – Dados de mortos em acidentes nas três regiões, com mudança abrupta de relevo.	45
Figura 25 – Sinalização projetada - km 235 ao km 235,6	47
Figura 26 – Sinalização projetada - km 235,6 ao km 235,9	47
Figura 27 – Sinalização projetada - km 235,9 ao km 236,4	48
Figura 28 – Sinalização projetada - km 236,4 ao km 236,7	48
Figura 29 – Sinalização projetada - km 236,7 ao km 237,0	49

Figura 30 – Sinalização projetada - km 237,0 ao km 237,3	49
Figura 31 – Sinalização projetada - km 237,3 ao km 237,7	50
Figura 32 – Sinalização projetada - km 237,7 ao km 238,0	50
Figura 33 – Sinalização projetada - km 238,0 ao km 238,4	51
Figura 34 – Sinalização projetada - km 238,4 ao km 239,1	51
Figura 35 – Diagrama unifilar de execução da sinalização na Serra do Mimoso	52
Figura 36 – Sinalização horizontal do bordo em termoplástico alto-relevo.....	54
Figura 37 – Sinalização horizontal do eixo em metil-metacrilato estrutura e tacha metálica. .	54
Figura 38 – Sinalização horizontal, pré-marcação para aplicação do laminado elastoplástico pré-formado	55
Figura 39 – Sinalização horizontal, laminado elastoplástico pré-formado, pictograma placa R-19 (50)	56
Figura 40 – Sinalização horizontal, pré-marcação para aplicação do laminado elastoplástico pré-formado	57
Figura 41 – Sinalização horizontal, laminado elastoplástico pré-formado, legenda “DEVAGAR”	57
Figura 42 – Sinalização horizontal e defensas metálicas semi-maleáveis no sentido decrescente	58
Figura 43 – Sinalização horizontal e defensas metálicas semi-maleáveis no sentido crescente, com visão decrescente	58
Figura 44 – Novas defensas metálicas conforme projeto, com faixa refletiva.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre o perfil do terreno, rampa máxima e classe da rodovia	32
Tabela 2 – Correlação entre o tipo de curva, raio, ângulo central e velocidade máxima de condução	33
Tabela 3 – Características das três regiões, com mudança abrupta de relevo	42
Tabela 4 – Caracterização de acidentes em três regiões, com mudança abrupta de relevo.....	43
Tabela 5 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2013	61
Tabela 6 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2014	61
Tabela 7 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2015	62
Tabela 8 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2016	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BR-Legal	Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CGPERT	Coordenação-Geral de Operações Rodoviárias
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DPRF	Departamento de Polícia Rodoviária Federal
OMS (WHO)	Organização Mundial de Saúde
SAMU	O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU 192
SIOR	Sistema Integrado de Operações Rodoviárias – DNIT/PRF
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
MJ	Ministério da Justiça e Segurança Pública

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	Objetivo geral	15
1.2.	Objetivos específicos	15
1.3.	Justificativa do tema	15
1.4.	Metodologia do trabalho	16
1.5.	Estrutura do trabalho	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1.	Bases consultadas	19
2.2.	Acidentes de trânsito – conceitos e definições	26
2.3.	Segurança viária	27
2.4.	Características da rodovia em relação ao relevo e acidentes	29
2.5.	Programa BR-Legal	31
3.	MATERIAIS E MÉTODO	35
3.1.	Área de estudo	35
3.2.	Materiais e Método	39
4.	RESULTADOS	61
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	65
5.1.	Considerações Finais	65
5.2.	Recomendações	65
	REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

As rodovias são projetadas de modo a promover, principalmente, dentro de características técnicas, conforto e segurança ao usuário. No entanto, como é de conhecimento amplo das áreas envolvidas com o tráfego em rodovias, sempre se observam problemas com segurança viária em segmentos rodoviários com mudança abrupta do relevo.

A rodovia é projetada ainda, para determinada velocidade diretriz, levando em consideração o relevo, no qual está inserida, a classe de projeto e conseqüentemente seguem-se os dados geométricos para tal.

Alguns traçados atravessam diferentes tipos de relevo, cujos pontos são obrigatórios para implantação da rodovia. Pode ocorrer que, em determinados trechos, por existência de uma região montanhosa interligando regiões levemente onduladas ou até mesmo planas, advenha uma mudança abrupta de relevo. Assim, neste caso, as curvas passariam a ter raios menores e também a velocidade diretriz seria reduzida.

O usuário que trafega em uma rodovia com elevada velocidade e raios de curva grandes, se depara, inesperadamente, com uma geometria diferenciada onde prevalecem raios de curva diminutos e redução de velocidade. Nesta situação, o usuário deve ser alertado desta mudança. Esta é uma situação comum nas rodovias brasileiras e têm contribuído para o aumento do número de acidentes. A forma correta de alerta se dá através da implantação de sinalização ostensiva e diferenciada, dos demais segmentos da rodovia, além de dispositivos de segurança, visando mitigar os acidentes ou até reduzir o número destes. No entanto, a maioria das rodovias brasileiras não possui a sinalização adequada nestas situações.

Neste contexto, tem-se o seguinte questionamento: A implantação de sinalização diferenciada em trechos rodoviários, com mudança abrupta de relevo, realmente reduz a severidade dos acidentes, os números de acidentes e a quantidade de óbitos?

Esse trabalho visa estudar os resultados de tais aplicações, objetivando analisar a mitigação de acidentes em áreas com mudança abrupta de relevo, através de aplicação de sinalização ostensiva.

Para tanto foi realizado um estudo de caso em um trecho da Rodovia BR-232/PE, no segmento entre o km 235 e o km 239. Neste trecho está inserida a localidade conhecida como

Serra do Mimoso. O relevo do segmento em estudo compreende uma região montanhosa, inserida entre duas regiões onduladas, com tendência à plana.

A geometria da rodovia compreende pista simples de mão dupla, com curvas sinuosas, terceira faixa no sentido ascendente e larguras das faixas de rolamento com 3,60 m cada. A sinalização projetada pelo Programa BR-Legal foi implantada parcialmente.

O método adotado e proposto tem base em pesquisa e análise de dados em diversos órgãos tais como: Polícia Rodoviária Federal (PRF), Hospitais da região estudada, Polícia Militar e Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), com proposição inicial de estudo no período de 4 anos, sendo 2 anos antes e 2 anos após a implantação da sinalização e dispositivos específicos.

Por causa da restrição orçamentária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a implantação completa da sinalização, na abertura ao tráfego não foi possível. Assim, a implantação ocorreu por etapas, sendo sinalização horizontal, dispositivos de segurança e sinalização vertical.

Diante destes fatos, os segmentos foram estudados, ao longo de 4 anos, entre 2013 e 2016. Foram observados os resultados alcançados em virtude da implantação de cada etapa da sinalização. Sendo assim, foram vinculados os momentos de cada execução (intervenção) aos dados de acidentes entre os eventos. Ainda, foi verificada a possível inter-relação entre os eventos e possível mitigação do número de acidentes.

Este trabalho apresenta um estudo de caso para analisar a mitigação de acidentes em áreas com mudança abrupta de relevo, através de aplicação de sinalização ostensiva. Para tanto, empregou-se materiais diferenciados em termos de qualidade e desempenho, para alertar os condutores acerca do risco, em virtude das principais características como redução dos raios de curva e presença de rampas com declividade acentuada. A proposta para melhoria da sinalização é realizada através da implantação de sinalização horizontal, sinalização vertical e, dispositivos de segurança, dispostos de maneira ostensiva, para minimizar o risco e a gravidade dos acidentes.

1.1. Objetivo geral

Analisar a possibilidade de redução da gravidade dos acidentes no segmento rodoviário em estudo, com mudança abrupta de relevo, através da implantação de sinalização ostensiva e diferenciada, nos segmentos da rodovia avaliada.

1.2. Objetivos específicos

Neste estudo são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Análise dos acidentes no segmento entre o km 235 e o km 239 da Rodovia BR-232/PE, Serra do Mimoso, com a implantação de sinalização composta por novos materiais, de forma impactante e ostensiva, em virtude da mudança abrupta de relevo;
- Verificação se a implantação de sinalização diferenciada em trechos rodoviários, com mudança abrupta de relevo é capaz de reduzir a severidade dos acidentes, os números de acidentes e a quantidade de óbitos;
- Proposta de sinalização estudada para diversos trechos, com problemas semelhantes, de forma que os problemas em trechos semelhantes possam ser mitigados.

1.3. Justificativa do tema

Em virtude do grande número de acidentes nas rodovias do país e da gravidade com que eles ocorrem, muitas vezes por imprudência dos condutores. Este fato tem sido observado também em região com alteração abrupta de relevo, no qual a gravidade dos acidentes aumenta e tem-se como resultado um custo financeiro elevado e outro sem forma de quantificação, que é o humano.

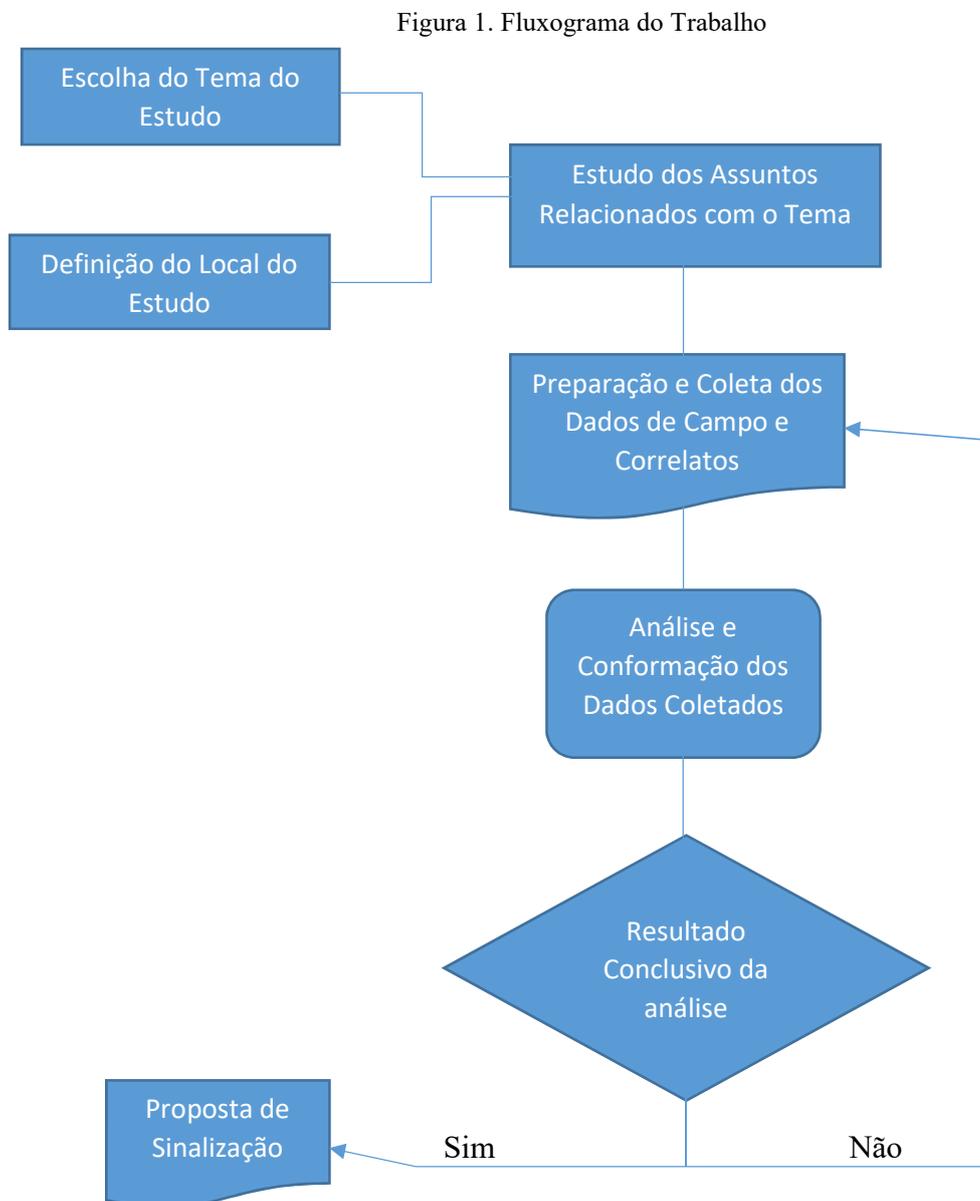
Cabe aos projetistas e principalmente aos técnicos gestores, diante da situação observada, promover medidas que possam reduzir os problemas. Assim, uma forma é o uso de uma ferramenta para alerta aos condutores, quanto à singularidade relativa à alteração pontual das condições da rodovia, que pode ocorrer de maneira repentina. Isto pode ser realizado através de sinalização diferenciada.

A sinalização proposta tem por objetivo uma ação, que poderá induzir o condutor à cautela e conseqüentemente, a redução de mortalidade ou até mesmo da quantidade de acidentes. Desta forma, por meio de um estudo de caso, é possível avaliar e validar a proposta, cujo objetivo principal é a redução de perda de vidas humanas.

Ainda, através de estudo específico, quando da comprovação de bons resultados, pode-se expandir essas ações ao longo de todas as rodovias, pois o custo de implantação por ser maior que o tradicional, há necessidade de justificativa técnica, podendo resultar em redução de custo material e humano, que hoje acomete a população, em virtude de acidentes ceifadores de vidas.

1.4. Metodologia do trabalho

O fluxograma da Figura 1 apresenta, de forma resumida, a metodologia a ser aplicada neste trabalho.



1.5. Estrutura do trabalho

Este trabalho de conclusão de curso está estruturado em capítulos como segue.

No Capítulo 1, **Introdução**, consta a introdução do estudo de caso, detalhando os fatos relativos à região, característica de relevo e da rodovia, a sinalização proposta para alerta aos condutores e o que se espera, como resultado, após a aplicação da referida sinalização ostensiva e contemplando novos materiais.

No Capítulo 2 efetua-se a **Revisão de Literatura** com o objetivo de observação de trabalhos já realizados em outras instituições e ao redor do mundo, com tema na linha do estudo de caso proposto, objetivando contribuição e aprimoramento da análise, ou até mesmo a verificação se existe outras linhas de raciocínio ou até práticas semelhantes.

No Capítulo 3, **Materiais e Método**, se caracterizam os materiais, o método de estudo e a aplicação da sinalização diferenciada, ostensiva, compreendida por novos materiais e distribuição temporal.

No Capítulo 4, **Resultados**, são demonstrados os resultados da aplicação da sinalização ostensiva, soluções propostas e alerta aos condutores, objetivando caracterizar possíveis melhoras de segurança viária, mitigação dos acidentes através dos resultados e alteração de gravidade.

No Capítulo 5 são tecidas as **Considerações Finais e Recomendações** correlatas à sinalização e risco de condução em desobediência à sinalização viária, fato que nem sempre é atenuado pelos dispositivos de segurança.

Por fim, são listadas as **Referências** consultadas para realização do trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bases consultadas

A revisão sistemática da literatura foi realizada, pesquisando artigos periódicos científicos, disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Ministério de Educação do Brasil, também foi pesquisado no portal e plataforma da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), conforme detalhamento das pesquisas a seguir relacionadas.

Após ingressar na plataforma do portal SCOPUS foi iniciada a pesquisa com a palavra-chave “*Traffic Signs*” (Sinalização).

Objetivando resultar em arquivos com datas de publicação não muito distantes do corrente ano e englobando o período do estudo de caso, foi efetuada a delimitação do período da pesquisa, compreendendo o intervalo entre os anos de 2010 e 2016. Essa pesquisa resultou 3.480 arquivos relacionados ao tema. Os autores que mais publicaram foram Rong, J. (17) e De With, P.H.N. (16). Conforme pode ser verificado na Figura 2, que ilustra a imagem do resultado da pesquisa através do Portal SCOPUS.

Figura 2. Resultado Inicial da Pesquisa na Plataforma SCOPUS.

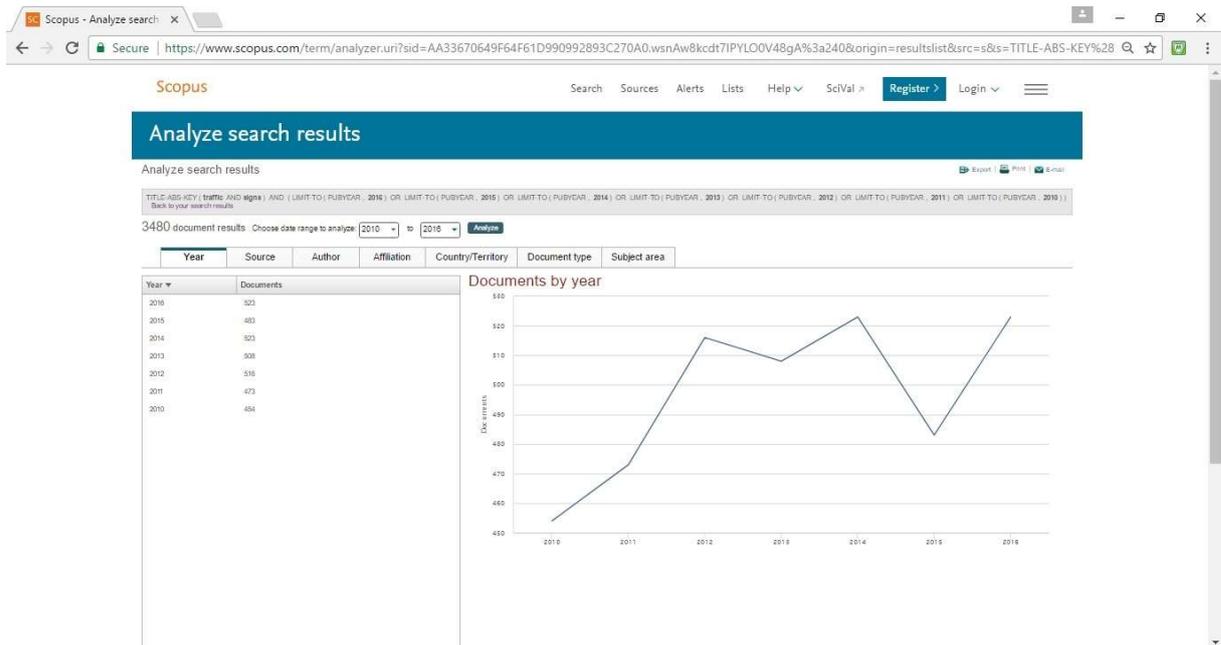
The screenshot displays the SCOPUS search results interface. At the top, it shows the search criteria: "TITLE-ABS-KEY (traffic AND signs) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2010))". The results are sorted by date (newest). The table below shows the top five results:

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 A Two-level Traffic Light Control Strategy for Preventing Incident-Based Urban Traffic Congestion	Qi, L., Zhou, M., Luan, W.	2016	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	0
2 Optimal Energy Management for HEVs in Eco-Driving Applications Using Bi-Level MPC	Guo, L., Gao, B., Gao, Y., Chen, H.	2016	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	0
3 Hardware implementation of fast traffic sign recognition for intelligent vehicle system	Lee, E., Lee, S.-S., Hwang, Y., Jang, S.-J.	2016	ISOCC 2016 - International SOC Design Conference: Smart SoC for Intelligent Things 7799341, pp. 161-162	0
4 A translator for American sign language to text and speech	Truong, V.N.T., Yang, C.-K., Tran, Q.-V.	2016	2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2016 7800427	0
5 Evaluation of QoS in data mobile network for vital signs transmission	Chandy, D., Soto, A., Huerta, M., (...), Sagbay, G., Avila, R.	2016	2016 IEEE Healthcare Innovation Point-of-Care Technologies Conference, HI-POCT 2016 7797718, pp. 146-149	0

Fonte: SCOPUS, 2016.

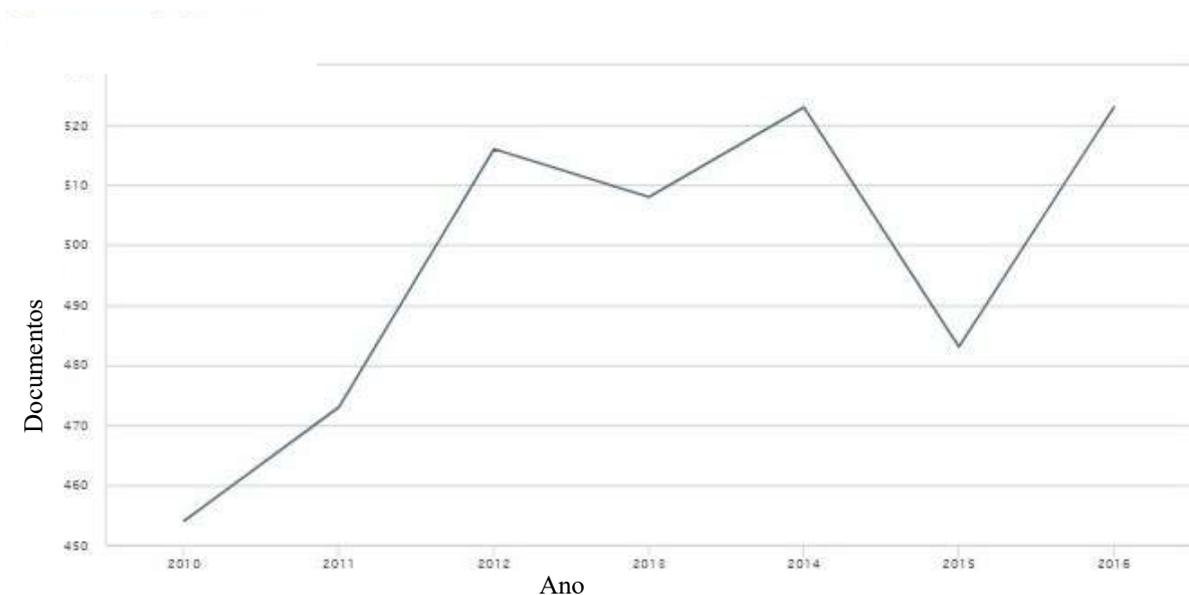
Pela análise gráfica do resultado da pesquisa, percebe-se que os anos de 2014 e 2016, que se publicaram mais arquivos sobre o tema, conforme se observa nas Figuras 3 e 4.

Figura 3. Gráfico Publicações x Ano – Resultado da Pesquisa na Plataforma SCOPUS.



Fonte: SCOPUS, 2016.

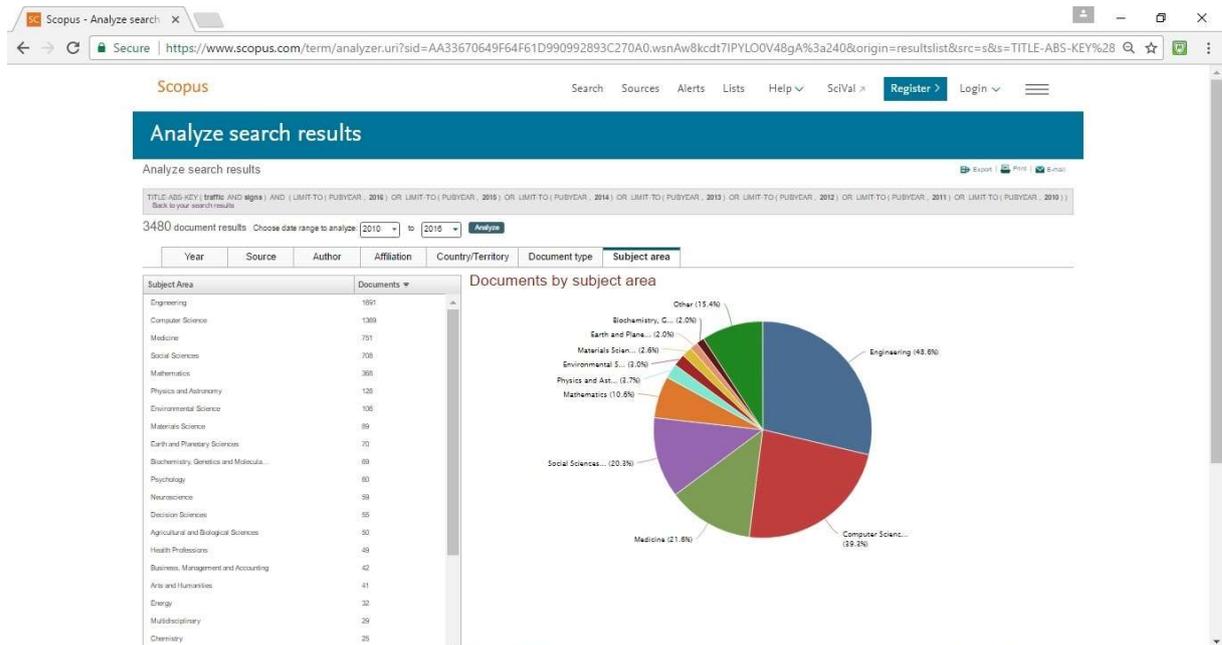
Figura 4. Detalhe do Gráfico Publicações x Ano.



Fonte: SCOPUS, 2016.

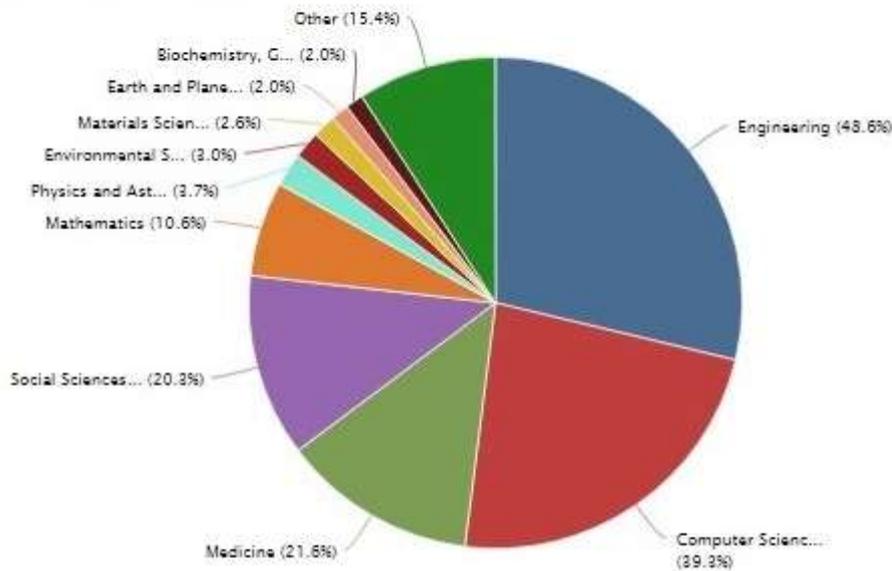
Pela análise do gráfico “*Subject Area*”, opção disponibilizada na plataforma SCOPUS, percebe-se que a maioria dos arquivos relacionados ao tema foi publicada na área de Engenharia (1.692), seguida das áreas de Ciências da Computação (1.369) e Medicina (751), conforme Figuras 5 e 6.

Figura 5. Gráfico Resultado da Pesquisa por Área de Atuação, Oriundo do SCOPUS.



Fonte: SCOPUS, 2016.

Figura 6. Detalhe do Gráfico por Área de Atuação.

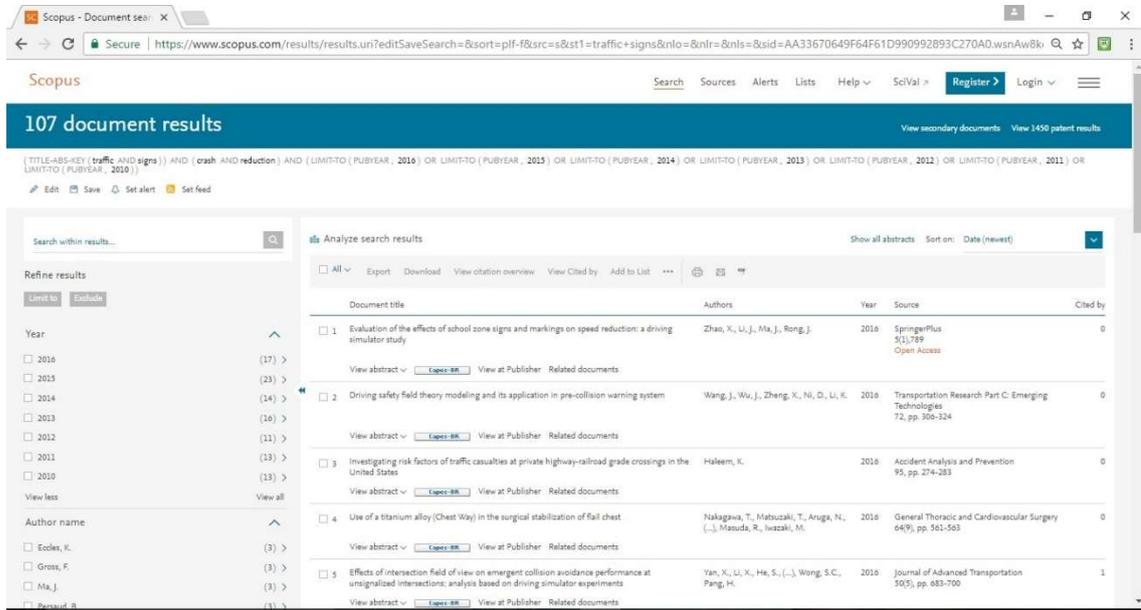


Fonte: SCOPUS, 2016.

Concluídas as análises para o primeiro filtro, a pesquisa foi restringida adicionando-se a palavra-chave “*Crash Reduction*” (Redução de Acidentes de Trânsito). Essa nova pesquisa resultou em 107 arquivos relacionados ao tema, tendo como exemplo os autores Eccles, K. (3); Gross, F. (3); Ma, J. (3); Persaud, B. (3); Rong, J. (3); Zhao, X. (3), dentre outros, que

publicaram acerca de assuntos relacionados com as palavras-chave relacionadas até então. O resultado da pesquisa apresentada na página do SCOPUS pode ser verificado na Figura 7.

Figura 7. Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro.

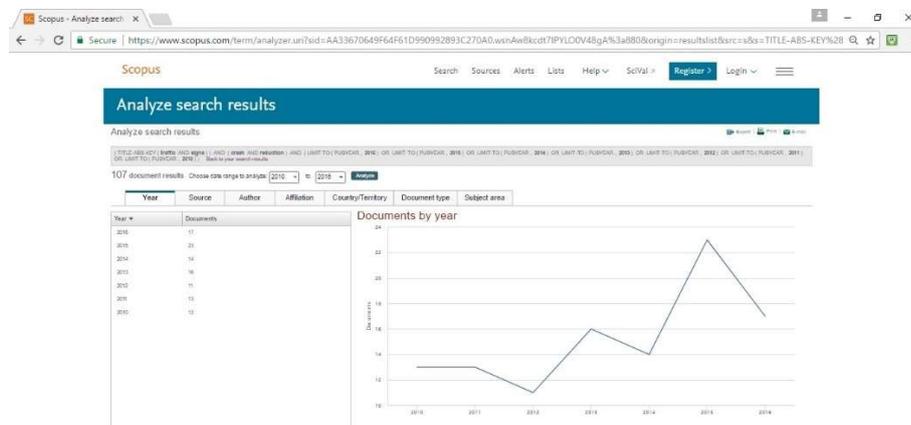


Fonte: SCOPUS, 2016.

Pela análise gráfica (Figura 7), percebe-se que o ano em que mais se publicou arquivos sobre o tema foi o ano de 2016. As Figuras 8 e 9 demonstram os relativos gráficos.

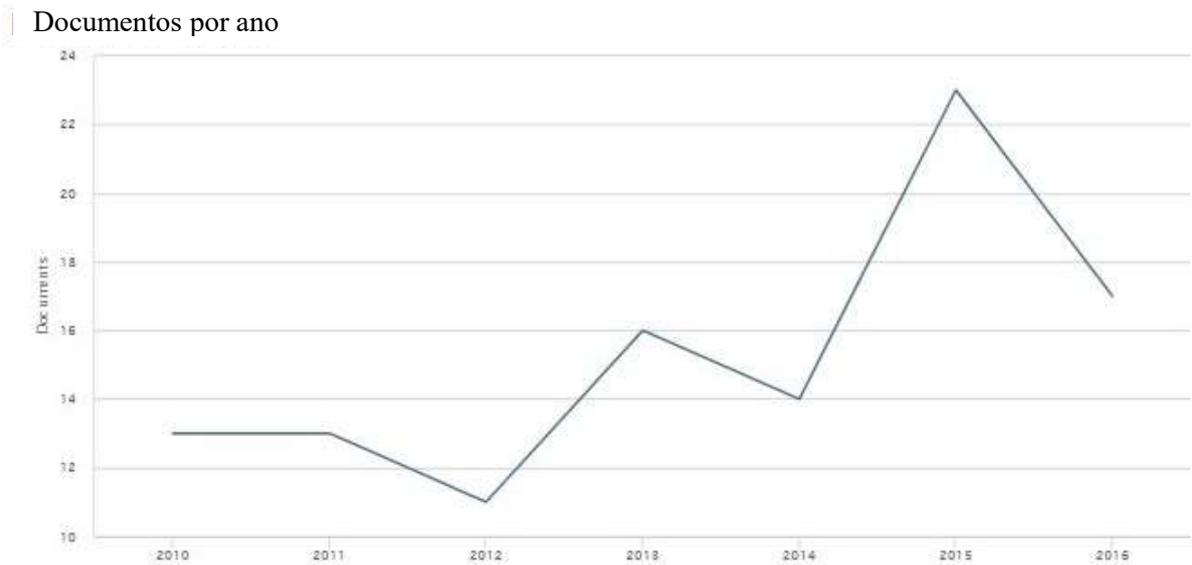
Pela análise do gráfico “*Subject Area*”, após inserção do 1º filtro, percebe-se que a maioria dos arquivos relacionados ao tema foram publicados na área de Engenharia (65), seguida das áreas de Ciências Sociais (43) e de Medicina (41). Através das Figuras 10 e 11 pode-se verificar a distribuição apontada.

Figura 8. Gráfico Publicações x Ano, após inclusão do 1º Filtro.



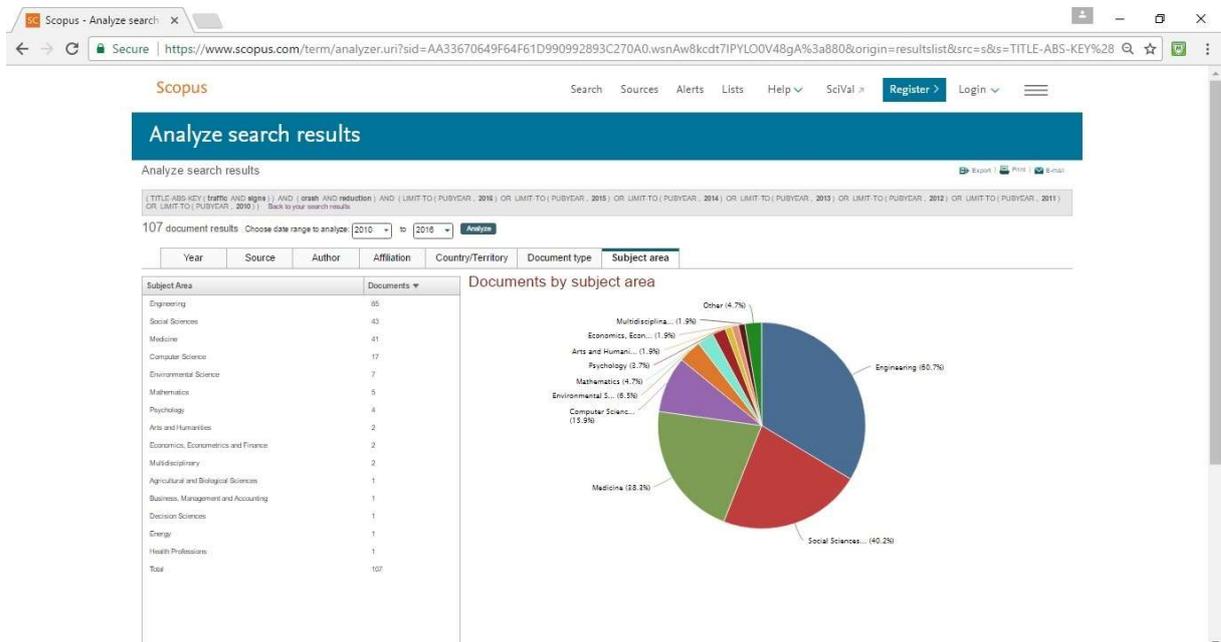
Fonte: SCOPUS, 2016.

Figura 9. Detalhe do Gráfico Publicações x Ano, após inclusão do 1º Filtro.



Fonte: SCOPUS, 2016.

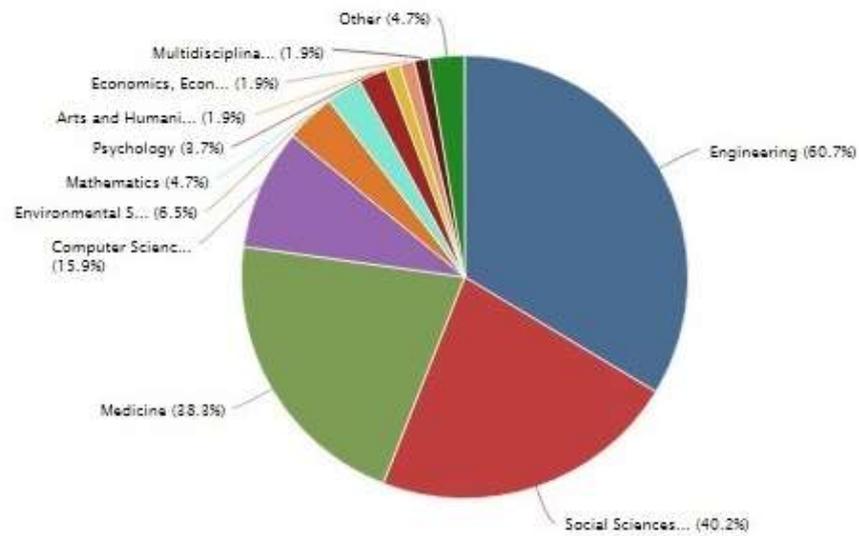
Figura 10. Gráfico Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro, por Área de Atuação.



Fonte: SCOPUS, 2016.

Concluídas as análises para o primeiro filtro, a pesquisa foi restringida com a adição da palavra-chave “*Mountainous*” (Montanhoso (a)). Esse segundo filtro resultou em 2 arquivos relacionados ao tema, conforme Figura 12. Dentre os principais autores que publicaram podem-se citar Ma, J. (2) e Rong, J. (2).

Figura 11. Detalhe do Gráfico Resultado da Pesquisa, após inclusão do 1º Filtro, por Área de Atuação. Documentos por área



Fonte: SCOPUS, 2016.

Figura 12. Resultado da Pesquisa, após inclusão do 2º Filtro.

Scopus - Document search

Secure | https://www.scopus.com/results/results.uri?editSaveSearch=&sort=plf-f&src=s&st1=traffic+signs&nlo=&nlr=&nls=&sid=AA33670649F64F61D990992893C270A0.wsnAw8k

Scopus Search Sources Alerts Lists Help SciVal Register Login

2 document results View secondary documents View 16 patent results

(TITLE-ABS-KEY (traffic AND signs) AND (crash AND reduction) AND (mountainous) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2010)))

Edit Save Set alert Set feed

Search within results...

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

All Export Download View citation overview View Cited by Add to List

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Influence analysis of chevron alignment signs on drivers' speed choices at horizontal curves on highways	Wu, Y., Zhao, X., Rong, J., Ma, J.	2015	Journal of Southeast University (English Edition) 31(3), pp. 412-417	1
2 The effect of chevron alignment signs on driver performance on horizontal curves with different roadway geometries	Zhao, X., Wu, Y., Rong, J., Ma, J.	2015	Accident Analysis and Prevention 75, pp. 226-235	1

Display: 20 results per page 1 Top of page

Refine results Limit to Exclude

Year

2015 (2) >

Author name

Ma, J. (2) >

Rong, J. (2) >

Wu, Y. (2) >

Zhao, X. (2) >

Subject area

Engineering (2) >

Medicine (1) >

Social Sciences (1) >

Fonte: SCOPUS, 2016.

Pela análise gráfica dos resultados da pesquisa, percebe-se que o ano em que ocorreram as publicações dos arquivos, sobre o tema, considerando a sequência de filtros elencada, foi o de 2015.

Pela análise do gráfico “Subject Area” (Figura 11), percebe-se que a maioria dos arquivos relacionados ao tema foi publicada na área de Engenharia, seguida das áreas de Ciências Sociais

e Medicina, mantendo coerência, uma vez que se demonstra dessa maneira desde o início da pesquisa, para revisão sistemática da literatura.

Os trabalhos resultantes foram: *“Influence analysis of chevron alignment signs on drivers' speed choices at horizontal curves on highways”* (Rong, J., Ma, J., et al, 2015) e *“The effect of chevron alignment signs on driver performance on horizontal curves with different roadway geometries”* (RONG, J., et al, 2015).

Objetivando a continuidade da revisão de literatura, foi reiniciada a pesquisa através da palavra-chave *“Traffic Signs”*, com posterior restrição do novo 1º filtro, através da palavra chave *“Slopes”* (declives). Esse filtro resultou em 64 documentos. Posteriormente foi acrescentado o segundo filtro, através da palavra-chave *“New Road Signs Materials”* (Novos Materiais de Sinalização), resultando por sua vez em 3 documentos relacionados ao tema, conforme detalhamento a seguir:

- *“2013 International Conference on Civil, Architecture and Building Materials, 3rd CEABM 2013”* (sem autor definido);
- *“Early warning technique for rock fall of road in mountainous terrain”* (SU, T.,ZHANG, X., ZHANG, J., 2013); e,
- *“Development of a microscopic simulation to model traffic sign management and performance”* (HARRIS, E.A., RASDORF, W., HUMMER, J.E., 2013).

Pela análise do gráfico *“Subject Area”*, percebe-se que a maioria dos arquivos relacionados ao tema foi publicada na área de Engenharia, seguida das áreas de Ciências Sociais e Medicina, de maneira similar aos resultados dos filtros sequenciados anteriormente.

Revisões de literatura também foram desenvolvidas, através da pesquisa entre as dissertações e teses defendidas pela UFSC, além do próprio Portal CAPES e base de dados bibliográficos.

Como conclusão se observou que a revisão de literatura possibilitou a verificação de existência ou não de trabalhos científicos na área de pesquisa, com desenvolvimento estudantil e produções científicas. Por meio da busca, foi possível agregar valor e conhecimentos adicionais, que estão em desenvolvimento, ao redor do mundo, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos da América, China e também no Brasil, com o enfoque na redução de acidentes, onde alguns também desenvolvem métodos para mitigação dos resultados.

2.2. Acidentes de trânsito – conceitos e definições

Através da revisão sistemática da literatura, foi possível a identificação do conceito de acidente de trânsito no Brasil, que pode ser verificado através da seguinte definição:

“Todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou aéreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículos parcialmente na via pública. ” (ABNT, 1989)

O conceito pode ser complementado através da seguinte afirmativa:

“Acidente de trânsito é um evento não intencional, mas evitável, causador de lesões físicas e emocionais” (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAUDE, 2001; SOUZA et al., 2007).

Dentre os documentos acadêmicos, alguns textos segundo Vargas (2015), através de sua tese intitulada “MÉTODO PARA ANÁLISE DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM A IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CAUSAIS”, defendida em 2015, demonstrou a preocupação dos gestores do trânsito, para redução do número de fatalidades e a carência de dados acerca de acidentes de trânsito, conforme o seguinte:

“Uma das maiores preocupações dos órgãos responsáveis pelo planejamento do trânsito e também da comunidade científica é encontrar soluções que possam reduzir o número de fatalidades e de feridos nos acidentes de trânsito. Nesse sentido, os dados de acidentes constituem a base de muitas das atividades de segurança viária e são essenciais para o diagnóstico e encaminhamento de soluções para os problemas motivadores dos acidentes.”

“Diversas são as razões para a carência de dados sobre acidentes de trânsito no Brasil, entre elas a falta de documentação, de técnicas e instrumentos adotados para a coleta de dados. Vale ressaltar que, além dos instrumentos, a capacitação de pessoas para a coleta de dados é peça fundamental para o acesso a dados relevantes e qualificados. Portanto, bancos de dados de acidentes adequadamente estruturados podem ser de grande utilidade para as organizações, privadas ou governamentais, que estejam engajadas em lidar com o problema dos acidentes de trânsito de maneira nova, eficaz, responsável e fundamentada na informação (Mantovani e Raia Jr., 2006).”

“A experiência Norte Americana para melhoria da segurança viária indica que as intervenções mais eficazes se concentram na construção de capacitação institucional nos setores de transporte e administração de saúde pública. Registros de acidentes de trânsito de qualidade são fundamentais para que qualquer programa de segurança viária tenha sucesso. As

informações fornecidas pelo registro de acidentes podem orientar o planejamento, a gestão e a avaliação das ações tomadas (NHTSA, 2011).”

“No contexto desta tese, os fatores contribuintes de acidentes de trânsito são definidos como as principais ações, falhas ou condições que levam a ocorrência de acidentes. Eles auxiliam na identificação das circunstâncias que dão origem ao acidente. Os fatores causais de acidentes de trânsito, contudo, resultam da associação entre fatores contribuintes e o perfil dos acidentes, representados pelas características viário-ambientais, dos veículos e dos indivíduos relacionados a acidentes de trânsito (Vargas, Denise, 2015).”

2.3. Segurança viária

O tratamento das áreas concentradoras de acidente, na maioria das vezes preza pela correção de geometria ou sinalização, que viabilize o melhor fluxo rodoviário, porém o tratamento dessas áreas, também pode priorizar a segurança viária e ao mesmo tempo, possibilitar certa fluidez do trânsito (VARGAS, 2015).

Os dados de acidente de trânsito que geram a estatística, auxiliando como dados de entrada para gestão da segurança viária, na maioria das vezes, resultam dos Boletins de Ocorrência de Acidente de Trânsito e em se tratando dos Policiais Rodoviários Federais. Atualmente tem havido uma melhora nas informações, porém uma vez que o objetivo seja o de chegar ao causador do acidente, pode ocorrer de não demonstrar todas as informações, necessárias à análise da situação de falta de segurança viária, o que dificulta o tratamento dessas informações e conseqüentemente a tomada de decisão, para adoção da ação mitigadora mais eficaz (VARGAS, 2015).

Através da investigação de campo, com a análise em paralelo dos atenuantes e influências, que o sistema viário em conjunto com o perfil dos condutores, sofre e interferem nos acidentes de trânsito, torna-se possível o melhor reconhecimento das circunstâncias presentes nos instantes dos acidentes. A partir de tal análise e *expertise* dos avaliadores treinados, o produto gerado auxiliará mais precisamente nas medidas de segurança, para evitar a ocorrência de acidentes similares (VARGAS, 2015).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013) a taxa global de fatalidades por acidentes de trânsito, no ano de 2013, foi de 18 por 100.000 habitantes. Para os países de média renda, a taxa anual de mortalidade no trânsito era da ordem de 20,1 por 100.000 habitantes. Para os países de alta renda, a taxa era de 8,7 por 100.000 habitantes, enquanto que no Brasil a mesma taxa era de 22,5 por 100.000 habitantes.

Em 2013, o Brasil se encontrava no 56º lugar na listagem dos países com maiores índices de mortes no trânsito. Os países em desenvolvimento concentram 90% das mortes em acidentes de trânsito, mesmo abrigando da ordem de 54% da frota de carros do mundo. De maneira geral nossas leis são adequadas, porém ainda apresentam dificuldades para implementação em todo o território nacional, o que segundo a OMS, propicia os resultados observados (WHO, 2013).

Diante dos fatos apresentados pela OMS e os dados obtidos das estatísticas de acidentes de trânsito, vislumbra-se a real necessidade de ações mitigadoras de acidentes, para que esses números tendam a diminuir, onde se acredita que ações pontuais, podem e devem ocorrer para auxiliar na diminuição desses números de acidentes, assim como a gravidade dos mesmos.

Com a finalidade de caracterizar os fatores que influenciam os acidentes de trânsito, os mesmos podem ser agrupados em 5 categorias (IPEA et al., 2006, SANTANA, 2006, NAING et al., 2007):

1. **Fatores humanos** - relacionados ao comportamento e ações das pessoas;
2. **Fatores viário-ambientais** - relacionados à via ou ao meio-ambiente no qual está inserida;
3. **Fatores veiculares** - relacionados aos veículos seja seu desenho ou falha mecânica;
4. **Fatores institucionais** - relacionados às leis, modo de fiscalização e ao investimento em transporte e segurança; e
5. **Fatores socioeconômicos** - relacionados às características da população, tais como, o perfil econômico, etário, cultural e de grau de instrução.

Estes fatores, de certa forma, são inter-relacionados, o que pode resultar em agravamento do acidente de trânsito.

Através da análise dos principais fatores de influência, se observa que a proposta de implantação de sinalização ostensiva, diferenciada dos segmentos próximos, com utilização de materiais de última geração, podem alertar os condutores para redução da velocidade e cuidado na condução.

2.4. Características da rodovia em relação ao relevo e acidentes

A existência de particularidade geométrica e de relevo, caracterizada como fator viário-ambiental (IPEA et al., 2006, SANTANA, 2006, NAING et al., 2007), pode gerar um risco iminente de perda de traçado, perda de aderência, queda brusca em área de barranco, colisão com condutores em sentido contrário, imprimindo velocidades bem inferiores as possivelmente praticadas no sentido descendente, dentre outros fatores de risco.

O *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) através de uma pesquisa realizada nos Estados Unidos da América em 2008, intitulada *National Motor Vehicle Crash Causation Survey*, que teve como objetivo compreender os eventos que propiciam a ocorrência de acidentes em interseções, que são locais que reúnem alteração pontual da condição de segmento em tangente, trazendo eventos instantâneos que necessitam de alerta por parte dos condutores (NHTSA, 2008).

A pesquisa do NHTSA (2008) considerou o acidente como uma cadeia linear de eventos, compreendendo elementos pré-evento, o movimento antes da colisão e os fatores associados ao acidente. Considerando como variáveis os veículos envolvidos, os condutores, as vias e o meio ambiente do entorno do local do acidente, através da verificação da condição atmosférica no instante do acidente, onde se observou o agravamento ou o aumento do número de acidentes, quanto da incidência de chuva, por exemplo, uma vez que reduz amplitude da visibilidade do entorno e entre os veículos, além da aderência do veículo com a pista de rolamento.

Diversas pesquisas no mundo resultaram em vários estudos, (NHTSA, 2008, OLIVEIRA, V. C., 2008, RIBEIRO JUSTINO, 2009, YOUNG, D., et al., 2006, LIMA, MARCZACK, 2009), acerca dos tipos de acidentes envolvendo veículos, dentre as linhas de pensamento também se tem verificado os dispositivos projetados, para os veículos, de modo a promover a segurança dos ocupantes, durante uma colisão ou acidente de forma geral, analisando inicialmente o uso de cintos de segurança, que auxilia na redução da severidade.

Analisando com o foco na obtenção de redução significativa do número de fatalidades no trânsito e lesões corporais, mais ações no intuito de prevenção precisam ser tomadas.

Caminhos para prevenção de acidentes de trânsito, focados no entendimento das condições que os causam, precisam ser tomados. Diante desta necessidade é possível pensar em rodovias que permitam correções dos pequenos erros, cometidos pelos condutores ou condição

dos veículos que trafegam a exemplo de áreas de escape (com caixa de brita, zonas livres suficientes, para parada segura ou retomada da trajetória da rodovia) espaços esses entre a rodovia e possíveis obstáculos fixos, dentre outros. (RODRIGUES, 2010, SOUZA PINTO, 2008, ZANOLI, 2003).

Quando não for possível realizar alterações geométricas ou complementação de plataforma rodoviária, tanto a época do projeto, quanto em rodovias já implantadas, outras medidas devem ser tomadas. O alerta às condições diferenciadas com relação à geometria, ao relevo, ao comprometimento da visibilidade através da redução da mesma e a tentativa de manutenção dos condutores, na plataforma da rodovia, pode ser feito por meio de dispositivos de segurança e uso de novas concepções de sinalização de alerta, com utilização de novos materiais e disposição diferenciada da cotidiana, objetivando a prevenção.

Ações preventivas a exemplo da fiscalização das condições de manutenção dos veículos, ou seja, condições dos pneus, sistema de freios, faróis, sistema de direção e demais itens de manutenção veicular são impreteríveis. Isto porque, sem as condições mínimas de condição de uso dos veículos que trafegam em nossas rodovias, as demais ações de responsabilidade dos governos através de seus órgãos executores de manutenção rodoviária não são suficientes, para obter redução significativa na quantidade de acidentes e, principalmente, da gravidade dos mesmos.

Os dados de acidente de trânsito no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) são processados a partir das informações prestadas pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal (PRF), obtidos a partir das ocorrências nas rodovias federais, sob responsabilidade do DNIT. Os referidos dados são processados e enviados à Coordenação-Geral de Operações Rodoviárias (CGPERT/DNIT), pela PRF, para análise e associação à rodovia, atrelando ao volume de tráfego e aos tipos de veículos (BRASIL, CGPERT/DNIT, 2013).

Por sua vez a Polícia Rodoviária Federal (PRF) processa os dados de acidente de trânsito, considerando as informações prestadas pelo policial rodoviário federal, o qual faz o registro conforme marcação quilométrica da rodovia federal, observando a situação quando do acontecimento do acidente. Após geração do Boletim de Acidente de Trânsito, o Sistema BR-Brasil cataloga-os. Sendo várias informações cadastradas, incluindo os detalhes dos veículos, das pessoas envolvidas e das condições do local, posteriormente essa base de dados é

consolidada no Sistema de Informações Gerenciais (SIGER), para posterior envio ao DNIT (BRASIL, DPRF, 2017).

A título de esclarecimento, tem-se que o Sistema BR-Brasil consiste em um sistema do DPRF que visa suprir todas as deficiências operacionais relativas à informação e controle, objetivando a disponibilização dos registros, de forma *on-line*, em todo o Brasil (BRASIL, DPRF, 2017).

Observa-se a partir dos trabalhos técnicos e científicos acerca dos tratamentos e análises dos dados de acidentes, publicados nos meios acadêmicos, salvo melhor juízo, que na grande maioria das vezes, os dados de acidente são coletados e processados sem considerar possíveis mortes pós-acidente. A partir da falta de dados completos, pode ocorrer a análise errônea pela análise incompleta do efeito-causa, fato também difícil de ser atrelado e acompanhado, através do SAMU e dos dados hospitalares, pois também não há registro de forma clara e que facilite a atribuição de morte posterior, ocasionada por acidente de trânsito em rodovia federal.

2.5. Programa BR-Legal

O Programa BR-Legal foi concebido pelo DNIT para otimização da sinalização a partir do que orientam os manuais e normas já existentes (BRASIL, DNIT, 2010, CONTRAN, 2013). Este programa objetiva dirimir eventuais erros nos programas anteriores, desenvolvidos pelo próprio órgão, focando na sinalização da rodovia, contemplando a elaboração de projeto básico e executivo.

Para otimização do uso da sinalização vertical, horizontal e dispositivos de segurança, os levantamentos de campo e enquadramento nas Normas Técnicas, do CONTRAN/DENATRAN e DNIT, vigentes, melhoram os resultados e as diretrizes de execução da sinalização, assim como o controle de materiais e serviços.

No Programa BR-Legal os serviços são pagos por meio da medição do quantitativo, em segmentos homogêneos determinados a época do projeto, cuja avaliação de desempenho e qualidade é realizada conforme os pré-requisitos técnicos já estabelecidos no próprio programa. São também considerando novos materiais e seus melhores desempenhos, tanto em durabilidade e resistência, quanto em resposta aos estímulos luminosos, resultando em melhor retrorrefletância e visibilidade da sinalização (BRASIL, DNIT/CGPERT, 2013)

O programa também contempla a utilização dos pré-requisitos para controle de qualidade da sinalização horizontal, por métodos mais eficazes, como por exemplo, o uso de fotografias e utilização de equipamentos medidores de retrorrefletância, por servidores do DNIT devidamente treinados.

Para caracterização de uma mudança abrupta de relevo, a Tabela 1 mostra a inter-relação entre o perfil do terreno e a rampa máxima admitida para as classes I e II de rodovias, parâmetros esses utilizados em projeto e que podem ser observados, ao longo das rodovias e em pontos obrigatórios, de passagem do traçado. As informações da referida tabela foram retiradas dos manuais do DNIT.

Tabela 1 – Relação entre o perfil do terreno, rampa máxima e classe da rodovia.

Perfil do terreno atravessado	Rampa máxima do segmento (r máx)	
	Classe I (VMDa \geq 1400)	Classe II (VMDa $<$ 1400)
Plano	r máx \leq 3,0%	r máx \leq 3,0%
Ondulado	3,0% $>$ r máx \leq 4,5%	3,0% $>$ r máx \leq 5,0%
Montanhoso	r máx $>$ 4,5%	r máx $>$ 5,0%

Fonte: BR-legal, 2013.

A alteração de classe da rodovia de forma abrupta, em um segmento específico, por necessidade imperativa de seguir o traçado, que contemple esses pontos obrigatórios, pode gerar situações de risco aos condutores, por exemplo, devido ao surgimento de uma curva acentuada, em um segmento que apresenta curvas suaves ou até mesmo uma alteração de rampa máxima, após um segmento com rampas suaves.

As informações constantes na Tabela 1 ajudam no entendimento da situação de risco e para auxiliar a analogia com as características das curvas, como se pode observar à Tabela 2.

Tabela 2 Correlação entre o tipo de curva, raio, ângulo central e velocidade máxima de condução.

Tipo	Raio da curva (R)	Ângulo central (α)	Velocidade
Curva	$60\text{m} \leq R < 120\text{m}$	$30^\circ \leq \alpha < 45^\circ$	$V \leq 60 \text{ km/h}$
	$120\text{m} \leq R < 450\text{m}$	$\alpha \leq 45^\circ$	$80 \text{ km/h} \leq V \leq 110$
Curva acentuada	$R \leq 60\text{m}$	$\alpha > 30^\circ$	$V \leq 45 \text{ km/h}$
	$60\text{m} < R \leq 120\text{m}$	$\alpha \geq 45^\circ$	$45 \text{ km/h} \leq V \leq 60 \text{ km/h}$

Fonte: BR-legal, 2013.

A correlação entre o tipo de curva, raio, ângulo central e velocidade máxima de condução, mostrada na Tabela 2, faz parte do Programa BR-Legal, com informações oriundas do manual de projetos geométricos, visando caracterizar as curvas acentuadas e as demais curvas.

Na fase de elaboração de projetos, os elementos geométricos da rodovia são decompostos em planta, em perfil e em seção transversal. Quando a rodovia é aberta ao tráfego, estes elementos atuam de forma combinada sobre os usuários, sujeitando-os a esforços e desconfortos dinâmicos, que podem afetar a fluidez do tráfego, as condições de segurança e a qualidade do projeto (LEE, 2015).

A continuidade espacial através dos elementos planimétricos e altimétricos, resulta nas condições de fluência ótica e de dinâmica de movimento, que o traçado imporá aos usuários. No entanto, quando não é possível são os chamados defeitos óticos espaciais, que resultam da combinação (da superposição) dos elementos em planta e em perfil.

3. MATERIAIS E MÉTODO

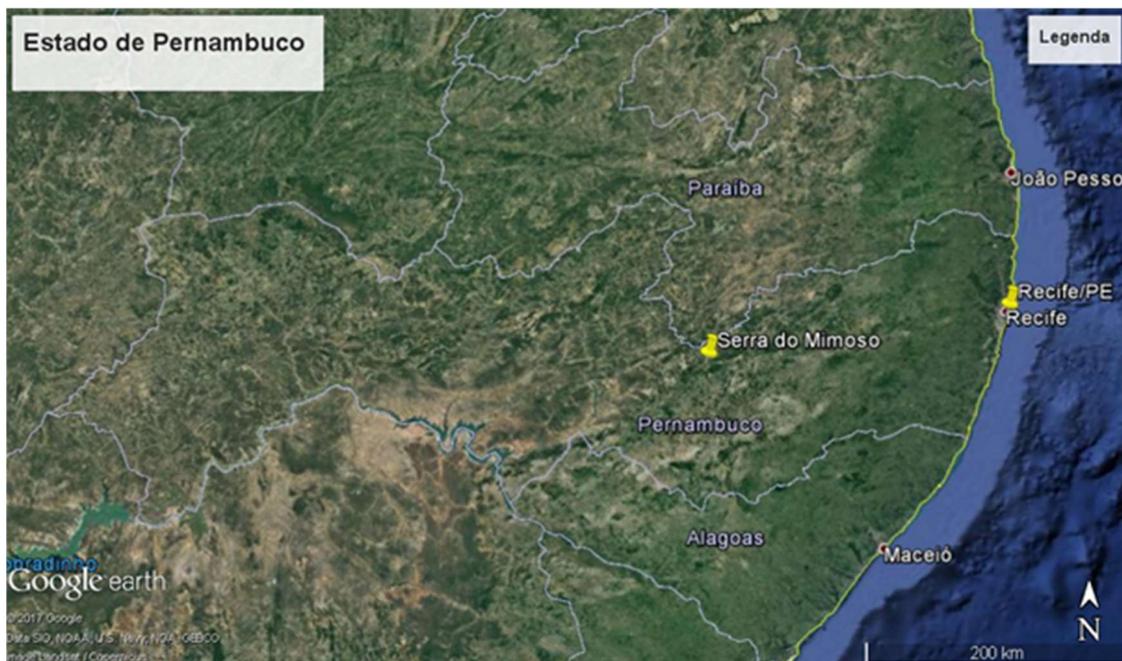
Neste capítulo são apresentados os materiais e método adotado no estudo, bem como a área de estudo.

3.1. Área de estudo

O local do estudo de caso é a localidade denominada Serra do Mimoso, que situado entre o km 235 e km 239 da Rodovia BR-232/PE. A região apresenta características de relevo montanhoso, cujo trecho está inserido entre duas regiões onduladas, com tendência a plana.

Objetivando o conhecimento visual da área ilustrada na Figura 13, com a imagem de satélite da região, situando a área de estudo, em relação ao Estado de Pernambuco e referenciando à Cidade do Recife/PE (Capital do Estado), distando 235 quilômetros da mesma.

Figura 13. Serra do Mimoso localizada no Estado de Pernambuco.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Para visualizar a geometria do segmento do estudo, a Figura 14 demonstra a sinuosidade do trecho, através de uma imagem de satélite (*Google Earth*, 2017), onde se observa a presença de curva acentuada, no ponto considerado como o início da serra, uma vez que o sentido crescente da rodovia é da esquerda para a direita, local que representa risco aos condutores no sentido decrescente, em virtude da rampa acentuada do local.

Figura 14. Vista Aérea da Serra do Mimoso.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Na Figura 15 apresenta-se o detalhe da curva acentuada, por meio da qual se observa a existência das curvas horizontais reversas e em virtude do relevo, conforma-se a superposição das curvas horizontais com as curvas verticais, o que pode resultar em um segmento propício a concentração de acidentes, caso não haja o respeito à velocidade condizente com tal geometria.

Figura 15. Detalhe curva acentuada.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

A Figura 16 ilustra, em perspectiva aérea, o desenvolvimento da curva acentuada, mencionada nos parágrafos anteriores.

Figura 16. Perspectiva da curva acentuada.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Outra curva pode ser observada delimitando o segmento em questão, curva essa que se demonstra mais alongada que a do início do aclave, posicionando-se no fim do aclave, conhecido na região como a subida da Serra do Mimoso. Nesta curva se localiza o início da descida, considerando o sentido decrescente da rodovia.

Em função da geometria da curva mencionada anteriormente, aliada a existência de curvas reversas com raios maiores, entre as curvas dos extremos do segmento em estudo, tal situação pode passar a falsa impressão, ao condutor desavisado, que o segmento não necessitaria de atenção, pois apenas no desenvolvimento do segmento é que se percebe a descida da serra e alguns pontos apresentam visibilidade reduzida, em função da geometria local. A Figura 17 mostra a curva, propiciando a percepção espacial, das características descritas.

O perfil do segmento rodoviário, obtido através do *Google Earth*, observado através da Figura 18, demonstra dessa forma a ordem de grandeza do perfil da rodovia, no trecho em estudo, cuja rampa máxima do segmento é da ordem de 14,2%.

Figura 17. Curva do fim do aclave acentuado.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Figura 18. Perfil da Serra do Mimoso.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

3.2. Materiais e Método

O método está organizado nas seguintes Etapas:

- Levantamento das condições e coleta de dados (rampas, curvas, sinalização existente);
- Análise e conformação dos dados;
- Propostas de mitigação.

Etapa 1 – Levantamento e coleta de dados

Condições atuais da rodovia

Para materialização do estudo, primeiramente foi executado o levantamento das condições anteriores do segmento, ou seja, a condição atual do trecho em estudo. A partir deste levantamento, foi observado que, mesmo com a existência de defensas metálicas, sinalização horizontal de proibição de ultrapassagem, ou seja, linhas contínuas na cor amarela e sinalização vertical de proibição de ultrapassagem, ocorriam ainda vários acidentes. Estes acidentes ocorreram com uma grande quantidade de óbitos, por consequência do relevo montanhoso e da presença de um vale, no local onde está inserida a superposição de curvas horizontais reversas, com curvas verticais.

A partir dessa análise inicial, a empresa responsável pelo projeto do Programa BR-Legal, em conjunto com o fiscal do contrato, decidiu-se utilizar materiais com melhor desempenho, ou seja, maior retrorrefletância. O objetivo foi a elaboração de um projeto de sinalização ostensiva, com materiais diferentes e complementares em relação aos demais segmentos do mesmo projeto, regulamentando a velocidade, através de placas R-19 (50) e pictogramas em laminado elastoplástico pré-formado, da placa anterior, aplicados sobre o pavimento, que é em CBUQ. Também foi contemplada a aplicação de laminado elastoplástico, com o dizer “DEVAGAR”.

As placas de proibição de ultrapassagem foram repostas, também foram substituídas as defensas metálicas semi-maleáveis, com sinalizadores e melhorada a ancoragem. As películas tanto das placas quanto dos sinalizadores das defensas metálicas são do tipo “X”, ou seja, lima-limão, conforme normas vigentes e diretrizes estabelecidas no Programa BR-Legal, pois

apresentam maior retrorrefletância, com resposta a uma maior distância. Esses produtos têm sido recomendados para aplicação em zonas com presença de neblina.

Em virtude da restrição orçamentária em razão da crise pela qual o país está passando, a instalação da sinalização e dispositivos de segurança, está sendo realizada em etapas. Em virtude disto a análise dos acidentes será atrelada às datas de aplicação de cada etapa.

Pôde-se verificar que estas medidas estão gerando efeito positivo na redução de acidentes ou até mesmo a mitigação da gravidade, nos que por ventura tenham acontecido, durante o período das implantações.

Possivelmente o resultado melhor só será alcançado após a implantação de toda a sinalização e dispositivos de segurança, projetados, fato que também será analisado neste trabalho.

A rodovia no segmento em estudo é caracterizada como Classe II, pois segundo os critérios do DNIT, em função de possuir curvas horizontais com raios entre 150m e 350m, rampa máxima de 14,1%, em um trecho, sendo desejável em torno dos 7%, porém em alguns locais não foi possível, em virtude do relevo da região e velocidade diretriz 50 km/h.

Os dados de acidente de trânsito no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) são processados a partir das informações prestadas pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal (PRF), obtidos a partir das ocorrências nas rodovias federais, sob responsabilidade do DNIT. Os referidos dados são processados e enviados à Coordenação-Geral de Operações Rodoviárias (CGPERT/DNIT), pela PRF, para análise e associação à rodovia, atrelando ao volume de tráfego e aos tipos de veículos. (Brasil, CGPERT/DNIT, 2013).

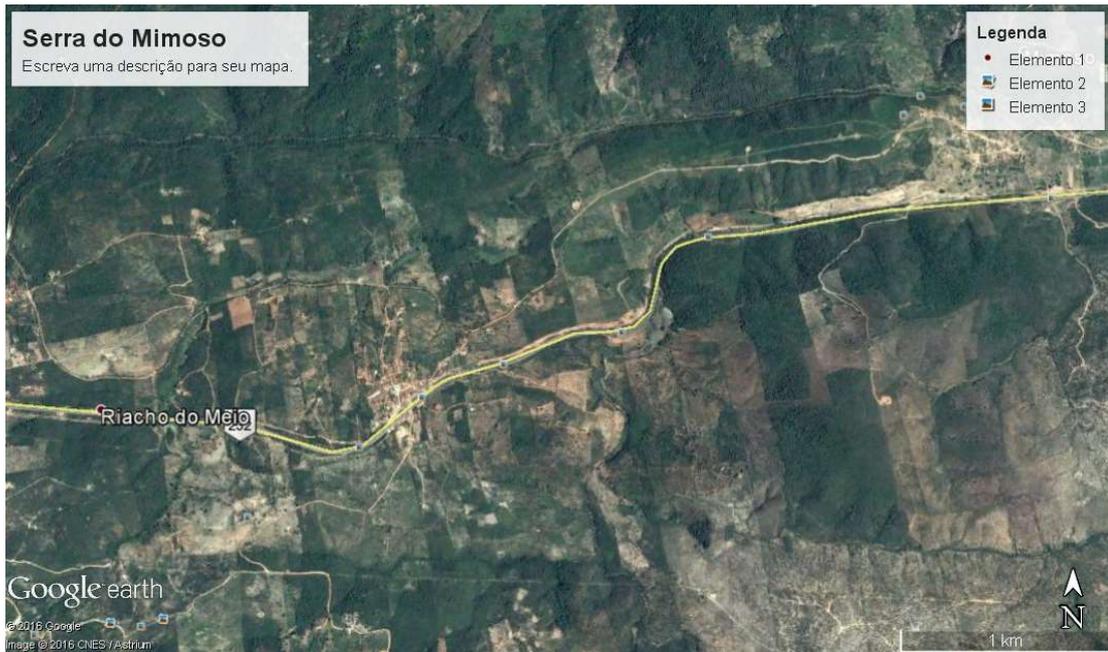
Para a análise do estudo de caso em desenvolvimento, a quantidade e a gravidade dos acidentes serão considerados como o foco principal.

Etapa 2 – Análise e conformação dos dados

Com a finalidade de subsidiar o estudo de caso proposto, são apresentados dados de acidentes e características de 3 (três) localidades, que apresentam alteração abrupta de relevo, inclusive com alterações de raio de curva e rampas máximas, como mostram as Figura 19 a 21.

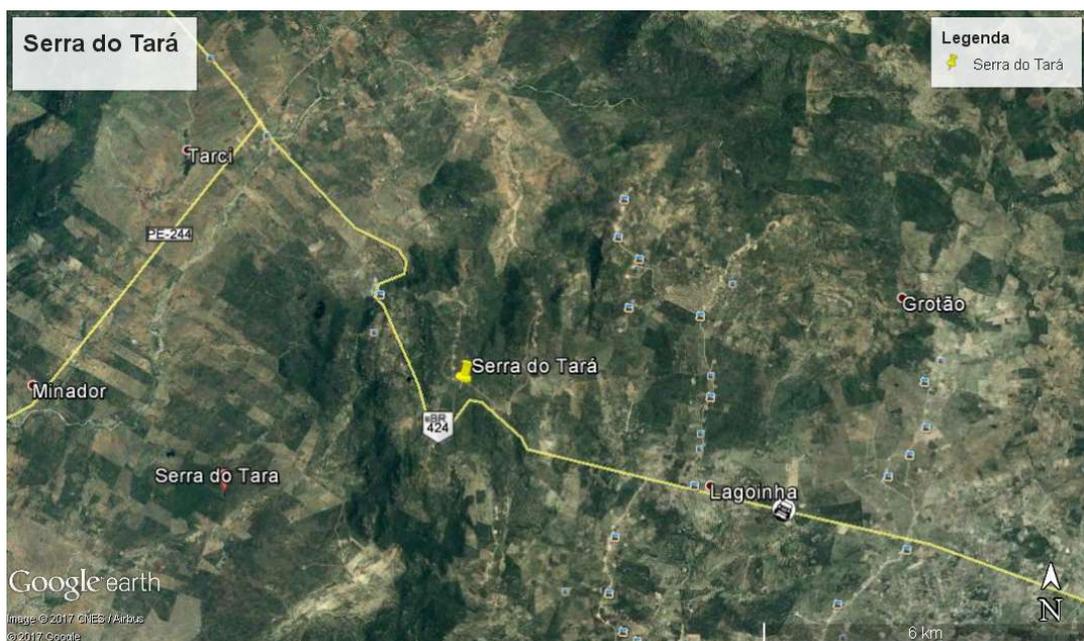
A Serra do Mimoso, que segue como objeto de estudo de caso, no desenvolvimento do trabalho em tela, a Serra do Tará localizada entre o km 44,8 e o km 52,8 da Rodovia BR-424/PE e a Serra da Russa, que diferente das demais, possui pista dupla, seguindo por geometrias diferentes, porém o segmento decrescente é que preserva as características de mudança abrupta, entre o km 76 e o km 69 da Rodovia BR-232/PE. O detalhamento se observa nas Tabelas 3 e 4.

Figura 19. Serra do Mimoso.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Figura 20. Serra do Tará.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Figura 21. Serra da Russa.



Fonte: *Google Earth*, 2017.

Tabela 3 – Características das três regiões, com mudança abrupta de relevo.

Rodovia	BR-232/PE (Serra do Mimoso)	BR-424/PE (Serra do Tará)	BR-232/PE (Serra da Russa)
km inicial	km 235	km 44,8	km 76
km final	km 239	km 52,8	km 69
Desnível	119m	361m	308m
Extensão	4 km	8 km	7 km

Fonte: *Google Earth*, 2017.

As três regiões apresentam uma característica de desnível da ordem de pouco mais de 100 m em 4 km de extensão. Neste trecho se desenvolvem com segmentos sinuosos, em regiões montanhosas, ou seja, presença de curvas reversas, que aliado à distância de visibilidade reduzida, aumenta o risco de acidentes, em especial quando combinadas com velocidades de condução, em desacordo com a geometria de cada local.

Tabela 4 – Caracterização de acidentes em três regiões, com mudança abrupta de relevo.

Rodovia	BR-232/PE (Serra do Mimoso)	BR-424/PE (Serra do Tará)	BR-232/PE (Serra da Russa)
Acidentes			
Ano 2013	10	5	64
Ano 2014	7	4	65
Ano 2015	7	2	40
Ano 2016	7	6	32
Feridos			
Ano 2013	13	5	44
Ano 2014	13	12	37
Ano 2015	6	3	26
Ano 2016	7	14	21
Mortos			
Ano 2013	3	2	2
Ano 2014	0	0	0
Ano 2015	1	0	1
Ano 2016	2	1	1

Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Para a Serra do Mimoso tem-se que os acidentes reduziram do ano de 2013 para o ano de 2014, mantendo os números nos anos de 2015 e 2016, porém o número de feridos diminuiu e em média a severidade reduziu, analisando dados diretos de 2013 e 2016, da ordem de 30%, uma vez que o número de mortos diminuiu. Houve redução para zero no ano de 2014, ocorrendo uma morte em 2015 e duas mortes em 2016.

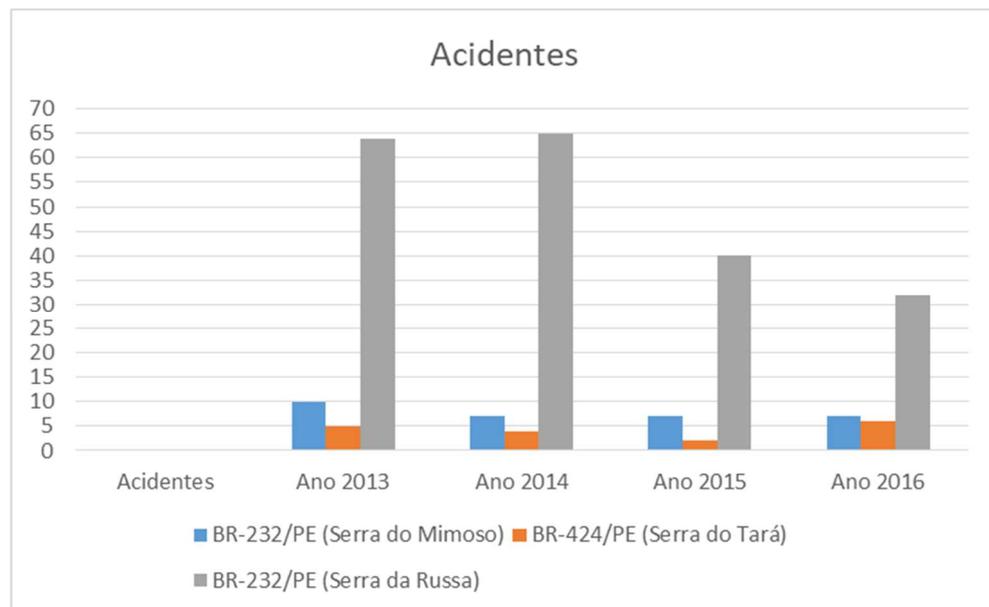
Para a Serra do Tará o que se observa é uma manutenção em média, do número de acidentes, com certa redução de severidade, mesmo havendo aumento do número de envolvidos.

Com relação a Serra da Russa se verifica um número elevado de acidentes e de envolvidos por ano, se comparado com as duas outras serras, conforme os dados presentes na Tabela 4, mas de certa forma a severidade também reduziu.

Através dos dados coletados no SIOR/DNIT e apresentados na Tabela 4, foi possível verificar o alto índice de acidentes, pessoas envolvidas e mortos, nos trechos que de certa forma reúnem características parecidas, quanto a mudança abrupta de relevo. Presença de curvas reversas com raios mais reduzidos, que as curvas antecessoras, atrelados a redução de visibilidade por causa da geometria viária e relevo, propiciam na redução de segurança viária e a ocorrência de acidentes.

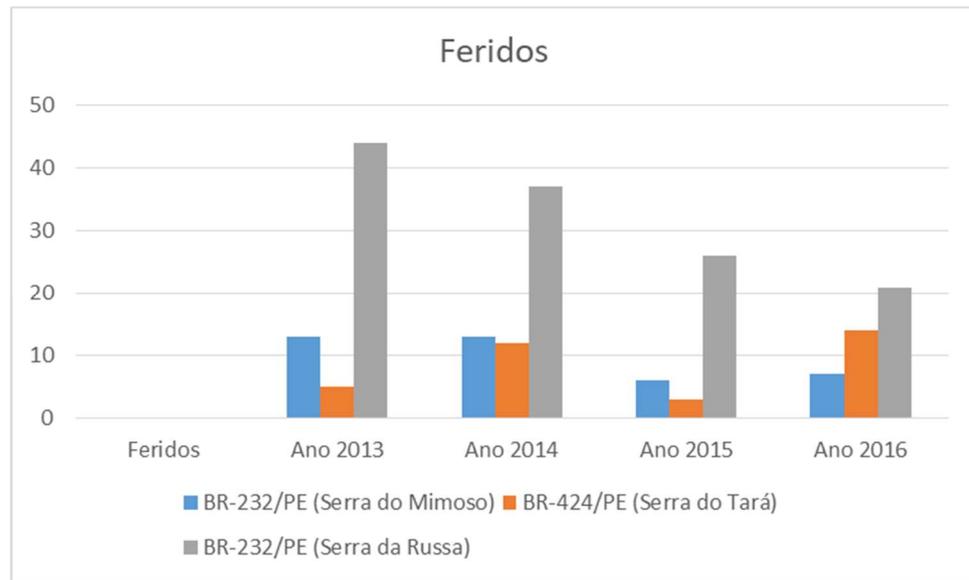
As Figuras 22, 23 e 24, apresentam a evolução dos dados de redução dos acidentes, da quantidade de envolvidos e da gravidade.

Figura 22. Dados de acidentes em três regiões, com mudança abrupta de relevo.



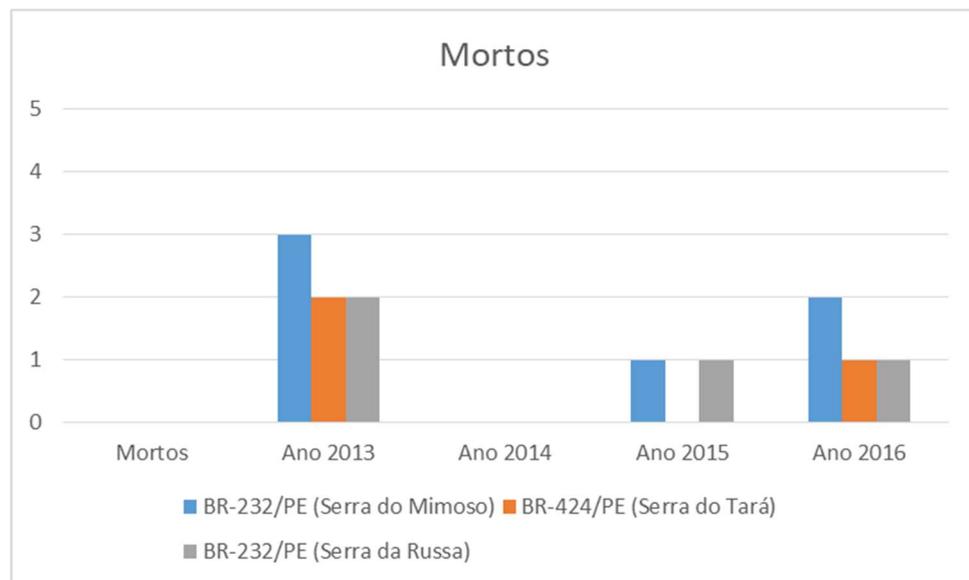
Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Figura 23. Dados dos feridos em acidentes nas três regiões, com mudança abrupta de relevo.



Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Figura 24. Dados de mortos em acidentes nas três regiões, com mudança abrupta de relevo.



Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Na Serra do Tará também foi projetada a sinalização através do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária (BR-Legal/DNIT), porém as implantações ainda estão planejadas, ou seja, sem grandes intervenções no momento (ano 2017).

Com relação a Serra da Russa, foram implantados Redutores Eletrônicos de Velocidade do tipo Bandeira, antecedendo os declives mais acentuados, que também antecedem as curvas mais acentuadas.

A sinalização anterior, na Serra do Mimoso, era composta por defensas metálicas na área externa do acostamento, a margem do abismo, sinalização horizontal com eixo contínuo duplo, para proibição de ultrapassagem, sinalização vertical com advertência de declive acentuado e tachões no eixo entre as pistas de rolamento de sentidos opostos.

Etapa 3 – Propostas de mitigação

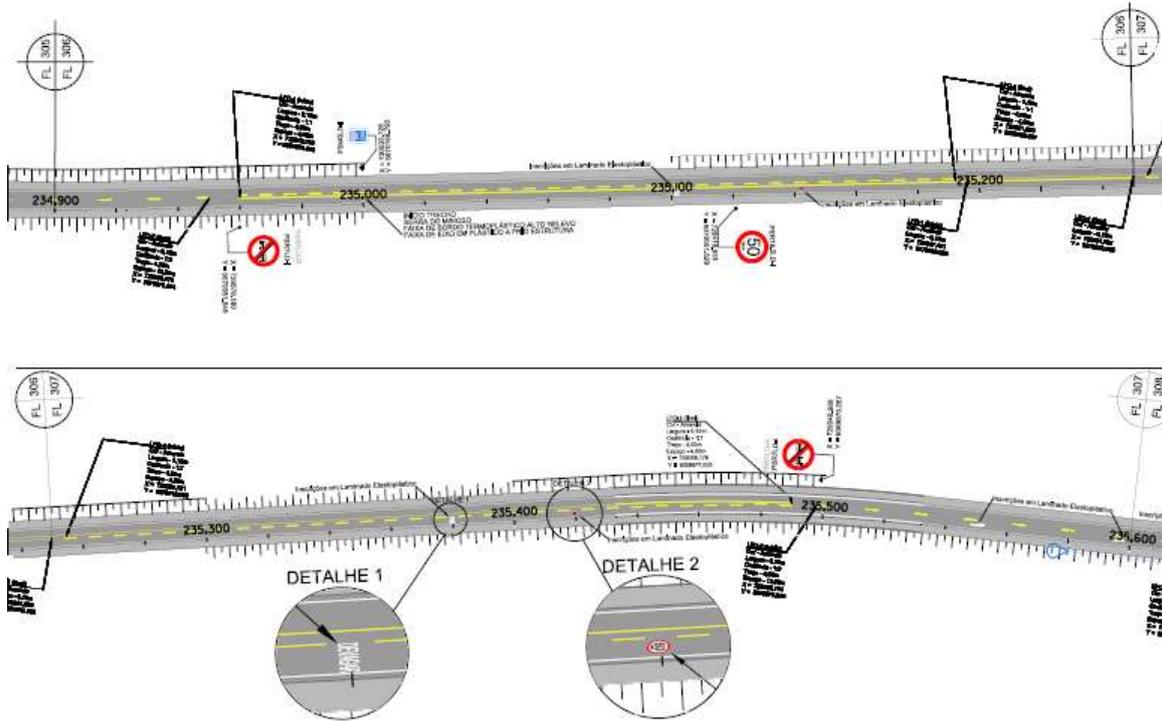
O estudo de caso foi realizado na Rodovia BR-232/PE, segmento entre os quilômetros 235 e 239, local denominado Serra do Mimoso. A sinalização e os dispositivos de segurança projetados, através das diretrizes do Programa BR-Legal, compreenderam a aplicação de película tipo “X”, para a sinalização vertical, defensas metálicas semi-maleáveis com faixa refletiva, ao longo de sua extensão e ainda refletivos na cor lima-limão, em película refletiva tipo “X”, nos postes das defensas.

Para sinalização horizontal, foi proposto pintura de eixo com 15 cm de largura, em metilmetracrilato estrutura, dupla faixa contínua em todo o segmento, com cadência das tachas metálicas a cada 8 m. A pintura dos bordos em termoplástico alto-relevo e aplicação de pictogramas e legendas, para redução de velocidade, em laminado elastoplástico pré-formado, com a regulamentação de velocidade a 50 km/h e com os dizeres “DEVAGAR”, além de setas direcionais na terceira faixa, do sentido ascendente.

O estudo propõe uma alteração do tipo de sinalização empregada, tecnicamente viável, com o emprego de técnicas disponíveis, mas de forma eficaz e ostensiva.

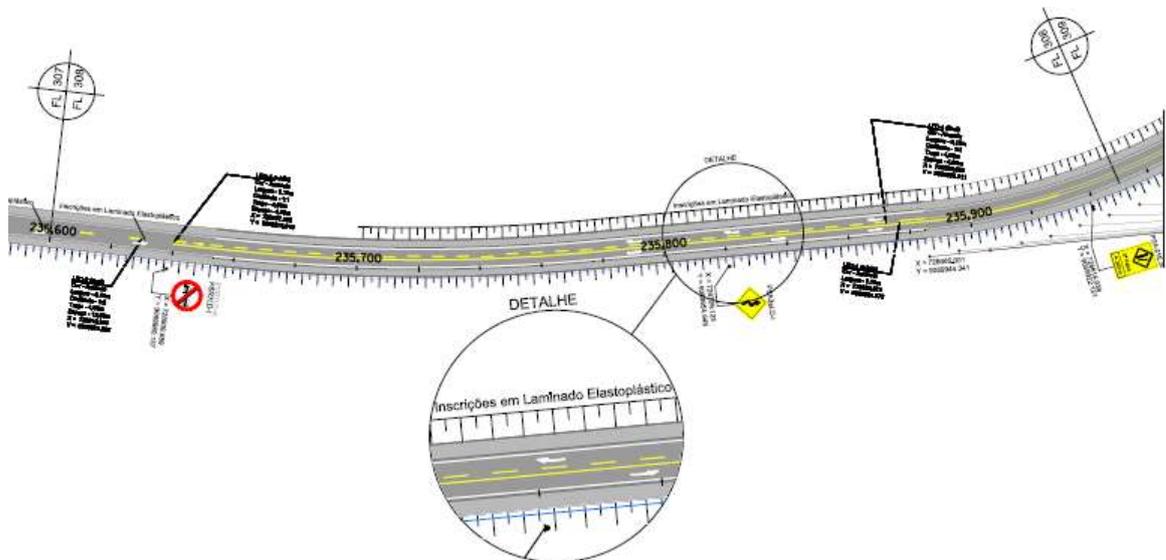
A sinalização projetada para o trecho, visando à mitigação dos acidentes, no segmento em estudo, pode ser observada através das Figuras 22 a 31, que demonstram as seções de projeto (pranchas) integrantes do projeto executivo aprovado.

Figura 25. Sinalização projetada - km 235 ao km 235,6.



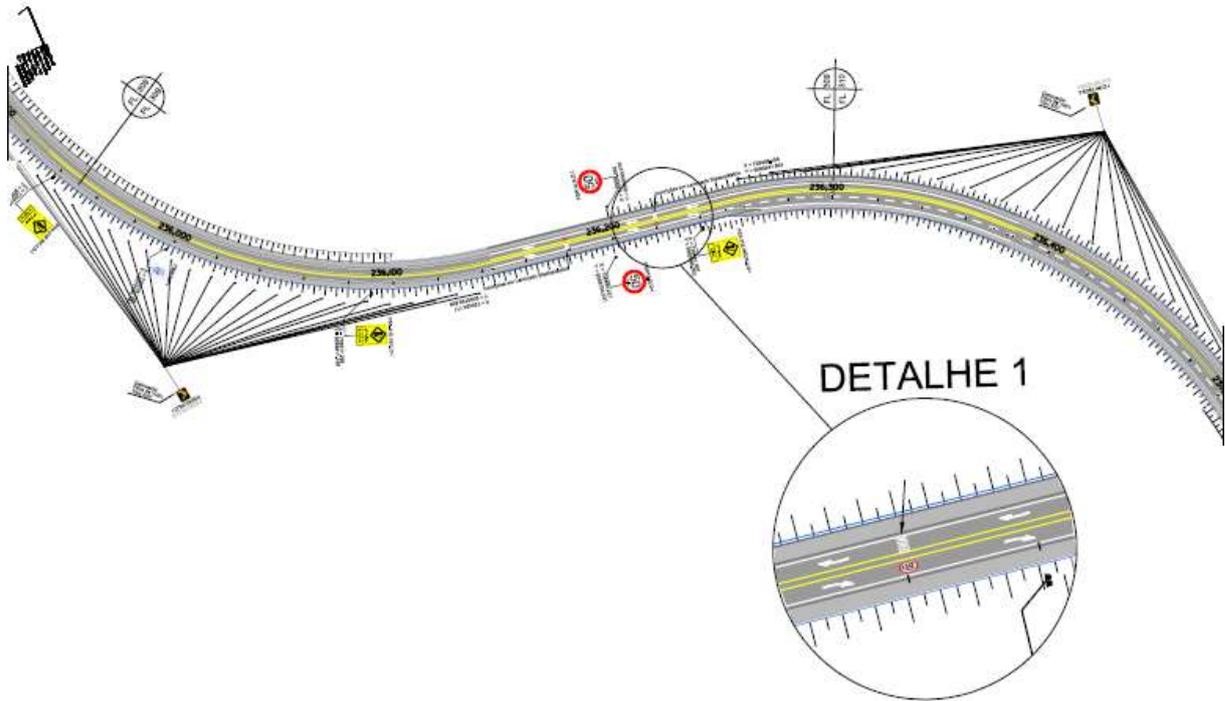
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 26. Sinalização projetada - km 235,6 ao km 235,9.



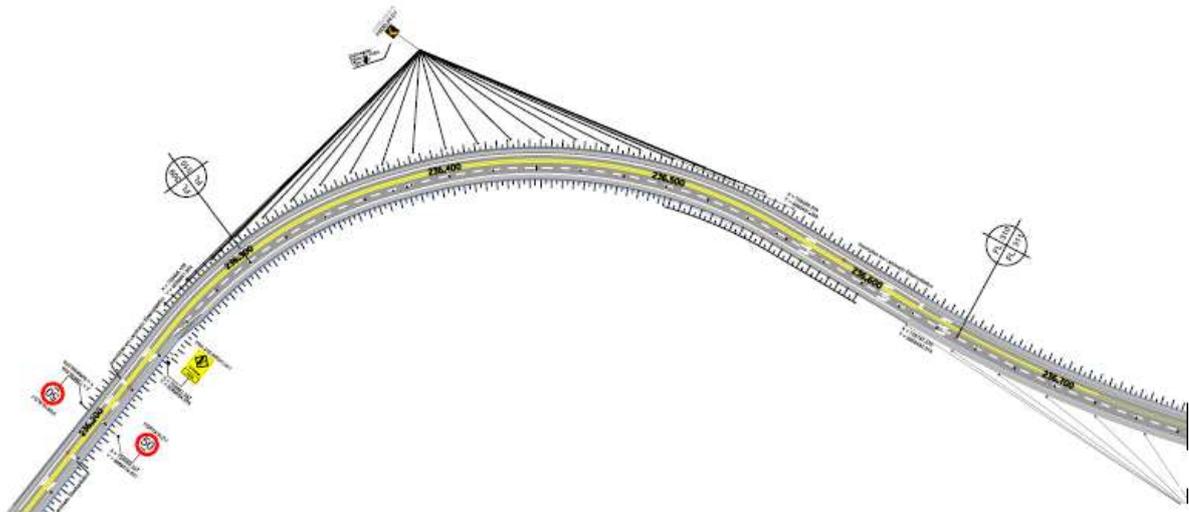
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 27. Sinalização projetada - km 235,9 ao km 236,4.



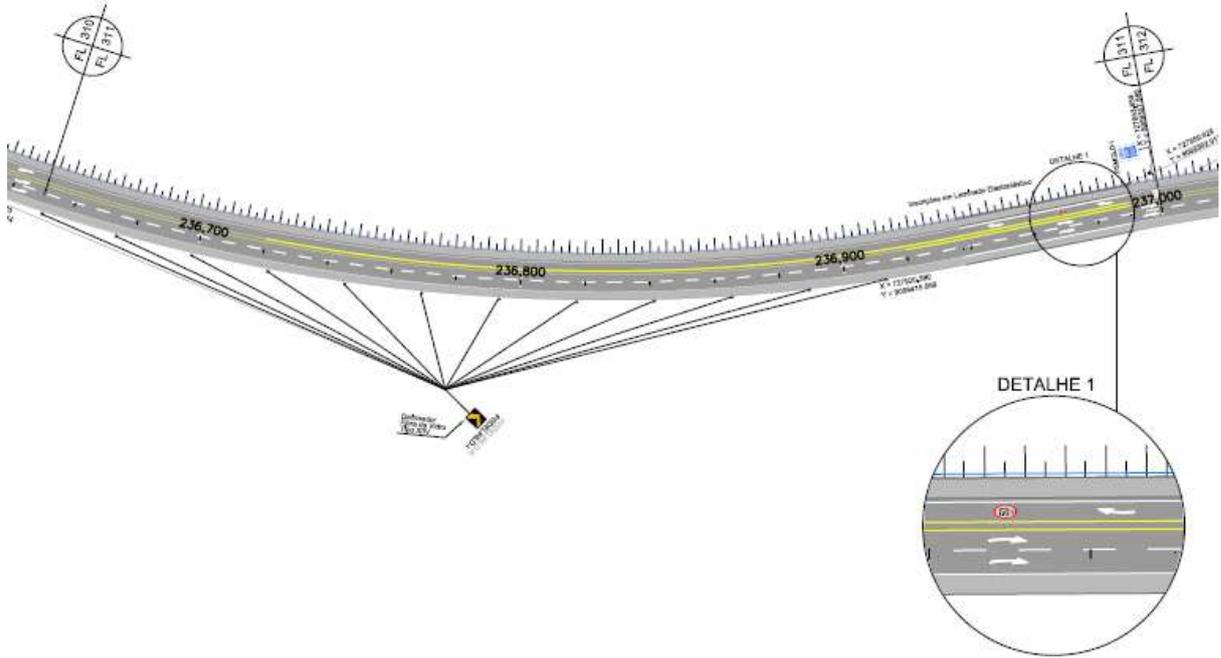
Fonte: *BR-Legal/DNIT/PE*, 2017.

Figura 28. Sinalização projetada - km 236,4 ao km 236,7.



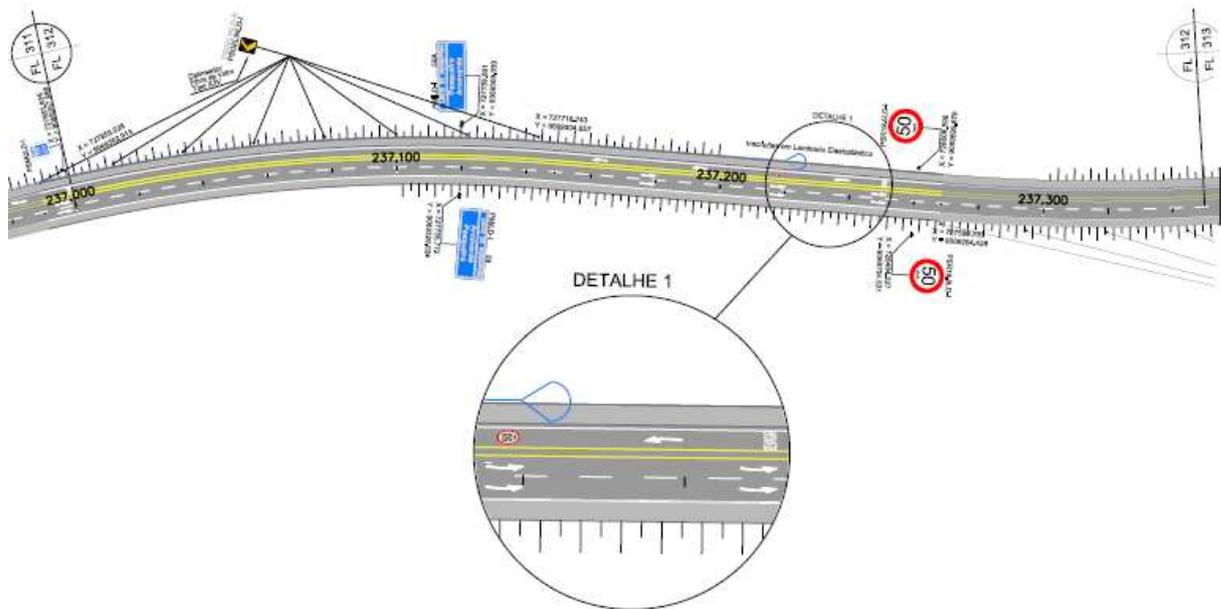
Fonte: *BR-Legal/DNIT/PE*, 2017.

Figura 29. Sinalização projetada - km 236,7 ao km 237,0.



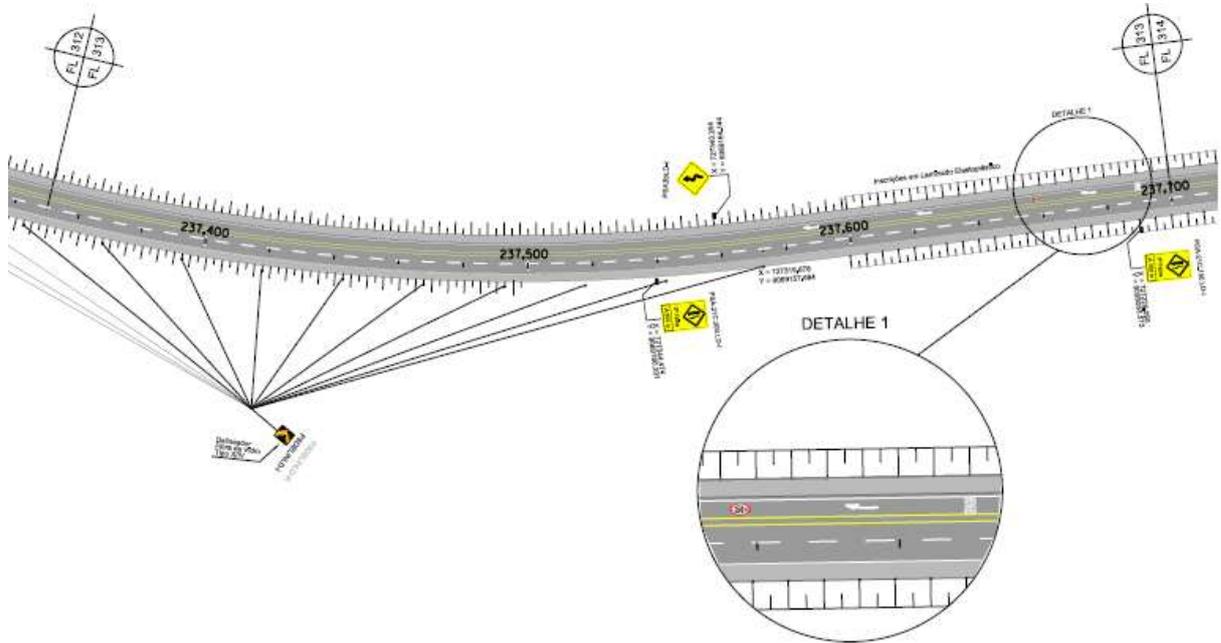
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 30. Sinalização projetada - km 237,0 ao km 237,3.



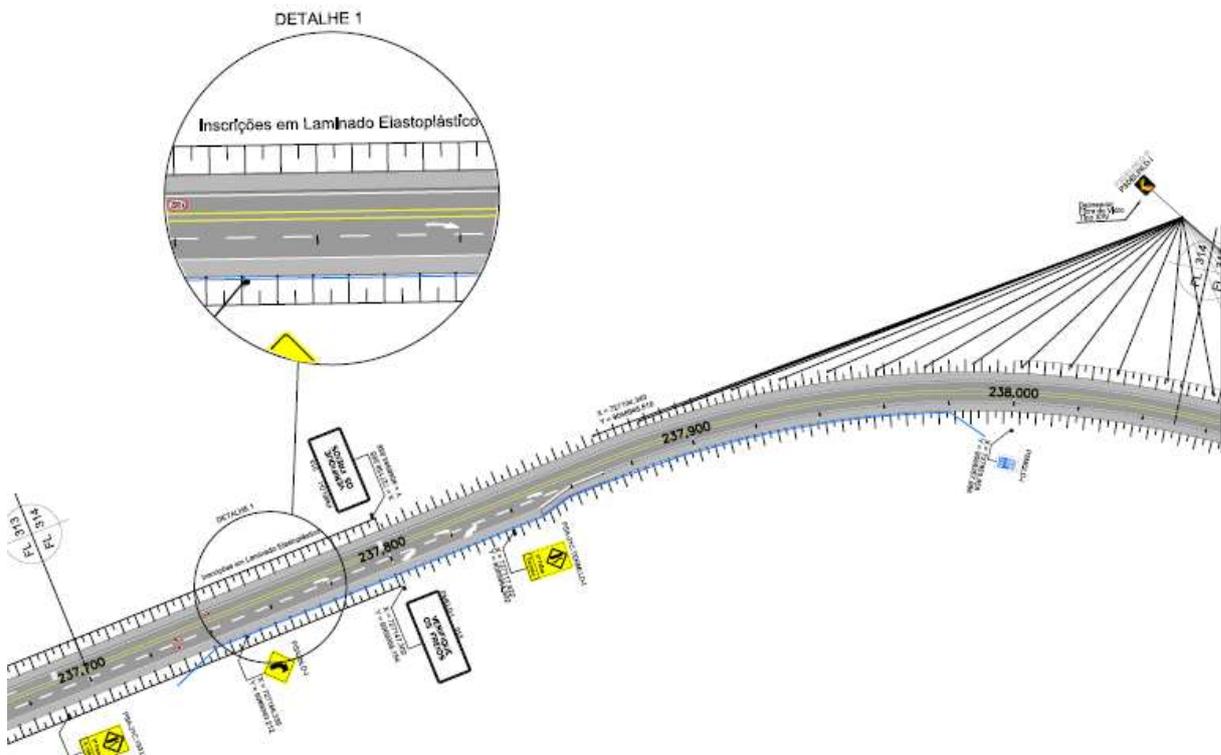
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 31. Sinalização projetada - km 237,3 ao km 237,7.



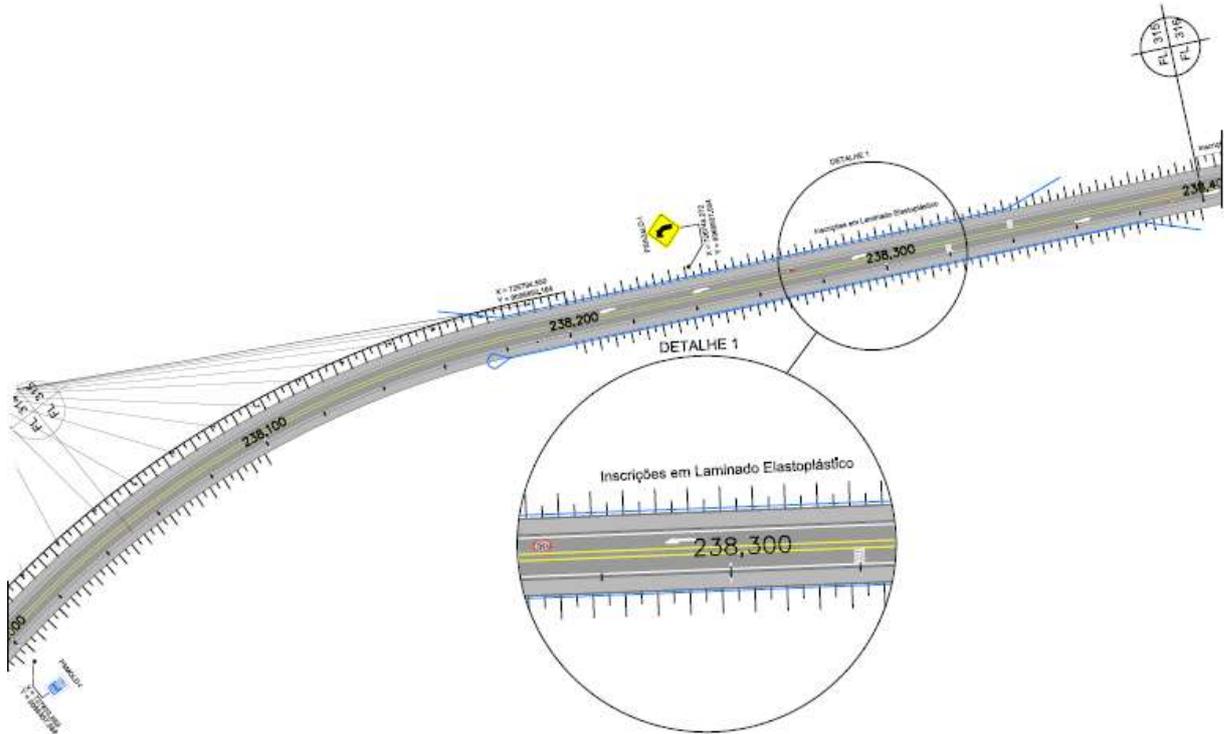
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 32. Sinalização projetada - km 237,7 ao km 238,0.



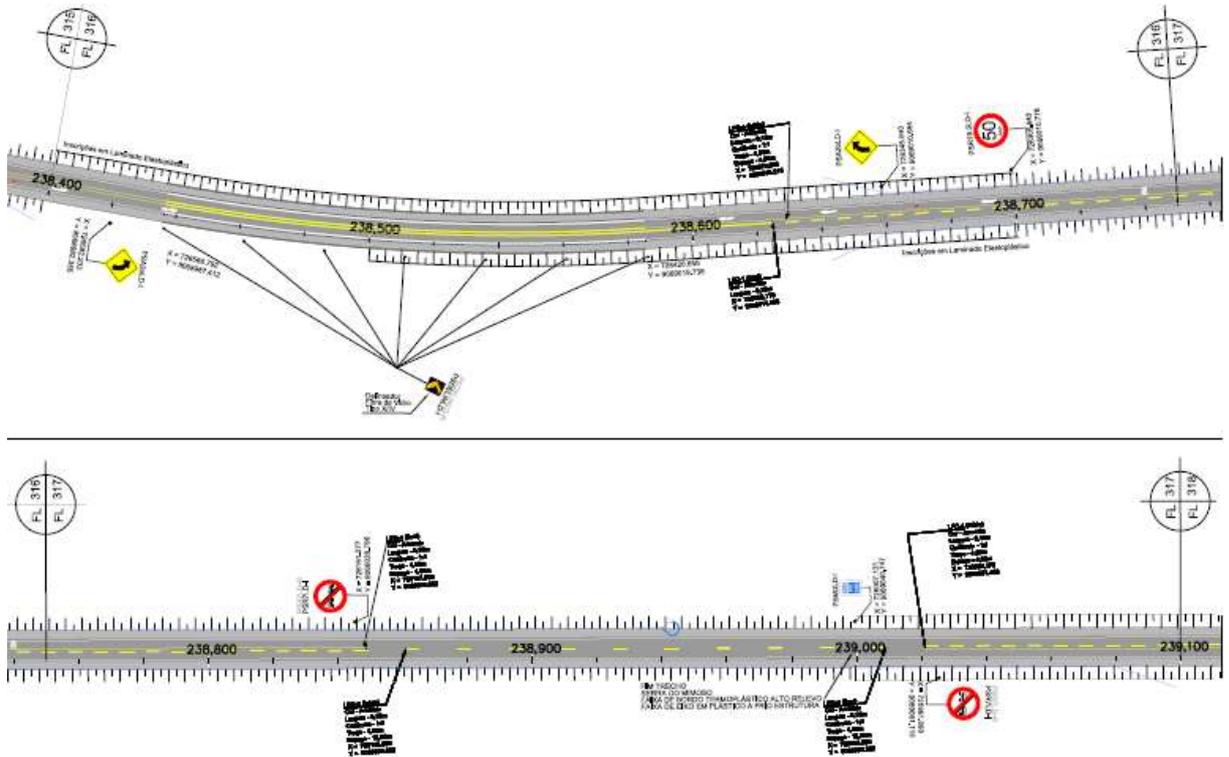
Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

Figura 33. Sinalização projetada - km 238,0 ao km 238,4.



Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

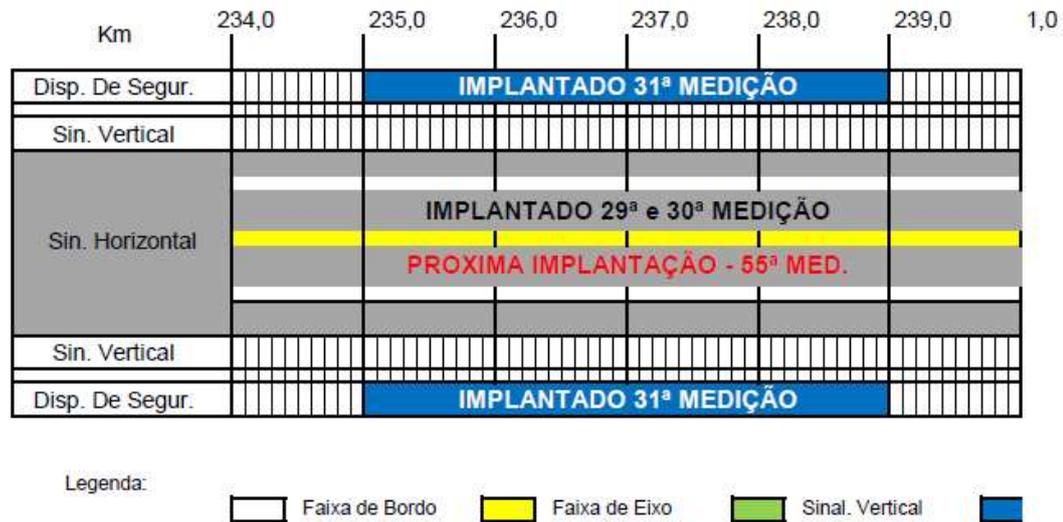
Figura 34. Sinalização projetada - km 238,4 ao km 239,1.



Fonte: BR-Legal/DNIT/PE, 2017.

A cronologia das implantações pode ser observada através da Figura 32, onde se demonstra o diagrama unifilar, da execução da sinalização na Serra do Mimoso, com os períodos de aplicação das soluções de projeto.

Figura 35: Diagrama unifilar de execução da sinalização na Serra do Mimoso.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE*, 2017.

Para esclarecimento e temporização das etapas de execução dos serviços tem-se o seguinte:

- 29ª Medição – é referente aos serviços executados em dezembro/2015;
- 30ª Medição – é referente aos serviços executados em janeiro/2016;
- 31ª Medição – é referente aos serviços executados em fevereiro/2016;
- 55ª Medição – previsão de serviços para fevereiro/18 (repintura); e,
- A sinalização vertical está planejada, porém dependendo da disponibilidade financeira, para posterior implantação.

Observa-se que foram implantadas as seguintes soluções de material, na sinalização ostensiva:

- Sinalização horizontal de bordos em termoplástico alto-relevo;
- Sinalização horizontal de eixo em metil-metacrilato estrutura;

- Sinalização horizontal com tachas tipo III metálica;
- Sinalização horizontal com pictogramas e legendas, para redução de velocidade, em laminado elastoplástico pré-formado;
- Dispositivos de segurança, defesa metálica, com faixa refletiva ao longo de sua extensão e ainda refletivos na cor lima-limão em película refletiva tipo “X”, nos postes das mesmas.

A aplicação das soluções de projeto ocorreu em etapas, equacionada em função da restrição orçamentária, pela qual o País tem passado e que infelizmente atingiu o período no qual estava programada, a implantação de toda a sinalização projetada.

A utilização de película tipo “X” (lima-limão), conforme NBR 14644, na sinalização vertical e refletiva das defensas metálicas semi-maleáveis, em toda sua extensão e a cada 8m nos postes, foi pensada em virtude de possuir maior retrorrefletância, conseguindo dessa forma resposta ao estímulo luminoso, a uma distância maior.

Termoplástico em alto relevo nos bordos, além ser um material com durabilidade maior que a pintura a base d’água, por se tratar de material com alto relevo, no momento em que os pneus dos veículos, passam por cima da sinalização, causam um efeito de sonorizador, com leve trepidação e surgimento de som característico, que alerta o condutor induzindo-o a retornar ao traçado original da pista de rolamento.

Metil-metacrilato estrutura, aplicação proposta por possuir propriedades parecidas com as do termoplástico, em termos de durabilidade e alerta aos condutores desavisados, que ao transitarem por sobre tal sinalização, são advertidos com o efeito parecido ao de sonorizador. Podemos acrescentar o ganho de segurança no período chuvoso como critério para a escolha de aplicação no eixo, pois continua refletindo, inclusive sob neblina.

A aplicação de tachas bidirecionais refletivas metálicas tipo III foi optada, por possuírem maior durabilidade, com relação à abrasão e menor quebra por passagem dos veículos. Também possui maior retrorrefletância, em comparação com os displays dos outros tipos de tachas.

Redução na cadência das tachas de 1 a cada 16m, para 1 a cada 8m, no eixo e no bordo, aplicada em todo o segmento entre o km 235 e o km 239, em virtude da sinuosidade do segmento.

A implantação das setas direcionais nas curvas e na saída da terceira faixa, aliadas a implantação dos pictogramas com a placa R-19 (50), em laminado elastoplástico pré-formado, aplicado sobre o revestimento do pavimento em concreto asfáltico (CA ou CBUQ), visa induzir a condução de maneira orientada e regulamentar a velocidade, reforçando a sinalização vertical. Aliado aos fatores mencionados anteriormente, tem-se durabilidade prolongada desse material, em relação à pintura manual, a base d'água ou de solvente.

A sinalização já implantada pode ser verificada nas Figuras 33 a 41.

Figura 36. Sinalização horizontal do bordo em termoplástico alto-relevo.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 37. Sinalização horizontal do eixo em metil-metacrilato estrutura e tacha metálica.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 38. Sinalização horizontal, pré-marcação para aplicação do laminado elastoplástico pré-formado.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE*, 2017.

Figura 39. Sinalização horizontal, laminado elastoplástico pré-formado, pictograma placa R-19 (50).



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 40. Sinalização horizontal, pré-marcação para aplicação do laminado elastoplástico pré-formado.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 41. Sinalização horizontal, laminado elastoplástico pré-formado, legenda “DEVAGAR”.



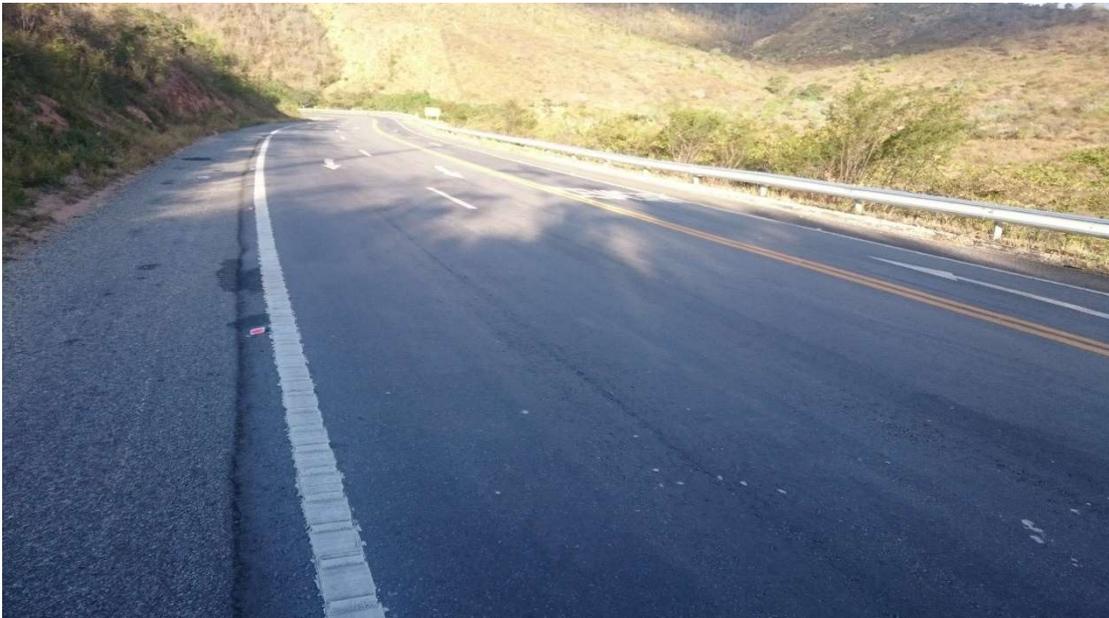
Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 42. Sinalização horizontal e defensas metálicas semi-maleáveis no sentido decrescente.



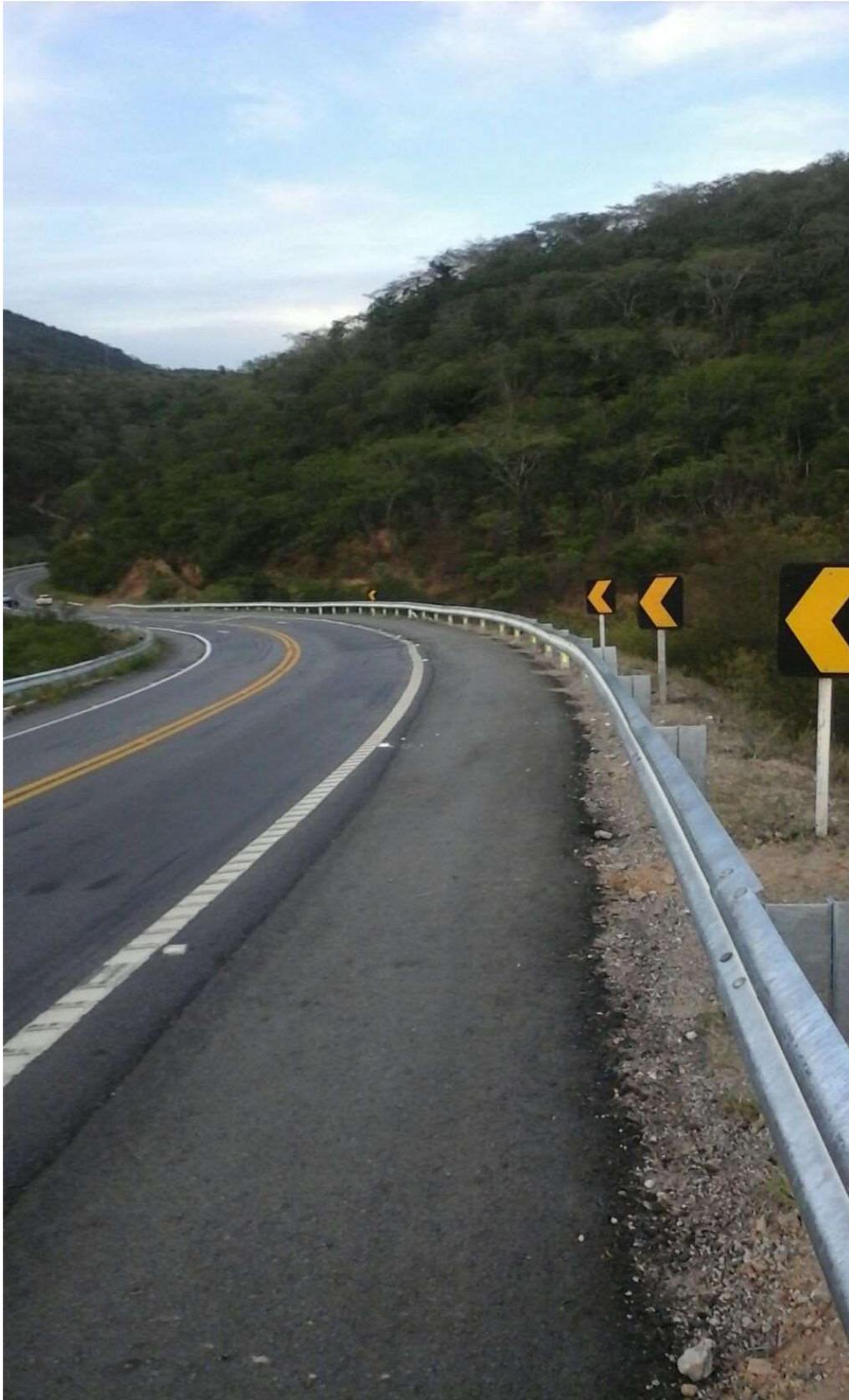
Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 43. Sinalização horizontal e defensas metálicas semi-maleáveis no sentido crescente, com visão decrescente.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

Figura 44. Novas defensas metálicas conforme projeto, com faixa refletiva.



Fonte: *Medições do BR-Legal/DNIT/PE, 2017.*

4. RESULTADOS

A implantação da sinalização diferenciada e ostensiva no trecho em estudo poderá induzir o condutor à cautela e conseqüentemente a redução de mortalidade, além da quantidade de acidentes, objetivando sempre minimizar a gravidade dos mesmos. A partir desse pressuposto, procedeu-se a análise dos resultados, em função das etapas de implantação da sinalização e dispositivos de segurança, conforme as Tabelas de 5 a 8.

Tabela 5 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2013.

PERÍODO DE LEVANTAMENTOS E PROJETOS (2013)	
Acidentes em 2013	10
Feridos em 2013	13
Mortos em 2013	3

Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Tabela 6 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2014.

PERÍODO DE MANUTENÇÃO DA SINALIZAÇÃO EXISTENTE (2014) (LIMPEZA DA SINALIZAÇÃO VERTICAL E SUBSTITUIÇÃO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL E DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA DANIFICADOS)	
Acidentes em 2014	7
Feridos em 2014	13
Mortos em 2014	0

Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

O ano de 2013 foi utilizado pelos projetistas para coleta de dados e projeto de todo o segmento do contrato, contemplando o segmento do estudo.

Dessa forma o ano de 2013 foi utilizado como início do período da análise temporal e de resultados, acerca da implantação da sinalização projetada.

Analisando os dados dos acidentes do segmento de estudo, entre o ano de 2013 e o de 2014, obtidos através do SIOR/DNIT e demonstrados nas Tabelas 5 e 6, pode-se observar a redução na quantidade de acidentes e na severidade, mesmo apenas tendo ocorrido à manutenção básica e substituição da sinalização danificada e existente a época, ou seja, além

da implantação da sinalização, que seja ostensiva ou não, se demonstra muito importante a necessidade de manutenção de toda a sinalização, para manutenção do desempenho necessário.

A implantação da sinalização horizontal, no segmento entre o km 235 e o km 239, contemplando a pintura de eixo em metil-metacrilato estrutura e pintura dos bordos em termoplástico alto-relevo, iniciaram-se em dezembro de 2015. Neste mês não houve a incidência de acidentes, mesmo sendo um período festivo e que em virtude do turismo, pode haver um tráfego sazonal, composto por pessoas que, em geral, não conhecerem a região, e que poderiam se envolver em acidentes.

Os dados dos acidentes ocorridos em 2015 podem ser verificados na Tabela 7, onde se demonstram os meses de ocorrência, o número de envolvidos, quantificando os feridos e os mortos.

Tabela 7 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2015.

PERÍODO DE MANUTENÇÃO DA SINALIZAÇÃO EXISTENTE E INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL EM DEZEMBO/15		
Acidentes em 2015	fevereiro	1
	março	2
	junho	1
	julho	1
	agosto	1
	outubro	1
	TOTAL	7
Feridos em 2015	fevereiro	1
	junho	1
	outubro	4
	TOTAL	6
Mortos em 2015	agosto	1
	TOTAL	1

Fonte: SIOR/DNIT, 2017.

Em janeiro de 2016 foi complementada a implantação da sinalização horizontal, contemplando as tachas bidirecionais metálicas, tipo III, inclusive iniciando a aplicação dos pictogramas da placa R-19 (50), setas direcionais e legendas com os dizeres “DEVAGAR”, em laminado elastoplástico pré-formado, sobre o pavimento com revestimento em CBUQ.

Em paralelo as defensas metálicas semi-maleáveis começaram a ser implantadas, com conclusão no mês de fevereiro/16.

As lâminas da defesa dupla onda são contempladas com pintura refletiva ao longo das mesmas e postes a cada 4m, com película tipo “X” como refletivo, nos postes a cada 8m, ou seja, poste sim e poste não, para melhor desempenho direcional durante a noite.

Através dos dados de acidente relatados nas Tabelas 7 e 8, por meio dos quais é possível analisar os acidentes entre os anos de 2015 e 2016, pode-se observar que o número de acidentes permaneceu, com menor número de usuários envolvidos, mas houve aumento de severidade, provavelmente por não ter havido a implantação de toda a sinalização ostensiva, projetada para o segmento.

Porém objetivando melhor analisar os resultados da implantação possível, para este estudo de caso até o momento (2017), pode-se analisar entre o ano de 2013 e o ano de 2016, através dos dados de acidentes das Tabelas 5 e 8, onde é verificada a redução do número de acidentes, em número absoluto, de 10 para 7, reduzindo o número de feridos de 13 para 7 e o número de mortos, passou de 3 para 2, o que representaria uma redução na severidade da ordem de 46% para o número de feridos e da ordem de 33%, para o número de mortos.

Após disponibilização financeira, para implantação de toda a sinalização vertical projetada, que apresenta película com alta retrorrefletância e disposição ostensiva, os resultados tenderão a ser menores e dessa forma a segurança viária, melhorada como um todo.

Mesmo não havendo redução significativa em números absolutos, para este o estudo de caso, as reduções são consideráveis percentualmente. Verifica-se que durante a implantação da sinalização horizontal e dos dispositivos de segurança, não houve redução dos acidentes, porém considerando desde o início dos estudos, de 2013 até 2016, a mitigação dos acidentes está ocorrendo.

Tabela 8 – Dados de acidentes na Serra do Mimoso em 2016.

PERÍODO COM IMPLANTAÇÃO DO RESTANTE DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL EM JANEIRO/16 E DEFENSAS METÁLICAS EM FEVEREIRO/16		
Acidentes em 2016	fevereiro	1
	abril	1
	maio	1
	julho	1
	agosto	1
	setembro	2
	TOTAL	7
Feridos em 2016	fevereiro	1
	abril	1
	julho	1
	setembro	4
	TOTAL	7
Mortos em 2016	julho	1
	setembro	1
	TOTAL	2

Fonte: *SIOR/DNIT*, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1. Considerações Finais

A utilização de materiais atuais, com melhor durabilidade e resultados de retrorrefletância mais elevados, que os convencionais, adequando a sinalização projetada às condições do trecho, com mudança abrupta de relevo, já garantem melhor tempo de atuação da sinalização e programando repinturas a cada 2 ou 3 anos, tem-se a continuidade da manutenção da sinalização tão necessária a segurança viária.

Ainda, a inclusão de equipamentos de controle de velocidade no segmento ou execução de sinalização horizontal com linhas de estímulo à redução da velocidade, se demonstraram interessantes em termo de proposta de sinalização, para este estudo de caso, porém objetivando não banalizar e de certa forma perder a função de alerta, os mesmos não foram considerados para esse momento.

Visando evoluir a análise de efetividade da sinalização empregada, para o segmento em estudo, com novos materiais e de maneira ostensiva, para novos trabalhos, podem-se observar os efeitos da sinalização vertical, trabalhando em conjunto com os equipamentos eletrônicos redutores de velocidade, que seja para esse segmento ou outro, em Rodovia Federal. Lembrando sempre que os costumes dos condutores, de cada região, também interferem nos resultados.

Após o estabelecimento do método, através desse estudo de caso, outras regiões com mudanças abruptas de relevo podem utilizar a implantação de sinalização ostensiva, conforme aqui apresentada. Uma vez que a segurança viária é um dos objetivos primordiais, para todos os gestores das rodovias.

5.2. Recomendações

Objetivando verificar a ação de mitigação dos acidentes, a partir da implantação de toda a sinalização projetada, o acompanhamento do trecho do estudo de caso deve ser mantido, por um período de pelo menos um ano.

Tendo como premissa a consolidação e eficácia, se demonstra necessário a implantação do método de sinalização ostensiva, desse estudo de caso, em outras regiões com características similares.

REFERÊNCIAS

1. ____ ABNT NBR 14.723:2013 – Sinalização Horizontal Viária – Avaliação da Retrorefletividade.
2. ____ ABNT NBR 15543:2015 - Termoplástico alto relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica.
3. ____ ABNT NBR 15405:2014 (emenda) e ABNT NBR 15405:2016 - Procedimentos para execução da demarcação e avaliação.
4. ____ ABNT NBR 15741:2016 - Laminado elastoplástico para sinalização – Requisitos e métodos de ensaio.
5. ____ ABNT NBR 15402:2014 - Termoplástico – Procedimentos para execução da demarcação e avaliação.
6. ____ ABNT NBR 15870:2016 - Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas – Fornecimento e Aplicação.
7. ____ ABNT NBR 16184:2013 - Sinalização horizontal viária — Esferas e microsferas de vidro — Requisitos e métodos de ensaio.
8. ____ ABNT NBR 11862:2012 - Sinalização horizontal viária — Tinta à base de resina acrílica
9. ____ ABNT NBR 13699:2012 - Sinalização horizontal viária — Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água.
10. ____ ABNT NBR 14891:2012 – Sinalização vertical viária — Placas.
11. ____ ABNT NBR 14644:2013 – Sinalização Vertical Viária – Películas – Requisitos.
12. ____ ABNT NBR 14636:2013 – Sinalização horizontal viária — Tachas refletivas viárias — Requisitos.
13. ____ ABNT NBR 6971:2012 - Segurança no tráfego – Defensas metálicas – Implantação.
14. ____ ABNT NBR 15426:2013 – Sinalização Vertical Viária – Avaliação da Retrorefletividade utilizando retrorefletômetro portátil.
15. ____ ABNT NBR 10520:2002 - Informação e Documentação - Citações em Documentos – Apresentação. Especifica as características que devem ser seguidas para a apresentação de citações em documentos. Para tanto, traz a conceituação dos tipos possíveis de citação para a ABNT: citação propriamente dita, citação de citação, citação direta, citação indireta, notas de referência, notas de rodapé e notas explicativas.
16. ____ ABNT NBR 14724:2011 - Informação e Documentação - Trabalhos Acadêmicos – Apresentação. Trata da apresentação de trabalhos acadêmicos. A norma especifica os princípios gerais para a elaboração dos trabalhos acadêmicos (teses, dissertações e outros), visando a sua apresentação à instituição (banca, comissão examinadora de professores, especialistas designados e/ou outros).
17. Brasil. Ministério da Saúde. SAMU-192: O que é SAMU? E Dados de Acidentes Disponível em: <http://www.saude.gov.br/samu-programa-nacional.htm>. [acessado em 27 de dezembro de 2016].
18. <https://pergamum.ufsc.br/pergamum/biblioteca/index.php> - Dissertações e teses defendidas pela UFSC. [acessado em 30 de janeiro de 2017].
19. <http://www.bu.ufsc.br/framebases.html> - Portal CAPES e base de dados bibliográficos. Plataforma Sucupira. [acessado em 30 de janeiro de 2017].
20. Sistema Integrado de Operações Rodoviárias (<http://serviços.dnit.gov.br/sior>) [acessado em 19 de dezembro de 2016].
21. WHO. Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action: summary. Geneva: WHO publications, 2013.

22. WHO. Global Health Observatory (GHO). WHO, 2014. Disponível em: www.who.int/gho/road_safety/en/index.html.
23. Brasil. Plataforma da UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina: <https://sistemas.ufsc.br/login?service=http://idufsc.ufsc.br/auth>.
24. <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri> - Portal SCOPUS. [acessado em 31 de janeiro de 2017].
25. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811059>. [acessado em 31 de maio de 2017]