

UNIVERSIDADE UNIFACVEST

LUANA CAROLINA BARBOSA ALVES

**DISPOSITIVO AREA DE ESCAPE NA RODOVIA COMO FATOR DE SEGURANÇA
VIÁRIO**

LAGES

2021

LUANA CAROLINA BARBOSA ALVES

**DISPOSITIVO AREA DE ESCAPE NA RODOVIA COMO FATOR DE SEGURANÇA
VIÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso ou apresentada como requisito final à obtenção do título de Bacharel, Engenharia Civil da Universidade Unifacvest de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

DISPOSITIVO AREA DE ESCAPE NA RODOVIA COMO FATOR DE SEGURANÇA VIÁRIO

por

LUANA CAROLINA BARBOSA ALVES

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado(a) em XXX de julho de 2021 como requisito final para a obtenção do título de Bacharel / Tecnólogo em Engenharia Civil. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

(Aldori Batista dos Anjos)

Prof.(a) Orientador(a)

(Nicolas Negri)

Membro titular

(Pierre Anjos)

Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

Com gratidão, dedico este trabalho a Deus, que me deu paz e sabedoria. E a minha família, que foi meu suporte dando forças mesmo longe. E para sempre a minha estrela mais linda. Obrigada Vó por tudo e ter acreditado fielmente em mim.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr Aldori dos Anjos, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que você pode fazer, o que a empresa pode fazer é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento. (PRUSAK, Laurence, 1997)

RESUMO

BARBOSA ALVES, Luana Carolina. **Dispositivo área de escape na rodovia como fator de segurança viário**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil em Universidade Unifacvest. Santa Catarina, 2021.

A rodovia brasileira encontra se diversos desafios, sendo assim busca por inovações, sendo um ponto crítico os aumentos de acidentes de alto índice de gravidade na rodovia que pode ocorrer fatalidades, o dispositivo viário proporciona a segurança aos usuários que trafegam na rodovia, que por condições de mecanismos, sendo a principal como a perda dos freios parcial ou total, requer a utilização da área. Isto remete ao salvamento de vidas, reduzindo os danos de patrimônio das rodovias e veículos, devido não ocorrer tombamento e avarias, minimizando as ocorrências.

Palavras-chave: Área de escape, segurança, dispositivo viário.

ABSTRACT

BARBOSA ALVES, Luana Carolina. **Escape area device on the highway as a road safety factor.** 2021. Course Final Paper Bachelor's Degree in Civil Engineering at Unifacvest University. Santa Catarina, 2021.

The Brazilian highway is facing several challenges, so it is looking for innovations, with the increase in high severity accidents on the highway being a critical point, which can lead to fatalities. mechanisms, the main one being the partial or total loss of brakes, requires the use of the area. This refers to saving lives, reducing damage to property on highways and vehicles, as there is no tipping or damage, minimizing occurrences.

Keywords: Escape area, security, road device.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

EUA	Estados Unidos
ANTT	Agência Nacional de Transporte Terrestre
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
Km	Quilometro
FS	Fator de Segurança
NBR	Normas Brasileiras
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
PSTT	Plano Setorial Transporte Terrestre
PBT	Peso Bruto de Tráfico
SP	São Paulo
PR	Paraná
M	Metros
M ³	Metros Cúbicos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. PROBLEMATIZAÇÃO	12
3. JUSTIFICATIVA	12
4. OBJETIVO	13
4.1. OBJETIVO GERAL	13
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	13
5. CONCEITUAR RODOVIAS	13
6. TÉCNICAS E TIPOS DE ÁREAS DE ESCAPE	13
6.1. RAMPAS DE ESCAPE	14
6.2. ÁREAS DE ESCAPE COM MONTES DE AREIA	14
6.2.1. VANTAGENS	15
6.3. ÁREAS DE ESCAPE COM CAIXÃO DE RETENSÃO	16
7. MÃO DE OBRA E TIPO DE CANTEIRO DE OBRA, NA REALIZAÇÃO DE UMA ÁREA DE REFÚGIO	17
7.1. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESCAPE	17
7.2. DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS DE ESCAPE	18
7.2.1. COMPRIMENTO	18
7.2.2. PROFUNDIDADE	19
7.2.3. LARGURA	20
7.3. ACESSO A CAIXA DE RETENÇÃO	20
7.4. DRENAGEM	21
7.5. CONTENÇÃO	23
7.6. OPERAÇÃO DAS ÁREAS DE ESCAPE	23
7.6.1. SINALIZAÇÃO.....	23
7.6.2. AUXÍLIO DOS VEÍCULOS	24
7.6.3. MANUTENÇÃO	25
8. MEDIDAS ORIENTATIVAS E PREVENTIVAS PARA DEFINIR O PONTO CRÍTICO EM UMA RODOVIA BRASILEIRA	26
8.1. FATORES DE SEGURANÇA PARA ANÁLISE DE ESTABILIDADE	26

8.2. ANÁLISE DE ESTABILIDADE	27
8.3. PLANO BÁSICO AMBIENTAL	28
8.3.1. AÇÕES AMBIENTAIS	28
8.4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	31
8.5. MINITÉRIO DE INFRAESTRUTURA	31
8.5.1. PLANO SETORIAL DE TRANSPORTE TERRESTRE - PSTT	32
8.5.2. PLANO DE AÇÃO	32
8.5.3. OBJETIVOS	32
9. OS TRECHOS PROBLEMÁTICOS EM UMA RODOVIA	33
9.1. ÁREAS DE ESCAPE NAS RODOVIAS ATUALMENTE CONCEDIDAS.....	33
9.1.1. RODOVIA ANCHIETA – 150 SP	33
9.1.1.1. DADOS TÉCNICOS DA RODOVIA.....	33
9.1.1.1.1 DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	34
9.1.1.1.2 DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	35
9.1.2. CAMINHO DO MAR BR-277 PR.....	35
9.1.2.1. DADOS TÉCNICOS DA RODOVIA.....	36
9.1.2.1.1. DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	36
9.1.3. BR-376 PR	37
9.1.3.1. DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	37
9.1.3.2. DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	38
9.1.4. BR-116 SP	39
9.1.4.1. DADOS TÉCNICOS DA ÁREA DE ESCAPE	39
9.2. ÁREAS DE ESCAPE COM PREVISÃO DE CONTRATAÇÃO.....	40
9.2.1. INOVADUTRA (BR-101/116/RJ/SP)	40
9.2.2. RIOVALADARES (BR-116/465/MG/RJ).....	40
9.2.3. PRVIAS	41
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	43

1. INTRODUÇÃO

Atualmente ocorre muitos acidentes nas rodovias brasileiras, podendo ser negligência do motorista ou as condições da rodovia. Sendo principalmente em rodovias íngremes e com segmento de curvas restritas faz com que veículos, caminhões, máquinas e equipamentos sofram ações de desgaste, onde exige um alto nível de solitação para os sistemas de direção, suspensão, freio convencional, freio motor, dispositivos auxiliares de redução de velocidade. Sendo assim, as condições de velocidade ou dirigibilidade de um veículo, caminhão, máquina ou equipamento será comprometidas e dificilmente chegará ao final do trecho de serra, sem antes ocasionar um acidente.

O uso da área de escape em uma situação de emergencial, vai depender da visão e decisão do condutor, possibilitando de uma forma segura frear seu veículo. Se faz necessário também orientar os condutores a utilização e eficiência do dispositivo, para que assim se sintam seguros para utilizar o dispositivo de forma correta e consciente.

2. PROBLEMATIZAÇÃO

Acidentes por falhas de freios são ocorrências potencialmente catastróficas em declives longos e íngremes, principalmente nos locais onde o tráfego de veículos pesados é alto.

3. JUSTIFICATIVA

Devido ao aumento de acidentes considerados de altos índices por falhas de freios, entre outros Sistemas são ocorrências potencialmente catastróficas em declives longos e íngremes, principalmente nos locais onde o tráfego de veículos pesados é alto já que na situação nacional o aumento de veículos de cargas pesadas vem aumentando, pois acaba sendo uma alternativa de eficiência e econômica ao transporte das cargas, sendo que, as vezes até acaba ultrapassando o limite de peso, acarretando em mais um fator que reduz a segurança.

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo geral

Obras viárias como as áreas de escapes, em locais altamente perigosas em diversas rodovias brasileiras, sendo dispositivo de segurança para eliminar os acidentes.

4.2. Objetivo específico

- a) Conceituar rodovias.
- b) Técnicas e tipos de áreas de escape.
- c) Mão de obra e tipo de canteiro de obra, na realização de uma área para refúgio.
- d) Medidas orientativas e preventivas em uma pista de rolamento.
- e) Os trechos problemáticos e sustentabilidade em uma rodovia.

5. CONCEITUAR RODOVIAS

As áreas de escape com rampas de gravidade foram inicialmente construídas nos EUA, por apresentar facilidades na instalação e menores custos de construção, mas com o passar dos anos foram sendo substituídas por outros tipos de áreas de escape, principalmente por dispositivos mais seguros, como os que usam superfície de material solto, que facilita a penetração dos pneus do veículo desgovernado e previne que os veículos totalmente sem freios retornem à via [Witthford, 1992].

6. TÉCNICAS E TIPOS DE ÁREAS DE ESCAPE

Os dispositivos para contenção dos veículos desgovernados tendem a dissipar energia cinética, substituindo freios de serviço o qual se encontra inoperante. Sendo classificado como mecanismo de frenagem. A seguir será discutido a característica de cada dispositivo:

6.1. Rampas de escape

Os dispositivos conhecidos como áreas ou rampas de escape (em inglês, *escape ramps*) na sua concepção mais simples são classificados como rampas de gravidade, que são saídas pavimentadas ou não, geralmente de material compactado, construídas em um local conveniente, com uma rampa íngreme, nas quais os veículos desgovernados reduzem sua velocidade pelo efeito da resistência de rampa e uma pequena parcela de resistência de rolamento [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Witheford, 1992].



Figura 01 – Rampa de escape [CBN Curitiba]

Este tipo de dispositivo devido a superfície do material compactado, não evita que o veículo retome o movimento da descida da rampa, podendo então sair da área limitada do dispositivo.

6.2. Áreas de escape com montes de areia

Os dispositivos conhecidos como áreas de escape com montes de areia – em inglês *sandpiles* – são saídas não pavimentadas compostas por montes de areia ou terra, nas quais os veículos desgovernados reduzem sua velocidade pelo efeito da alta resistência de rolamento provocada pela fácil

penetração dos pneus do veículo no material solto da superfície do dispositivo [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Witheford, 1992].

Nesse tipo de dispositivo, o alto valor da resistência de rolamento provoca uma elevada intensidade de desaceleração, o que reduz a segurança da frenagem. As altas desacelerações representam riscos aos ocupantes do veículo desgovernado, embora proporcione um menor comprimento para frear os veículos. Os montes de areia (Cinasita) podem representar uma alternativa em locais onde existe a necessidade de implantação de dispositivo para contenção, mas com pouco espaço físico disponível.

A Cinasita é um agregado leve que se apresenta em forma de bolinhas de cerâmica leves e arredondadas, com uma estrutura interna formada por uma espuma cerâmica com micrósporos e com uma casca rígida, resistente e impermeável. [Dakron, 2021]

6.2.1. Vantagens:

- a) Incombustível, aumenta a resistência contra incêndios.
- b) Proporciona isolamento térmico e acústico.
- c) Alivia a sobrecarga sobre estruturas.
- d) Fácil e rápida de aplicar, economiza custos na obra.
- e) Apresenta estabilidade dimensional, reduzindo deformações.



Figura 02: Cinasita [Dakron]

6.3. Áreas de escape com caixa de retenção

Os dispositivos com sistemas de frenagem baseado em caixas de retenção, são usados para frear caminhões desgovernados através da resistência de rolamento produzida pela penetração das rodas do veículo no material solto usado para o enchimento da caixa [Jones 1982].

As caixas de retenção podem ser construídas com qualquer declividade, já que não dependem da resistência de rampa para deter o veículo. Em muitos casos, constroem-se caixas de retenção em rampas de gravidade, tanto para reduzir a distância necessária para frenagem do caminhão como para prevenir seu retorno à rodovia [AASHTO, 1994].

Uma vantagem das áreas de escape baseadas na resistência de rampas e de rolamento é que, teoricamente, a desaceleração a que os veículos são submetidos é independente da massa de veículo e, portanto, os veículos pesados e leves percorrem a mesma distância até parar, por estarem sujeitos à mesma desaceleração. Outra vantagem desses dispositivos é que eles requerem pouca manutenção, não mais que uma recomposição de superfície do material na caixa após o uso de dispositivo e afofamento periódico para evitar a compactação do material de enchimento [Jones, 1982]. Um inconveniente desse tipo de dispositivo é a necessidade de um método de extração dos veículos e de um sistema de drenagem eficiente, capaz de coletar águas pluviais e outras substâncias como combustíveis, óleos e cargas líquidas dos caminhões [Jones, 1982].



Figura 03: Caixa de retenção [Autor]

7. MÃO DE OBRA E TIPO DE CANTEIRO DE OBRA, NA REALIZAÇÃO DE UMA ÁREA PARA REFÚGIO

7.1. Localização das áreas de escape

Ao se decidir pela instalação de uma área de escape como uma alternativa de aumentar a segurança em um trecho de via, torna-se necessária uma análise que auxilie a escolha do melhor local para ser construído o dispositivo, partindo do pressuposto de que o local escolhido interceptará o maior número possível de veículos desgovernados. AASHTO [1994] aconselha a realização de:

- a) Um estudo sobre o índice de acidentes nos trechos em declive: embora os acidentes envolvendo veículos desgovernados possam ocorrer em vários pontos de declive, uma análise mais detalhada poderá indicar pontos onde a quantidade registrada de acidentes se destaca.

- b) Verificação da velocidade de tombamento nas curvas horizontais existentes no trecho em declive: deve-se procurar construir as áreas de escape antes de curvas horizontais que poderão provocar o tombamento dos veículos desgovernados devido ao excesso de velocidade;
- c) Análise de temperatura do sistema de freios: neste caso, é indicada a utilização do programa de computador Grade Severity Rating System para determinar a temperatura dos freios ao longo do declive. Os veículos perdem os freios a partir do ponto em que a sua temperatura ultrapassar 260°C (ponto de fade).
- d) Análise da velocidade dos veículos: a provável velocidade com que os veículos possam chegar até o dispositivo deve ser considerada na escolha do local de construção, de forma a evitar que os veículos desgovernados entrem na área de escapa com velocidades muito altas.

Nos casos em que não houver possibilidade de realizar um estudo de localização, a área de escape deve ser construída no segundo terço de declive. Já nos casos em que houver a necessidade de mais dispositivos, estes devem ser separados por uma distância aproximada de 2 km [SETRA,1993].

7.2. Dimensionamento das áreas de escape

Os principais itens de dimensionamento das áreas de escape envolvem a geometria e dimensão do acesso à caixa de retenção e as dimensões da caixa (comprimento, profundidade e largura).

7.2.1. Comprimento

O comprimento da caixa de retenção deve ser suficiente para dissipar toda energia cinética dos veículos desgovernados, parando-os com segurança. A extensão da caixa é determinada em função da velocidade de entrada dos veículos na área de escape e da intensidade da desaceleração provocada pelas resistências de rolamento e de rampa [AASHTO, 1994].

As áreas de escape devem ser construídas em locais onde a velocidade de entrada dos veículos não exceda 140 km/h. O ideal é que o comprimento seja dimensionado para velocidades de entrada dentro de um intervalo de 130 a 140 km/h [AASHTO, 1994].

Outro fator que influencia no comprimento é a intensidade da desaceleração imposta sobre o veículo no interior da caixa de retenção. O valor da desaceleração está relacionado com a profundidade da caixa, com as características do material de enchimento, a inclinação da caixa e as características do veículo.

As características do material de enchimento da caixa influenciam o valor da desaceleração e, por consequência, o comprimento da caixa. Características como o coeficiente de rolamento, a granulometria e a resistência mecânica dos materiais estão relacionadas com a resistência de rolamento dentro da caixa. Para que o material apresente elevado coeficiente de resistência de rolamento, ele deve ter superfície regular, forma arredondada e ser predominantemente de mesma granulometria [AASHTO 1994].

7.2.2. Profundidade

Como a intensidade da desaceleração imposta sobre o veículo varia em função da espessura do material, a profundidade da caixa de retenção está relacionada com a segurança do processo de frenagem do veículo [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Withford, 1992]. Dois aspectos devem ser analisados para dimensionar a profundidade de uma caixa de retenção. O primeiro aspecto trata da profundidade do trecho inicial. No começo da caixa é interessante evitar um afundamento acentuado das rodas do veículo; as caixas devem ter profundidades menores nos primeiros metros de seu comprimento, a fim de minimizar os efeitos de uma desaceleração brusca logo na entrada do dispositivo e até mesmo facilitar a extração dos veículos da caixa. Outro aspecto diz respeito à profundidade útil da caixa, pois com passar do tempo, fatores externos como a contaminação (presença de folhas, sujeira, finos, óleos, combustível etc.) e a compactação do material diminuem a espessura útil do material, o que irá reduzir a eficiência de desaceleração do dispositivo.

As diretrizes da AASHTO recomendam que a caixa tenha uma profundidade mínima de 7,5 cm no ponto de entrada e durante os primeiros 30 a 60 m do comprimento da caixa a profundidade aumenta até 100 cm [AASHTO, 1994]. No estudo realizado por Witheford [1992] não são recomendadas profundidades menores que 45 cm, visto que profundidades menores podem apresentar uma redução significativa na resistência de rolamento. Outra análise feita nos EUA indica profundidades mínimas de pelo menos 30 cm, mas recomenda como ideal 15 cm de profundidade no início da caixa e de 46 a 90 cm nos primeiros 30 a 60 metros do comprimento da caixa [ITE, 1989].

7.2.3. Largura

As caixas de retenção também podem ser classificadas de acordo com a largura. Quando apenas meio eixo do veículo penetra na caixa e a outra metade continua a rolar sobre o acostamento ou pista, tem-se uma caixa de meia largura. Nesse caso a desaceleração provocada é assimétrica, aumentando os riscos de danos e a necessidade de maiores comprimentos para parar os veículos [SETRA, 1993]. As caixas com larguras maiores que a largura dos veículos são chamadas de caixa de largura integral.

A largura mínima ideal é 8 m, a desejável de 9 a 12 m. Esta largura acomoda dois veículos. Larguras menores são usadas onde é impossível construir caixas de retenção mais largas; neste caso, o fluxo de tráfego na descida deve ser interrompido até que o veículo seja retirado da caixa, para evitar acidentes.

7.3. Acesso à caixa de retenção

O trecho que liga a rodovia até o início da caixa deve proporcionar aos motoristas segurança no uso e na tomada de decisão entre entrar ou não no dispositivo.

O acesso à caixa deve ser tangente ou com uma suave curvatura em relação ao alinhamento da via, para minimizar os problemas com a falta de controle do veículo. Além disso, deve ser visível para permitir ao motorista um tempo de reação suficiente para analisar as possibilidades de utilizar ou não a área de escape [AASHTO, 1994; Witheford, 1992].

No caso de rodovias com várias faixas de rolamento, recomenda-se que o acesso até caixa de retenção seja composto por uma faixa auxiliar (taper) pavimentada com comprimento mínimo de 300 metros [Witthford, 1992].

7.4. Drenagem

Deve-se ter uma atenção particular com vazamento de combustíveis ou cargas líquidas dos veículos que utilizaram a área de escape. Um sistema de drenagem especial deve ser instalado para recolher esses materiais, separadamente do sistema de drenagem de águas pluviais, evitando assim a contaminação do material da caixa e até mesmo problemas ambientais [AASHTO, 1994].

Deve haver drenagem superficial adequada ao redor da caixa de retenção para prevenir a entrada de água.

O fundo da caixa deve ser tal que previna contaminação do material de enchimento por finos.

Para prevenção de derramamento de materiais tóxicos, o fundo da caixa deve ser de concreto e deve ser construído um sistema de drenagem e retenção de líquidos com capacidade suficiente para conter o líquido que pode vazar durante a entrada de um caminhão na caixa.



Figura 04: Dispositivo de deposito de resíduos [Autor]



Figura 05: Dissipador de energia após o tratamento dos resíduos [Autor]



Figura 06: Canaleta para passagem de água [Autor]

7.5. Contenção

Conforme a declividade e profundidade da caixa de retenção, se executa o estaqueamento para a contenção se manter estável. Podendo seguir a NBR 6122/2019.

7.6. Operação das áreas de escape

A operação de áreas de escape envolve três aspectos principais: a sinalização, o auxílio aos veículos e a manutenção. As recomendações e experiências de outros países em relação à operação de áreas de escape serão discutidos a seguir:

7.6.1. Sinalização

O sucesso da operação das áreas de escape está em informar aos motoristas com antecedência a existência de áreas de escape [ITE, 1989]. Como os motoristas de veículos desgovernados em alta velocidade provavelmente estarão em uma situação de tensão, a localização adequada da sinalização antes da entrada facilita a tomada de decisão.

Placas ao longo da via devem informar aos motoristas as características do declive, como inclinação e extensão do trecho de descida. Informações sobre

regras de condução segura em declives devem fazer partes da sinalização, bem como avisos sobre a velocidade de segurança a ser desenvolvida, a necessidade se verificar os freios do veículo, uso do freio motor e até mesmo a marcha adequada a ser escolhida pelo motorista. Essas informações podem contribuir para redução da ocorrência de acidentes envolvendo veículos desgovernados [SETRA, 1993; Witheford, 1992].

Em caso de readequação da área de escape após a utilização ou mesmo durante a realização de manutenção, convém criar sistemas de sinalização para informar aos motoristas que a área de escape não está disponível. A sinalização horizontal de marcação do acesso à caixa deve ser diferenciada de uma saída normal, utilizando um tabuleiro de xadrez vermelho e branco com um metro de largura para evidenciar o acesso à área de escape [SETRA, 1993].

- a) Sinalização Vertical: Placas de serviço
- b) Sinalização Horizontal: Pintura quadriculado



Figura 07: Sinalizações [Bem Paraná]

7.6.2. Auxílio aos veículos

O auxílio aos veículos que utilizaram a área de escape, deve ocorrer o mais rápido possível, para que o dispositivo volte a estar liberado para um novo uso. Com o afundamento dos pneus do caminhão no material solto da caixa de

retenção, torna-se indispensável um mecanismo para retirá-lo e prestar os primeiros serviços mecânicos e médicos quando necessário.

Pistas de serviço e blocos de ancoragem ao longo do comprimento devem fazer parte do dimensionamento das áreas de escape. No projeto de áreas de escape deve-se prever um modo fácil e rápido de retirada dos veículos, para que o dispositivo possa voltar a operar o mais rápido possível. Vale ressaltar que em alguns casos a rodovia também pode ficar interditada até o término do processo de retirada do veículo [Witthford, 1992].

De modo geral, a retirada dos veículos da caixa de retenção é um processo demorado e quando aperfeiçoado para reduzir o tempo de extração, seu custo torna-se elevado.

7.6.3. Manutenção

Os serviços de manutenção têm como finalidade conservar a eficiência da caixa de retenção, após cada uso e ao longo do tempo. Após cada uso, a superfície do material da caixa deve ser regularizada com auxílio de equipamentos adequados que possibilitem a movimentação e a reestruturação do material. Mesmo sem registro de uso de caixa, deve-se evitar que a eficiência de frenagem sofra uma redução brusca ao longo do tempo. Normas norte americanas recomendam evitar a compactação do material de enchimento e facilitar a drenagem, para isso, o material deve ser limpo e escarificado periodicamente [AASHTO, 1994].

O efeito da presença de finos, sujeira e o apodrecimento de folhas produzirão uma redução lenta e progressiva da eficiência da caixa. Convém acompanhar esta evolução para determinar o período ideal para realização de limpeza ou mesmo da substituição do material quando ocorrer uma perda acentuada da eficiência de frenagem do dispositivo [SETRA, 1993].

Witthford [1992] alerta sobre a necessidade de escarificação do material em intervalos periódicos e não somente após cada uso. Descreve também uma pesquisa sobre os efeitos da contaminação do agregado ao longo de tempo, por meio de um estudo realizado por Hayden [1982], em que se observa o acréscimo da distância para frear os veículos com o passar dos anos.

A entrada deve ser projetada para ser usada com segurança por um caminhão em alta velocidade. A distância de visibilidade deve ser a maior possível e todo o comprimento da caixa deve ser visível para o motorista que pretenda usá-la. Idealmente, ela deve ser iluminada para melhor visibilidade à noite.

8. MEDIDAS ORIENTATIVAS E PREVENTIVAS EM UMA PISTA DE ROLAMENTO

8.1. Fatores de segurança para análise de estabilidade

A Norma Brasileira considera que as análises usuais de segurança desprezam as deformações que ocorrem naturalmente no talude ou na encosta e que o valor do fator de segurança (FS) tem relação direta com a resistência ao cisalhamento do material do talude. Admite-se, portanto, que um maior valor de FS corresponde a uma segurança maior contra a ruptura. Entretanto, no caso de encostas, a variabilidade dos materiais naturais pode reduzir significativamente a segurança, aumentando a probabilidade de ocorrência de uma ruptura da encosta.

Os fatores de segurança indicados na tabela seguinte referem-se às análises de estabilidade interna e externa do maciço estipulados pela Norma NBR 11.682 - Estabilidade de encostas.

Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Nível de segurança contra danos materiais e ambientais		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ , ϕ , c , em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Tabela 01: Fatores de segurança mínima para deslizamentos [NBR 11.682]

8.2. Análise de estabilidade

As análises de estabilidade das contenções foram efetuadas utilizando-se o programa computacional Slide versão 5.014, da Rocscience Inc. (University of Toronto - Dr. Evert Hoek), que emprega consagrados métodos de equilíbrio limite, destacando a superfície crítica de provável ruptura entre as centenas de superfícies potenciais de ruptura pesquisadas. Empregou-se, em conjunto com a análise determinística (tradicional), o método estatístico Monte-Carlo – sub-rotina do programa - de forma a avaliar a probabilidade de sucesso da estabilização concebida para o maciço. Os valores de desvio padrão (δ) do peso específico (γ), coesão (c), ângulo de atrito (ϕ) foram adotados com base em valores de coeficiente de variação encontrados na literatura especializada, nacional e internacional (e.g.: JCSS - Joint Committee of Structural Safety, Sandroni & Sayão, 1992 e Rocscience Inc., 2005).

Cumpre-nos ressaltar que a norma brasileira (NBR 11.682 - estabilidade de encostas) considera estáveis taludes que exibam F_s determinísticos $> 1,5$ e a literatura nacional considera estáveis taludes com β (índice de confiabilidade) $> 1,8$; Teixeira & Virgili (1984) propõe a magnitude de 0,3 % como valor aceitável de probabilidade de ruína, para taludes cujas consequências da ruptura são classificadas como “muito graves”. Estes autores classificam com

estas consequências “os taludes médios e altos em estradas de acesso importantes”. Whitman (1984) propõe valores limites de probabilidade de ruína da ordem de 1% para o risco da perda de vidas humanas. Sandroni & Sayão (1984) sugerem um valor mínimo do índice de confiabilidade do coeficiente de segurança de 2.

8.3. Plano básico ambiental

Deverão ser respeitadas as recomendações das seguintes Normas e Instruções de Serviço do DNIT:

Norma DNIT 070/2006-PRO: Condicionantes ambientais em áreas de uso de obras - Procedimento;

Norma DNIT 078/2006-PRO: Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento;

DNIT IPR-713: Instrução de Proteção Ambiental para Controle de Processos Erosivos na Faixa de Domínio e Lindeiras nas Rodovias Federais.

8.3.1. Ações ambientais

Nos quadros seguintes são apresentadas as ações de cunho ambiental a serem implementadas antes, durante e após o empreendimento, indicando-se a competência de cada uma delas.

Serviços Preliminares		
Item	Descrição	Competência
1	Obter autorizações para desmatamento junto ao IBAMA ou órgão correspondente.	Empreiteira e contratante
2	Evitar o desmatamento e limpeza dos terrenos fora dos limites estritamente necessários à implantação das obras na faixa estradal.	Empreiteira e contratante
3	Preservar as árvores de grande porte ou de interesse paisagístico e biológico.	Empreiteira e contratante
4	O material do desmatamento e da limpeza do terreno não pode ser lançado dentro de talvegues e de corpos d'água.	Empreiteira e contratante
5	No desmatamento e limpeza de terrenos próximos a corpos d'água deverão ser implantados dispositivos de drenagem que impeçam o carreamento de sedimentos.	Empreiteira e contratante
6	Não devem ser utilizados explosivos, agentes químicos, processos mecânicos não controlados ou queimadas para a realização de desmatamento e limpeza de terrenos. Casos específicos devem ser tratados junto com a fiscalização.	Empreiteira e contratante
7	Utilizar os solos orgânicos para recobrimento de áreas estéreis exploradas e/ou áreas adjacentes, caso possam receber a aplicação de tais tipos de material.	Empreiteira e contratante
8	Os materiais orgânicos provenientes da limpeza do terreno e desmatamentos deverão ser estocado/ enleirados em áreas pré-definidas, para posterior utilização durante as atividades de reabilitação ambiental dos locais de empréstimo, bota-foras e demais áreas.	Empreiteira e contratante

Tabela 02: Ações ambientais durante a fase de serviços preliminares [Autor]

Terraplenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Dispor preferencialmente o material de bota-fora como alargamento dos aterros do corpo estradal ou como bermas, ou em áreas já degradadas.	Empreiteira e Contratante
2	Não depositar nenhum material de bota-fora em terreno de propriedade privada, sem autorização do proprietário e somente após fiscalização da obra.	Empreiteira e Contratante
3	Não depositar nenhum material de bota-fora em mananciais, talvegues e áreas de preservação ecológica.	Empreiteira e Contratante
4	Executar compactação em todo o volume de bota-fora e procurar reconformar a superfície da área de deposição, providenciando a cobertura vegetal à paisagem local.	Empreiteira
5	Cobrir a superfície dos taludes de corte em 1ª ou 2ª categoria com vegetação ou outro método de proteção, controlando a pega e avaliando a necessidade de repasse. O revestimento deve ser complementado por biomantas quando da ocorrência de declividades muito acentuadas ou de solos de alto potencial erosivo.	Empreiteira
6	Verificar a adequação dos dispositivos de drenagem quanto à proteção de erosões ou ocorrências de instabilidades nos taludes de cortes e aterros.	Empreiteira e Contratante
7	Harmonizar os taludes com a topografia.	Empreiteira
8	Remover as camadas de lama no trajeto dos equipamentos, quando ocorrer.	Empreiteira
9	Aspergir água nos trechos poeirentos, quando da ocorrência de nuvens de poeira com perigo de acidentes.	Empreiteira
10	Cobrir as caçambas com lona ou tela durante o trajeto dos caminhões e remover eventual material que venha a tombar sobre a pista.	Empreiteira
11	Novas frentes de trabalho só deveram ser abertas após a implantação dos elementos de drenagem e cobertura vegetal de proteção na terraplenagem do corpo estradal.	Empreiteira e Contratante

Tabela 03: Ações ambientais na fase de serviços de terraplenagem [Autor]

Drenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Respeitar a linha natural de drenagem, a fim de evitar obstruções e desvio das águas.	Empreiteira
2	Construir e desobstruir valetas de proteção de cortes e aterros, a fim de garantir o fluxo normal das águas.	Empreiteira
3	Todo material excedente de escavação deverá ser removido das proximidades dos dispositivos de drenagem, cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água.	Empreiteira
4	Proteger as entradas e saídas de bueiros com o plantio de árvores ou gramíneas para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.	Empreiteira
5	Depois de cada período de chuva, ou diariamente em caso de período prolongado, inspecionar os dispositivos de drenagem, controle de erosão e assoreamento, para corrigir possíveis deficiências.	Empreiteira e Contratante

Tabela 04: Ações ambientais na fase de implantação de drenagem superficial [Autor]

Sinalização		
Item	Descrição	Competência
1	Executar a sinalização adequada na fase de construção, seguindo projeto específico.	Empreiteira
2	Quando existir vegetação de porte ou de interesse paisagístico e biológico no local previsto para implantação de sinalização, esta deverá ser deslocada para posição mais próxima possível, sem prejuízo da emissão da mensagem.	Empreiteira e Contratante
3	Deverá ser promovido o disciplinamento dos fluxos de tráfego e do estacionamento de equipamento de forma a se evitar eventuais situações de risco.	Empreiteira e Contratante
4	Em caso de extravio, danificação ou insuficiência da sinalização, esta deve ser imediatamente substituída ou repostada.	Empreiteira e Contratante

Tabela 05: Ações ambientais durante a fase de sinalização [Autor]

Áreas de apoio		
Item	Descrição	Competência
1	O canteiro de obras, caixas e jazidas de empréstimo, de bota-fora, trilhas, caminhos de serviço, estradas de acesso, área de disposição de resíduos sólidos e outras áreas de apoio alteradas deverão ser suas áreas ambientalmente reabilitadas após a fase de desmobilização das obras.	Empreiteira e Contratante
2	As obras de drenagens temporárias executadas para a implantação dos caminhos de serviço e estradas de acesso devem ser removidas durante as atividades de reabilitação ambiental.	Empreiteira e Contratante
3	Reconformar a topografia de todas as áreas utilizadas durante a obra, conforme os terrenos adjacentes, mediante atenuação dos taludes, reordenação das linhas de drenagem e recomposição da cobertura vegetal.	Empreiteira e Contratante

Tabela 06: Ações ambientais nas áreas de apoio [Autor]

8.4. Especificações técnicas

As especificações técnicas relacionadas abaixo visam complementar os projetos elaborados, a fim de proporcionar a correta execução deles, garantindo sua eficiência e qualidade.

Deve-se dar preferência às especificações constantes nos projetos. Quando não especificada em projeto, deve-se buscar pela especificação no item correspondente do relatório de projetos. Caso não esteja relacionada neste item, deve-se recorrer às Normas da ABNT.

Das especificações técnicas do DNIT e DNER, de interesse à obra em questão encontram-se:

DNIT 074/2006-ES "Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos";

DNIT 101/2009-ES "Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário - Sinalização vertical - Especificação de serviço";

DNIT 102/2009-ES – "Proteção do Corpo Estradal - proteção vegetal";

8.5. Ministério de Infraestrutura

Ministério de Infraestrutura criou o Inova BR para alcançar os objetivos das necessidades que se encontra na rodovia.

“O conceito de rodovia está ligada a necessidade e o desejo do usuário sendo assim mudou desde que o veículo automóvel foi inventado. Antigamente o conceito da rodovia para que se tornasse funcional e efetiva, bastava ela servir de caminho e/ou para ligar: como destinos. Hoje já temos um conceito muito mais abrangente é um desejo muito mais complexo de ser atendido. E pelo cidadão daquela rodovia ainda mais, pois paga impostos é seus impostos aplicados pelo DNIT em melhoria do sistema viário nacional ou paga pedágio de uma rodovia concedida. Portanto acaba sendo concedida um nível de desejo onde a InovaBR está tentando endereçar soluções para atender o nível de serviço. Sendo uma vasta gama de desejos onde foi manifestado através de pesquisa e assim nasceu essencialmente a InovaBR. Para cumprir, operar e devolver a sociedade o desejo em relação a qualidade de operação de rodovias federais.” Secretário Nacional de Transporte Terrestre, Doutor Marcelo da Costa.

A pergunta aos usuários foi “O que, o usuário deseja?”

Através do canal de ouvidoria do Ministério Infraestrutura obteve a pesquisa dos mais significativos dentre os detalhes de desejo ficou como segurança viária, fluidez e tecnologia dos 1025 respondentes.[InovaBR,2021]

8.5.1. Plano setorial de Transportes Terrestres – PSTT

É um documento técnico, em nível tático, responsável pelo desdobramento dos elementos estratégicos macrosetoriais. Em iniciativas setoriais (Relativas aos modos de transporte rodoviário e ferroviário), de forma a balizar atuação do setor e o planejamento operacional das entidades vinculadas.

PSTT dá a diretriz para que os órgãos possam implementar essas políticas e tornar suas políticas operacionais através de suas ações. então dentro desse conceito maior do plano setorial de transporte terrestre. [InovaBR,2021]

8.5.2. Plano de ação

Programa de modernização de rodovias federais – InovaBR: [InovaBR,2021]

- a) Segurança viária: Métodos, ações e normas para circulação segura de pessoas e veículos em rodovias, que visam a prevenir e reduzir o risco e a severidade de acidentes ocorridos nas rodovias.
- b) Fluidez: relaciona-se com a facilidade de deslocamento e acesso aos locais desejados, e envolve iniciativas em melhorias na via com vistas a aprimorar o nível de serviço nas rodovias, a eficiência logística e o conforto no tráfego.
- c) Tecnologia: soluções tecnológicas que possam ser aplicadas na infraestrutura e na prestação de serviços aos usuários para aprimorar e modernizar a gestão das rodovias.

8.5.3. Objetivos

- a) Elevar o padrão de segurança viária nas rodovias federais.
- b) Melhorar a fluidez das vias, proporcionando eficiência logística.

- c) Modernizar as principais rodovias federais, aprimorar processos, procedimentos, instrumentos regulatórios e recursos técnicos.

9. OS TRECHOS PROBLEMÁTICOS E SUSTENTABILIDADE EM UMA RODOVIA.

Então se trata de uma grande relevância com a operação bastante complexa para um dispositivo que vem a somar com a segurança viária. Acredita-se na importância na área de escape se é no caminho tecnológico que realmente é o futuro.

Ecovias dos imigrantes foi pioneira nesta solução no Brasil, localizadas na Anchieta imigrantes Dá Ecovia Imigrantes. Situado em um trecho onde tem bastante relevância por ser um caminho de mobilidade de tráfego de cargas pesadas, que tem como ligação a região metropolitana de São Paulo e o Porto de Santos sendo o maior da América Latina e o polo petroquímico de Cubatão, as indústrias do ABC e a baixada santista. [InovaBR,2021]

9.1. ÁREAS DE ESCAPE NS RODOVIAS ATUALMENTE CONCEDIDAS

9.1.1. RODOVIA ANCHIETA – SP150 SUL

9.1.1.1. Dados técnicos da rodovia:

- a) Trecho de Serra de 15 KM;
- b) Inclinação média de 6,5%;
- c) Velocidade regulamentada de 50 Km/h;
- d) PBT 74 Toneladas;
- e) Geometria sinuosa;
- f) Tráfego comercial de 13 mil/dia;
- g) Perfil de cargas: Contêiner, graneleiro.

Área de escape SP-150 Rodovia Anchieta do KM 42, foi implantada em 2002 sendo a primeira área de escape da Ecovias, ocorreu desde então 757 acesso a rampa de escape com 98,52% vítimas ilesas 1,48% vítimas feridas e zero fatal na rampa de escape. [InovaBR,2021]



Figura 08: Área de escape KM 42 SP-150 Rodovia Anchieta [Bem Paraná]

9.1.1.1.1. Dados técnicos da área de escape:

- a) Caixa de contenção sobre talude de aterro;
- b) Extensão de rampas 83 m;
- c) Largura da rampa 5 m;
- d) Profundidade 1 m;
- e) Volume de argila expandida 415 m³;
- f) Caixa de contenção de líquidos perigosos;

Área de escape SP-150 Rodovia Anchieta do KM 49, foi implantada em 2014, ocorreu desde então 94 acesso a rampa de escape 5% vítimas ilesas e zero fatal na rampa de escape. [InovaBR,2021]



Figura 09: Área de escape KM 49 SP-150 Rodovia Anchieta [Diário do Grande ABC]

9.1.1.1.2. Dados técnicos da área de escape:

- a) Obra híbrida Terra pleno e obra de arte em concreto armado;
- b) Extensão da rampa 85,4 m;
- c) Largura da rampa 5 m;
- d) Profundidade 1, 5 m;
- e) Volume argila expandida 450 m³;
- f) Caixa de contenção de produto perigoso 25,5mil Litros;

9.1.2. CAMINHO DO MAR BR-277 PR

Ecovia Caminho do Mar uma importante rodovia que liga Curitiba das cidades do litoral do Paraná e ao Porto de Paranaguá sendo a BR 277:

9.1.2.1. Dados técnicos da rodovia:

- a) trecho de Serra de 19 KM;
- b) Inclinação média de 5%;
- c) Velocidade regulamentada de 40 KM/h;
- d) PBT até 74 toneladas;
- e) Geometria sinuosa;
- f) Tráfego comercial de 6.715 mil/dia;
- g) Perfil de cargas: Contêiner, graneleiro.

Área de escape da BR-277 do KM 36+800 em Morretes/PR, foi implantada em 2019, ocorreu desde então 52 acesso à área de escape onde também obteve 100% das vítimas ilesas e zero fatal. [InovaBR,2021]



Figura 11: Área de escape KM 667+300 BR-277 [NSC Total]

9.1.2.1.1. Dados técnicos área de escape:

- a) Área de escape em corte de aterro com caixa de contenção em concreto armado;
- b) Extensão da rampa 243 m;
- c) Largura da rampa 5 m;
- d) Profundidade variável;

- e) Volume de argila expandida 735 m³;
- f) Caixa de contenção de produtos perigosos.

9.1.3. BR 376 PR

Área de escape da BR-376 do KM 667+300 na pista Sul em Guaratuba-PR, foi implantada em 2019, ocorreu desde então 66 acessos à área de escape onde obteve 100% das vítimas ilesas e zero fatal. [InovaBR,2021]



Figura 11: Área de escape KM 667+300 BR-277 [NSC Total]

O pórtico rolante automatizado com estrutura similar a movimentação e containers é utilizado com objetivo de auxiliar na retirada dos veículos da caixa de escape. [InovaBR,2021]

9.1.3.1. Dados técnicos área de escape:

- a) Implantada do lado esquerdo;
- b) Extensão da rampa 150m;
- c) Largura da rampa 5;
- d) Profundidade 1,1m;
- e) Pórtico rolante com até 74 tonelada.

Área de escape da BR-376 do KM 671+700 em Guaratuba-PR, foi implantada em 2011, ocorreu o primeiro dispositivo construído pela Arteris no Brasil com 388 vidas salvas de 267 de entradas, com 100 vítimas ilesas. [InovaBR,2021]



Figura 12: Área de escape KM 671+700 BR-277 [CFTV Arteris]

9.1.3.2. Dados técnicos área de escape:

- a) Extensão da rampa 120m;
- b) Largura da rampa 5;
- c) Profundidade 1,5 m;

9.1.4. BR 116 SP

Área de escape da BR-116 do KM 353 na pista sul em Miracatu-SP, foi implantada 2018, ocorreu 52 vidas salvas de 43 entradas. [InovaBR,2021]



Figura 13: Área de escape KM 353 BR-116 [Autor]

9.1.4.1. Dados técnicos área de escape:

- a) Extensão da rampa 250m;
- b) Largura da rampa 5;
- c) Profundidade 1,5m.

9.2. ÁREAS DE ESCAPE COM PREVISÃO DE CONTRATAÇÃO

9.2.1. InovaDutra (BR-101/116/RJ/SP)

Liga as duas maiores regiões metropolitanas do país (Rio de Janeiro e São Paulo). Além disso, faz parte da principal ligação entre o Nordeste e o Sul, cortando 33 municípios. Com previsão para duas áreas de escape, km 219+500 e 223+000 com extensão mínima de 130m. [InovaBR,2021]



Figura 14: Mapa de localizações das futuras implantações das áreas de escapes KM 219+500 e 233+000 BR-101 [Ministério da ANTT]

9.2.2. RioValadares (BR-116/465/493/MG/RJ)

Trata-se da única rota, a partir da cidade do Rio de Janeiro, disponível para se contornar a Baía de Guanabara, permitindo o acesso à Região dos Lagos, ao norte do estado, e às regiões Norte e Nordeste do país. O trecho também faz ligação entre as cidades do Rio de Janeiro (RJ) e governador Valadares (MG), sendo estratégica pela extensão e pelo volume de tráfego, junto com outras duas rodovias, a BR-040/MG/RJ e BR-116/RJ/SP. Com previsão para três áreas de escape, km 92+000, km 96+500 e km 99+500 com extensão mínima de 130m.

A previsão para a implantação dos dispositivos próximas a outra, se dá pelo motivo da geometria ter muitas curvas sinuosas. [InovaBR,2021]



Figura 15: Mapa de localizações das futuras implantações das áreas de escapes KM 92+000, 96+500 e 99+500 BR-116 [Ministério da ANTT]

9.2.3. PRvias

Trata-se de 6 lotes de pedágio e área de escape, no estado do Paraná. As áreas de escape se localizam na BR 376/PR no km 297+350 e km 305+300 e na BR 277/PR no km 313+300. [InovaBR,2021]



Figura 16: Mapa de localizações das futuras implantações das áreas de escapes KM 297+350 e 305+300 BR-376 e 313+300 BR-277 [Ministério da ANTT]

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim sendo, o presente trabalho consiste na pesquisa da funcionalidade da área de escape, os dispositivos já existentes na rodovia brasileira e sua eficácia, assim como sua implantação através dos desafios encontrados.

Do conhecimento obtido, podemos observar que no dispositivo de segurança viário ocorre potencialmente em pontos íngremes e sinuosos onde a desaceleração do veículo é maior, como a principal causa a perda dos freios. Portanto se faz necessário nas rodovias que apresentam este ponto crítico, a implantação. Conforme cada ponto crítico, requer um projeto a ser executado através de levantamentos e análises: solo, dimensionamentos, sinalização, drenagem e o fluxo de veículos.

O custo para o porte rodoviário, se torna médio, e claro podendo variar de uma localização a outra. Porém ainda, não tem a implantação dela, em todos os pontos ou previsões nas rodovias brasileira.

Atualmente a infraestrutura de transportes enfrenta vários desafios, e um deles é o aumento da frequência e a gravidade dos acidentes, sendo o primordial a segurança viária daquele que ali trafega. Decorrente dessas informações, a estratégia pelos órgãos, como o Ministério de Infraestrutura é redução de acidentes, inibir as taxas de acidentes e fatalidades.

Devido à alta demanda dos acidentes ocorridos, por veículos pesados, que faz com que o veículo obtenha uma maior desaceleração em um menor espaço de tempo, sem causar danos aos veículos perdendo-o e causando o acidente, como o tombamento e saídas de pista, minimizando a gravidade das ocorrências.

O dispositivo consiste em salvar vidas e reduzir acidentes, fatalidades e os prejuízos ofertados as concessões estaduais, federais e aos usuários. Porém a decisão da utilização da área de escape, e estritamente do condutor, por isso, o plano de orientação na otimização de informações, tem que ser eficaz para que seja utilizada com sensibilização, sabedoria, eficiência.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (4a. ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC.

Argila Expandida-Cinasita -Hidroasfalto – Porto Alegre, acessado em: <https://akronrs.com.br/produto/argila-expandida-cinasita/> na data 14/06/2021 às 14 horas.

Bowman, B. L. e J. A. Coleman (1990). Grade severity rating system. ITE Journal, v. 60, n. 7, p. 19–24.

Demarchi, S. H. (2000). TruPer – Simulador de Desempenho de Veículos Rodoviários e Ferroviários – Manual. Depto. de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá.

DNIT (2006). Manual de Estudos de Tráfego. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Depto. Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.

FHWA (2003). Manual on Uniform Traffic Control Devices (Rev. 2). Washington, DC, U.S. Dept. of Transportation.

MInfraestrutura – Workshop inova@BR – Área de Escape, acessado em: https://www.youtube.com/watch?v=p8TVvnp5_A8&t=4636s na data 26/05/2021 às 11 horas.

Zanoli, P. R. e J. R. Setti (2005). Desaceleração de caminhões sem freios em caixas de retenção preenchidas com agregado artificial. Transporte em Transformação IX: Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 2004. CNT/ANPET. Brasília, LGE: p. 199–219.