INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

ISEL



Leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande inclinação – Metodologia de utilização e de cálculo

VANDA MARIA BOCHECHAS CABRITA FRIÃES DOS SANTOS

Bacharelato em Engenharia Civil

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientadores:

Eng. Armando Teles Fortes, Professor Coordenador, ISEL

Eng.ª Luísa Cardoso Fortes, Professor Adjunto, ISEL

Júri:

Presidente: Doutor João Santos, Coordenador do Curso de Mestrado, ISEL

Vogais:

Eng. Paulo Gil Ferreira Mota, Equiparado a Professor Adjunto no IPS/ Director Técnico da Empresa Cota 200

Eng. Armando Teles Fortes, Professor Coordenador, ISEL

Eng.ª Luísa Cardoso Fortes, Professor Adjunto, ISEL

Novembro 2011

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

ISEL



Leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande inclinação – Metodologia de utilização e de cálculo

VANDA MARIA BOCHECHAS CABRITA FRIÃES DOS SANTOS

Bacharelato em Engenharia Civil

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientadores:

Eng. Armando Teles Fortes, Professor Coordenador, ISEL

Eng.ª Luísa Cardoso Fortes, Professor Adjunto, ISEL

Júri:

Presidente: Doutor João Santos, Coordenador do Curso de Mestrado, ISEL

Vogais:

Eng. Paulo Gil Ferreira Mota, Equiparado a Professor Adjunto no IPS/ Director Técnico da Empresa Cota 200

Eng. Armando Teles Fortes, Professor Coordenador, ISEL

Eng.ª Luísa Cardoso Fortes, Professor Adjunto, ISEL

Novembro 2011

Resumo

Em trainéis descendentes de grande extensão e inclinação, os veículos pesados podem perder a capacidade de frenagem devido à utilização contínua e prolongada dos travões, pelo que, para minimizar potenciais danos em pessoas e bens, têm vindo a ser utilizadas, em alguns casos, infra-estruturas adicionais de segurança denominadas **leitos de paragem de emergência**.

Os leitos de paragem de emergência visam garantir a dissipação da energia cinética dos veículos fora de controlo - em particular os veículos pesados - desacelerando-os de forma controlada e segura, para que possam ser removidos sem que haja prejuízo para o nível de serviço da estrada e com garantia de segurança para os restantes utentes.

Em Portugal existem, desde a década de 1980, leitos de paragem de emergência com diferentes características. Estas infra-estruturas, com as suas particularidades, não estão totalmente adaptadas à norma em vigor, que as regula desde 1994.

A norma Portuguesa e as normas de outros países como França, Espanha, Reino Unido, África do Sul, Austrália, México e Estados Unidos da América recomendam distintas características para esta infra-estrutura adicional com a finalidade de garantir a desaceleração, a recuperação do controlo do veículo e a sua remoção da via.

Com base na análise e comparação dos documentos atrás mencionados, entre outros, apresenta-se uma proposta de medida normativa de modo a uniformizar e garantir o bom funcionamento destes elementos adicionais de segurança rodoviária.

Palavras-chave: Leitos de paragem de emergência; Trainéis descendentes; Nível de serviço; Segurança Rodoviária.

Abstract

In sections with an accentuated gradient and extension the heavy vehicles may lose their control due to the excessive use of the breaks, therefore, to minimize potential damages to people and goods, safety infrastructures called "**emergency stop lanes**" have been constructed in sloping sections.

The aim of the emergency stop lanes is to dissipate the kinetic force from the out of control vehicles – particularly the heavy vehicles - slowing them in a controlled and secure way without affecting the safety and service level of the road.

Since the 80´s, there are in Portugal emergency stop lanes with different features. These infrastructures, with their specifications, are not fully adapted to the 1994 standard currently in force.

Both the Portuguese norm and the standards in use in other countries such as France, Spain, United Kingdom, South Africa, Australia, Mexico and United States of America recommend operational characteristics that have proven their effectiveness in deceleration, recovery of control of the vehicle and its removal from the lane.

Based on the analysis and comparison of the aforementioned documents, among others, the submission of a regulatory measure that standardizes and ensures the operational effectiveness of these emergency stop lanes is proposed.

Keywords: Emergency stop lanes; sloping sections; Service level; Route Safety

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a preciosa colaboração de algumas pessoas:

- Ao Eng.º Teles Fortes e Eng.ª Luísa Fortes, agradeço a tolerância e o incentivo que, em determinados momentos, foram absolutamente fundamentais e sem os quais este trabalho não teria sido possível;

- Ao meu marido, pela paciência e disponibilidade;

- À minha filha, por todas as horas em que não pude estar por perto;

- À minha irmã Ana que esteve sempre disponível;

- Aos amigos que, com paciência e alguma resignação, me ajudaram a completar (mais) esta etapa.

Índice do Texto

1. Introdução 1

1.1. Enquadramento do tema 1

1.2. Objectivos do trabalho 6

1.3. Metodologia e estrutura do trabalho 6

2. Levantamento da situação existente em Portugal 9

2.1. Introdução 9

2.2. Documento de referência 9

2.3. O resultado do inquérito 9

3. Documentos Técnicos Existentes 19

3.1. Portugal, Normas de Traçado JAE 19

3.2. Portugal, Projecto de instrução técnica realizado pela E.P. 24

3.3. Portugal, Normas de Traçado INIR – Projecto Base 31

3.4. Norma utilizada em França 33

3.5. Normas utilizadas em Espanha, Reino Unido e África do Sul. 42

3.6. Norma utilizada na Austrália 51

3.7. Norma utilizada no México 60

3.8. Norma utilizadas nos Estados Unidos da América 70

4. Análise Comparativa 75

4.1. Critério para a adopção de leitos de paragem de emergência 75

4.2. Localização dos leitos de paragem de emergência 81

4.3. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência 83

4.4. Profundidade e tipo de material do fosso do leito de paragem de emergência 86

5. Resultados e discussão 89

5.1. Conclusões do trabalho 89

5.2. Recomendação de Propostas de estudos futuros 90

6. Proposta de medidas normativas 91

6.1. Critério para a adopção de leitos de paragem de emergência 91

6.2. Esquema e localização do leito de paragem de emergência 92

6.3. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência 93

6.4. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência 93

6.5. Outras disposições 94

6.6. Considerações finais 96

Referências Bibliográficas 97

Anexos 103

Índice de Figuras

Figura 1.1 Forças que actuam no veículo em trainel descendente [26].....1
Figura 1.2 Tipos de paragem de emergência [26].....3
Figura 2.1 Leito de paragem de emergência paralela, km 74+000 do IP4 [38].....15
Figura 2.2 Vista geral do leito de paragem de emergência divergente, km 123+920 do IP4. [38].....15
Figura 2.3 Sinalização vertical km 51+400 da EN206 [38].....15
Figura 2.4 Vista geral do leito de paragem de emergência divergente km 36+060 da A25 [38].....15
Figura 2.5 Estrada de acesso à direita - km 36+060 da A25 [38].....16
Figura 2.6 Sinalização horizontal e amortecedor de impacto km 36+060 da A25 [38].....16
Figura 2.7 Pormenor do encaminhamento dos veículos acidentados km 51+400 da EN206 [38].....16
Figura 2.8 Amortecedores de impacto, km 92+100 do IP4 [38].....17
Figura 2.9 Pormenor do encaminhamento dos veículos acidentados, km 156+050 do IP5 [38].....17
Figura 2.10 Posto SOS junto ao leito de paragem de emergência, km 156+050 do IP5 [38].....17
Figura 2.11 Sinalização ocupado / livre junto ao leito de paragem de emergência, km 156+050 do IP5 [38].....18
Figura 3.1 Leito de paragem de emergência de plena largura em planta [28] Portugal J.A.E.....20
Figura 3.2 Perfil longitudinal do leito de paragem de emergência [28] Portugal J.A.E.....20
Figura 3.3 Leito de paragem de emergência de plena largura em planta [39] Portugal E.P.....25
Figura 3.4 Leito de paragem de emergência de semi-largura em planta [39] Portugal E.P.....26
Figura 3.5 Leito de paragem de emergência de plena largura em corte [39] Portugal E.P.....27
Figura 3.6 Leito de paragem de emergência de semi-largura em corte [39] Portugal E.P.....27
Figura 3.7 Fosso do leito de paragem de emergência de plena largura em corte [39] Portugal E.P.....28
Figura 3.8 Leito de paragem de emergência paralelo em planta [21] França.....35
Figura 3.9 Leito de paragem de emergência de plena largura divergente em planta

[21] França.....38
Figura 3.10.Leito de paragem de emergência de plena largura em corte longitudinal
[21] França.....38
Figura 3.11 Leito de paragem de plena largura em corte transversal
[21] França.....39
Figura 3.12 Leito de paragem de semi largura em corte transversal [21] França.....39
Figura 3.13 Sinalização informativa da existência de leitos de paragem de
emergência [24]----------.....40
Figura 3.14 Leito de paragem de emergência de leito divergente de plena largura
em planta [12] Espanha.....44
Figura 3.15 Leito de paragem de emergência paralelo em corte [12] Espanha.....44
Figura 3.16 Leito de paragem de emergência com leito paralelo em planta [1].
África do Sul.....45
Figura 3.17 Leito de paragem de emergência com leito paralelo em corte [1]
África do Sul.....45
Figura 3.18 Leito de paragem de emergência divergente em planta [3].....52
Figura 3.19 Leito de paragem de emergência divergente em corte [3] Austrália.....56
Figura 3.20 Fosso do leito de paragem de emergência divergente em corte
[3] Austrália.....57
Figura 3.21 Delimitação proposta do leito de paragem de emergência em corte
[3] Austrália.....58
Figura 3.22 Leito de paragem de emergência divergente em planta [25] México.....60
Figura 3.23 Leito de paragem de emergência divergente em corte [25] México 64
Figura 3.24 Fosso do leito de paragem de emergência divergente em corte
[25] México.....65
Figura 3.25 Sistema da drenagem dos leitos de paragem de emergência em
corte [25].....68
Figura 3.26 Leito de paragem de emergência divergente em planta [14]
Estados Unidos.....71
Figura 3.27.Localização dos maciços de amarração nos leitos de paragem de
emergência divergentes [14].....73
Figura 6.1 Esquema proposto para leitos de paragem de emergência divergente e de
plena largura.....92

Índice de Quadros

Quadro 2.1 Distribuição geográfica dos leitos de paragem de emergência [38]... 10
Quadro 2.2 Distribuição na rede rodoviária dos leitos de paragem de emergência e ano de construção [38]..... 11
Quadro 2.3 Leitos de paragem de emergência construídos com a via em exploração [38].....
.12
Quadro 2.4 Localização dos leitos de paragem de emergência de semi-largura e paralelos encontrados [38].....12
Quadro 3.1 Valores de coeficiente de atrito para diversos materiais [28] Portugal.....21
Quadro 3.2 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de plena largura [39] Portugal.....27
Quadro 3.3 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de semi-largura [39] Portugal.....27
Quadro 3.4 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de plena largura [21] França.....37
Quadro 3.5 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de semi-largura [21] França.....38
Quadro 3.6 Comprimento de um leito de paragem de emergência com fosso de camada uniforme de inerte [1].....47
Quadro 3.7 Distribuição da dimensão considerada adequada para os inertes a utilizar no fosso dos leitos de paragem de emergência [45] 48
Quadro 3.8 Distâncias aproximadas entre o início dos trainéis descendentes e o leito de paragem de emergência [3].....52
Quadro 3 9 Média de desaceleração para leitos de paragem de emergência com areia e gravilha [3].....54
Quadro 3.10 Valores de coeficiente de atrito para diversos materiais [3] Africa do Sul.....56
Quadro 3.11 Valores de coeficiente de atrito do material a colocar no fosso do leito de paragem de emergência [25] México..... 63
Quadro 3.12 Requisitos dos materiais que formam o leito de paragem de

emergência [25].....65
Quadro 3.13 Valores de coeficiente de atrito dos materiais a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência [13] Estados Unidos América.....72
Quadro 4.1 Comparação de critérios para a implementação de leitos de paragem de emergência 77
Quadro 4.2 Leitos de paragem de emergência que não cumprem quaisquer dos princípios de implementação estudados.....79
Quadro 4.3 Valor necessário de extensão dos trainéis descendentes para justificar a construção de leitos de paragem de emergência de acordo com os princípios estudados.....80
Quadro 4.4 Profundidade do fosso do leito de paragem de emergência segundo as normas estudadas.....86

Lista de símbolos e siglas

Alfabeto Latino

Símbolo:	*Significado:*
D	Comprimento do trainel descendente
E	Extensão do trainel em metros
Fa	Resistência do ar
Fi	Resistência da inércia
Fg	Força de gravidade
Fr	Atrito
G	Pendente da plataforma do leito de paragem de emergência
G	Aceleração da gravidade
H	Altura
I	Inclinação
K	Coeficiente de atrito
Km	Quilómetro
L	Comprimento
Mpr	*Miles per hour*
Nº	Número
Pr	Princípio
P	Pendente longitudinal em %
Qt	Quantidade
R	Raio
Sl	Pendente do leito de paragem de emergência
V	Velocidade de circulação
Vi	Velocidade de circulação inicial
Vf	Velocidade de circulação final
W	Peso

Alfabeto Grego

Símbolo:	*Significado:*
γ_m	Desaceleração em $m*s^{-2}$
γ_r	Desaceleração instantânea em $m*s^{-2}$

Siglas

Sigla:	*Significado:*
A	Auto-Estrada
AASHTO	*American Association of State Highway and Transportation Officials*
CETE	*Département Exploitation Sécurité*
CSIR	*Council for Scientific and Industrial Research*
CSTR	*Centre de la Sécurité et des Techniques Routièrs*
DLI	*Division Liaisons Interurbaines*
EN	Estradas Nacionais
E.P.	Estradas de Portugal, S.A.
E.P.E.	Estradas de Portugal, empresa pública
ER	Estrada Regional
GEE	Gabinete de Estudos Estratégicos da Estradas de Portugal
IC	Itinerário Complementar
ICTAAL	*Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison*
InIR	Instituto Nacional de Infra-estruturas Rodoviárias
IP	Itinerário Principal
JAE	Junta Autónoma de Estradas
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
NCHRP	*National Cooperative Highway Research Program*
PRN	Plano Rodoviário Nacional
RRN	Rede Rodoviária Nacional
SETRA	*Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes*
WSDOT	*Washington State Department Of Transport*

1. Introdução

1.1. Enquadramento do tema

Quando existem trainéis descendentes de grande extensão e inclinação é aconselhável a inclusão no traçado de leitos de paragem de emergência localizados onde seja possível desacelerar e parar os eventuais veículos pesados desgovernados, de forma controlada e segura, sem consequências para o tráfego que circula na via.

A perda de controlo dos veículos resulta fundamentalmente de danos no sistema de travagem do veículo devido a sobreaquecimento, falha mecânica ou porque o condutor não utilizou atempadamente as baixas rotações do motor.

Um veículo em trainel descendente esquematicamente está sob a acção de diferentes forças tais como a resistência do ar, força de inércia, força de gravidade e a força do atrito, que se encontram representadas na Figura 1.1.

Legenda:
Fa - Resistência do ar
Fi - Força de inércia
Fg - Força de gravidade
Fr – Força de atrito
W - Peso próprio do veículo

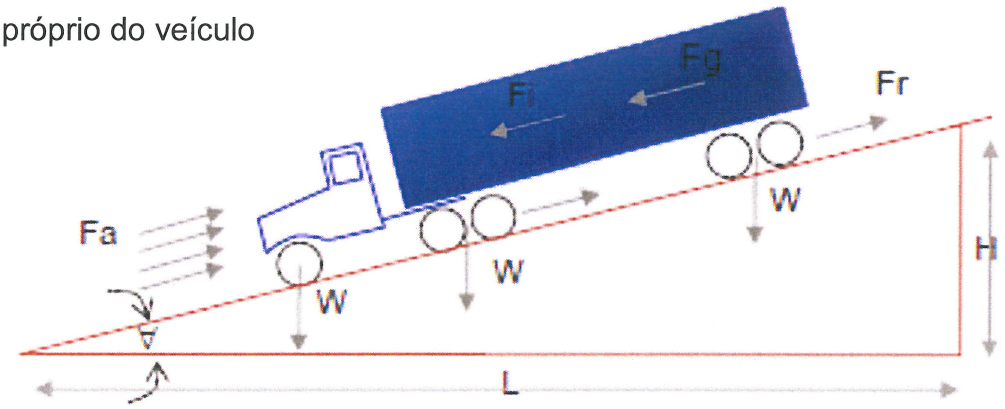


Figura 1.1 Forças que actuam no veículo em trainel descendente. [26]

Para além das forças indicadas na Figura 1.1, também a força do motor e a dos travões afectam a velocidade do veículo. Estas forças podem ser ignoradas no cálculo dos leitos de paragem de emergência, pois estas infra-estruturas são projectadas considerando a situação mais desfavorável, quando os veículos estão sem controlo, em falha do sistema de travões.

A inércia e a inclinação descendente tendem a manter o veículo desgovernado em movimento, enquanto o atrito, a resistência do ar e inclinação ascendente retardam a sua velocidade.

O atrito e a inclinação ascendente podem anular o movimento do veículo. O atrito é a resistência ao movimento gerado pela área de contacto entre os pneus e a superfície e o seu valor depende do tipo de material da superfície de contacto.

Cada material tem o seu coeficiente de atrito, que é um valor estimado com base na realização de numerosos ensaios.

O ar provoca uma resistência significativa para velocidades superiores a 80 km/h e, no entanto, é irrelevante a 30 km/h. O efeito da resistência do ar é normalmente desprezado no cálculo do comprimento de um leito de paragem de emergência.

Neste âmbito define-se por paragem de emergência como sendo as infra-estruturas que se desenvolvem nas imediações da via principal, em zonas de declive longitudinal acentuado, para a retenção de viaturas pesadas com falhas mecânicas ou de travões.

Podemos considerar três tipos de paragens de emergência distintos pelas suas características, como se apresenta na Figura 1.2:

a) Gravítico;
b) Leito de paragem de emergência;
c) Monte de areia.

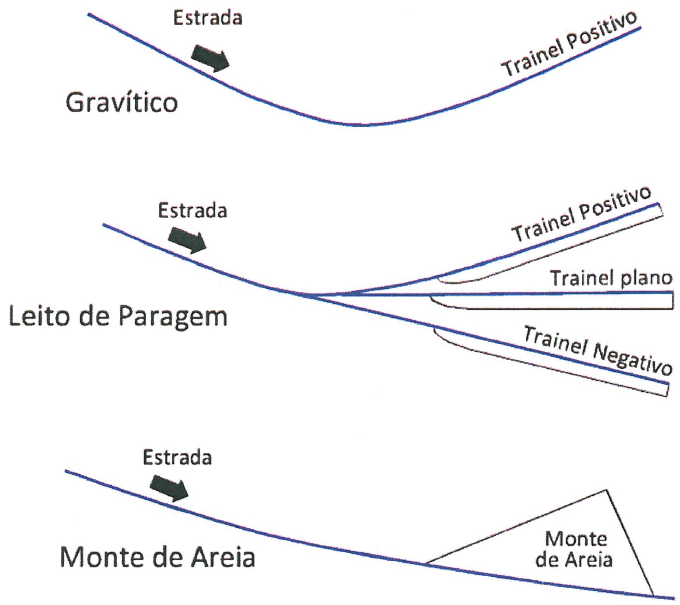


Figura 1.2 Tipos de paragem de emergência [26]

Analisando com maior detalhe os tipos de paragem de emergência apresentados salienta-se as suas seguintes características:

a) A paragem de emergência gravítica é normalmente revestida com pavimento betuminoso ou com um material granular compactado. A paragem do veículo desgovernado realiza-se maioritariamente através da força da gravidade. Estas infra-estruturas têm um grande comprimento e uma inclinação acentuada. O veículo imobilizado na paragem de emergência gravítica pode, através da força da gravidade, iniciar o percurso inverso e conflituar com o tráfego que circula na via.

b) Dentro da categoria de leitos de paragem de emergência existem três classificações pela inclinação da plataforma de emergência:

- Ascendentes, com trainel positivo;
- Horizontais, com trainel plano;
- Descendentes, com trainel negativo.

Quanto à localização do leito de paragem de emergência pode classificar-se como paralela ou divergente.

O leito de paragem de emergência paralelo é aquele que se desenvolve paralelamente à via de circulação, e o leito de paragem de emergência divergente é aquele em que a via de acesso e o fosso se afastam progressivamente da via principal.

O leito de paragem de emergência é constituído por uma plataforma construída fora das faixas de rodagem, em zonas de declive longitudinal acentuado com um fosso preenchido com inerte desagregado não compactado, cuja finalidade consiste em desacelerar e imobilizar eficientemente e em condições de segurança veículos pesados com falhas no sistema de travagem.

Considerando a largura dos leitos de paragem de emergência, estes podem ter a classificação de plena largura e semi-largura.

Um leito de paragem de emergência de plena largura é aquele que tem largura de fosso suficiente para receber em simultâneo pelo menos duas filas de rodado do veículo, e um leito de paragem de emergência de semi-largura tem a largura do fosso capaz de acolher apenas uma fila de rodado do veículo.

O comprimento do leito de paragem de emergência ascendente pode ser mais reduzido do que os leitos realizados em trainel plano ou negativo, devido à inclinação da plataforma.

c) Os montes de areia são compostos, geralmente, de areia desagregada e seca, e, normalmente, o comprimento não excede os 120 metros. A influência da gravidade, neste caso, depende da inclinação da superfície. O aumento do atrito e a paragem do veículo desgovernado é conseguido pela areia desagregada. As desacelerações por este método têm geralmente consequências graves para o condutor.

A areia é afectada pelas condições atmosféricas que a compactam, tornando-a desaconselhada para este tipo de procedimento de emergência. Os montes de areia não são tão seguros quanto os leitos de paragem de emergência.

No âmbito deste trabalho, o estudo incidirá sobre os leitos de paragem de emergência, por serem, presentemente, os mais utilizados.

Adoptou-se neste estudo o termo "leito de paragem de emergência" em detrimento de termos como "saídas de emergência" ou "escapatórias", por se considerar que esta designação é mais abrangente.

Os termos encontrados nos diversos documentos analisados foram, em Francês "*lit d'arrêt*", em Inglês "*emergency stop lane*" e "*truck escape ramp*" e em Espanhol "*lechos de frenado*".

1.2. Objectivos do trabalho

Existem alguns leitos de paragem de emergência na rede rodoviária Nacional. Estas infra-estruturas, construídas ao longo de cerca de três décadas, foram executadas da forma considerada mais adequada na altura da sua construção. Não estão normalizadas e não têm, em muitos casos, os parâmetros considerados necessários e essenciais, que garantam a segurança de pessoas e bens.

Assim, e de forma a preencher as lacunas acima descritas, considera-se como objectivo deste trabalho a apresentação de uma proposta de medida normativa para uniformizar, regulamentar e garantir o bom funcionamento dos leitos de paragem de emergência existentes e os que futuramente sejam construídos.

1.3. Metodologia e estrutura do trabalho

Neste trabalho seguiu-se uma metodologia de estudo do levantamento da situação existente em Portugal, analise e comparação das normas e documentos técnicos de diversos países representativos do que se realiza em matéria de leitos de paragem de emergência e aplicação dos documentos estudados aos elementos obtidos no levantamento conseguido. Com base nos resultados da comparação realizada e as conclusões do trabalho elaborou-se uma proposta normativa.

O presente trabalho divide-se principalmente em três partes.
Numa primeira parte, que corresponde ao capítulo 2 deste documento, estuda-se o levantamento dos leitos de emergência existentes na rede nacional rodoviária, realizado em 2007 pelo Gabinete de Estudos Estratégicos da Estradas de Portugal (E.P.), tomando em consideração a localização, as características geométricas e os dispositivos de segurança. Este estudo foi importante para verificar os critérios utilizados na execução destas infra-estruturas em território nacional.

Na segunda parte, realiza-se um estudo das normas, documentos técnicos relevantes e regulamentos vigentes que se encontra no capítulo 3 deste documento. Foi considerada a Norma de Traçado de 1994 em vigor em Portugal, um projecto de instrução técnica realizado pelo Gabinete de Estudos Estratégicos das Estradas de Portugal (que embora nunca tivesse sido emitido, foi ponderado como base de trabalho), assim como o projecto base das normas de traçado emitidas pelo InIR em Novembro de 2010.

Foram também estudadas e consideradas neste trabalho as normas que estão em vigor em França, Espanha, Reino Unido, África do Sul, Austrália, México, e nos Estados Unidos da América. Foram consideradas as normas vigentes nestes países por se considerarem representativas do que se realiza em matéria de leitos de paragem de emergência.

Para melhor compreensão e comparação, a informação contida nestes documentos foi dividida nos seguintes pontos:

- Documento de referência;
- Critério para a consideração da construção dos leitos de paragem de emergência;
- Esquema e localização dos leitos de paragem de emergência;
- Comprimento e largura dos leitos de paragem de emergência;
- Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência;
- Outras disposições.

Na terceira parte, que corresponde ao capítulo 4 e seguintes, compararam-se os documentos analisados e foram aplicadas as normas estudadas dos diversos países aos elementos obtidos pelo levantamento realizado pela E.P. em 2007.

No capítulo 5 tentaram sistematizar-se algumas conclusões do trabalho e recomendar propostas de estudos futuros.

Com base nos resultados da comparação realizada e as conclusões do trabalho elaborou-se uma proposta normativa, patente no capítulo 6, que pretende a uniformização de critérios para construção de leitos de paragem de emergência, considerando a localização, as características geométricas e necessidades particulares.

2. Levantamento da situação existente em Portugal

2.1. Introdução

Conforme referido anteriormente, foi tomado como base para desenvolvimento deste trabalho, o documento realizado pelo Gabinete de Estudos Estratégicos da Estradas de Portugal, onde é apresentado o levantamento da situação existente em Portugal em 2007. O mesmo pretendia analisar o que havia sido realizado e como haviam sido executados os leitos de paragem de emergência no nosso país. No entanto, eventualmente por não terem sido obtidas respostas de todas as entidades consultadas, o levantamento realizado não ficou completo e, presentemente, face às infra-estruturas entretanto construídas, encontra-se desactualizado. Apesar disso, considerou-se que a sua apresentação constituiria a melhor referência sobre os critérios utilizados em Portugal.

2.2. Documento de referência

Gabinete de estudos estratégicos da Estradas de Portugal E.P.E., informação n.º10-GEE/ZU-05, Leitos de paragem de emergência e Avaliação das respostas ao inquérito, Novembro de 2007. Acessível na biblioteca da E.P. em Almada, Portugal. [38]

2.3. O resultado do inquérito

Em 2007 foi realizado, pela E.P., um inquérito a todas as Direcções de Estradas e à Área de Coordenação de Concessões sobre a existência de leitos de paragem de emergência dentro da sua área de intervenção.

Este inquérito incluiu a seguinte informação:

1 – Localização;

2 – Razões que determinam a construção;

3 – Tipo de leito de paragem;

4 – Elementos do sistema;

5 – Elementos de segurança;

6 – Operações de conservação já executadas;

7 – Dados estatísticos de ocorrências nos últimos cinco anos;

8 – Figuragrafias;

9 – Elementos de projecto.

2.3.1. Localização

Os leitos de paragem de emergência que resultaram das respostas ao inquérito, no total de 38, estão distribuídos geograficamente pelos distritos que se apresentam no Quadro 2.1:

Quadro 2.1 Distribuição geográfica dos leitos de paragem de emergência [38]

Distrito	N.º Leitos de paragem de emergência identificados	Designação da via com leito de paragem de emergência
Aveiro	3	A25
Braga	1	EN 206
Bragança	2	IP4
Guarda	6	EN232, EN 338, IP5 e A25
Lisboa	1	A8
Porto	4	IP4
Vila Real	16	IP4 e A24
Viseu	5	IP5 e A24

Total = 38

É no Itinerário Principal n.º 4, (IP4), e na Auto-Estrada n.º 24, (A24), que a existência dos leitos de paragem de emergência é mais significativa. O IP4 tem 13 e a A24 tem 11 leitos de paragem de emergência. Estas duas vias têm 63% dos leitos de paragem de emergência nacionais, que constam neste registo.

A Auto-Estrada n.º 25, (A25), possui seis leitos no seu traçado e o Itinerário Principal n.º 5, (IP5), apresenta quatro destas infra-estruturas de segurança. A Auto-Estrada n.º 8, (A8), tem um leito de paragem de emergência, sendo os restantes três distribuídos por estradas nacionais.

Existem 18 leitos de paragem de emergência em auto-estradas e 20 em estradas não concessionadas, como se verifica no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 Distribuição na rede rodoviária dos leitos de paragem de emergência e ano de construção [38]

Tipo de via	Designação	N.º Leitos de paragem emergência	Ano execução
Estradas concessionadas	A8	1	2003
	A24	11	1998 – 2007
	A25	6	2003 – 2005
Estradas não concessionadas	IP 4	13	1982 – 1999
	IP 5	4	1987 – 1989
	EN206	1	1989
	EN 232	1	2006
	EN 338	1	2006

O ano de construção dos leitos de paragem de emergência varia entre 1982 e 2007.

O facto de existirem leitos de paragem de emergência na Auto-estrada n.º 1 (A1), entre Lisboa e Porto, que não constam nesta listagem apesar de esta auto-estrada ter ficado concluída e ter sido aberta ao público em 1991, demonstra que o levantamento foi efectivamente parcial.

2.3.2. Razões que determinam a construção

Dos 38 leitos de paragem de emergência identificados, a grande maioria, 86,8%, foi prevista em projecto. Os restantes cinco leitos foram construídos já com a via em exploração, como medida correctiva face à sinistralidade aí ocorrida, sendo os mesmos descriminados no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 Leitos de paragem de emergência construídos com a via em exploração. [38]

Localização		Sentido de circulação
A8	km 8+300	Norte – Sul
IP4	km 92+100	Amarante – Vila Real
IP5	km 71+450	Aveiro – Viseu
IP5	km 73+600	Aveiro – Viseu
IP5	km 123+800	Viseu – Guarda

2.3.3. Tipo de leito de paragem

Das respostas ao inquérito conclui-se que 33 leitos de paragem de emergência são de plena largura e divergentes e que apenas cinco são de semi-largura e paralelos, como se apresenta no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 Localização dos leitos de paragem de emergência de semi-largura e paralelos encontrados. [38]

Localização		Sentido de circulação
ER 338	km 3+570	Oeste – Este
IP4	km 74+000	Norte – Sul
IP4	km 75+850	Norte – Sul
A24	km 89+000	Norte – Sul
A24	km 146+800	Sul – Norte

2.3.4. Elementos do sistema

Inclinação do trainel da estrada

Foram verificadas inclinações entre 5% e 14% no trainel da estrada. No entanto, as inclinações mais comuns encontradas no terreno variam entre 5% e 7%.

Extensão do declive da estrada

A menor extensão encontrada do trainel da estrada é de 175,5 metros com 14% de inclinação. A maior extensão é superior a 5 980 metros com 6% de inclinação.

Cerca de 20% dos declives das estradas têm menos de 1 000 metros de extensão, existindo seis casos com mais de 4 000 metros.

Comprimento do fosso do leito de paragem de emergência

Os comprimentos dos leitos de paragem de emergência variam, no caso dos leitos de plena largura, entre o mínimo de 85 metros e o máximo de 300 metros. Nos leitos de paragem de emergência de semi-largura, os comprimentos oscilam entre 135,5 metros e 323 metros.

Largura da plataforma de emergência

As larguras medidas nos leitos de paragem de emergência de plena largura variam entre 3,5 metros e 5 metros. Nos leitos de paragem de emergência de semi-largura, as larguras encontradas foram de 1,5 a 4,2 metros.

Profundidade do fosso nos leitos de paragem de emergência

A profundidade do fosso varia entre os 0,30 metros e 1,0 metros.

Inclinação do leito de paragem de emergência

As inclinações em leitos de paragem de emergência de plena largura divergentes variam entre -4% e 14%, e em leitos de paragem de emergência de semi-largura paralelos as inclinações encontradas estão entre -6% e 15%.

Guarda rígida

Todos os leitos de paragem de emergência possuem guardas rígidas. No entanto, existem nove leitos de paragem de emergência com guardas de altura inferior a 1,5 metros.

Amortecedor de choque

Estes equipamentos foram instalados em dezasseis leitos de paragem de emergência.

Maciço de amarração

Os maciços de amarração servem para facilitar a retirada dos veículos sinistrados do leito de paragem de emergência. Este dispositivo foi construído em onze dos trinta e oito leitos de paragem de emergência.

Largura da via de acesso

As vias de acesso junto aos leitos de paragem de emergência têm larguras entre 2,6 metros e 5,0 metros.

É importante salientar que, na sua maioria, as vias de acesso foram posicionadas à esquerda dos leitos de paragem de emergência. No entanto foram encontradas sete situações onde a estrada de acesso se encontra à direita dos leitos de paragem de emergência.

2.3.5. Elementos de segurança

Posto SOS

Treze dos trinta e oito leitos de paragem de emergência não têm um posto SOS nas imediações.

Sinalização vertical e sinalização horizontal

Existe sinalização em todos os leitos de paragem de emergência.

Painéis de aviso de leito ocupado

Apenas um leito de paragem de emergência está equipado com este dispositivo.

2.3.6. Operações de conservação já executadas

A maioria das fichas de inquérito é omissa na descrição das operações de conservação e limpeza executadas.

Conforme se pode observar nas Figuragrafias apresentadas no ponto 2.3.8, existe vegetação nos leitos de paragem de emergência, o que indica que estas infra-estruturas não têm tido uma manutenção corrente e adequada ao fim a que se destinam.

2.3.7. Dados estatísticos de ocorrências nos últimos 5 anos

Apesar de ser um dado fundamental para a análise desta temática, a esmagadora maioria das fichas enviadas à E.P. não apresenta os dados estatísticos solicitados. Apenas no caso de cinco dos leitos de paragem de emergência foi enviado o registo das ocorrências e todas elas tiveram lugar em leitos de paragem de emergência de plena largura divergentes.

2.3.8. Reportagem Fotográfica

Apresentam-se, seguidamente, varias fotografias identificadas nas Figuras 2.1 a 2.11, retiradas das fichas de inquérito enviadas à E.P.



Figura 2.1 Leito de paragem de emergência paralela, km 74+000 do IP4 [38]



Figura 2.2 Vista geral do leito de paragem de emergência divergente, km 123+920 do IP4 [38]



Figura 2.3 Sinalização vertical km 51+400 da EN206 [38]

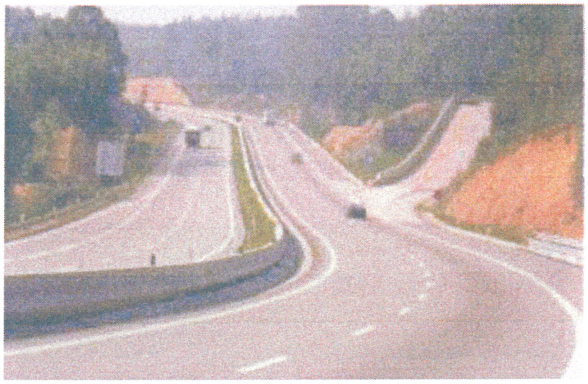


Figura 2.4 Vista geral do leito de paragem de emergência divergente km 36+060 da A25 [38]



Figura 2.5 Estrada de acesso à direita - km 36+060 da A25 [38]



Figura 2.6 Sinalização horizontal e amortecedor de impacto km 36+060 da A25 [38]



Figura 2.7 Pormenor do encaminhamento dos veículos acidentados km 51+400 da EN206 [38]



Figura 2.8 Amortecedores de impacto, km 92+100 do IP4 [38]



Figura 2.9 Pormenor do encaminhamento dos veículos acidentados, km 156+050 do IP5 [38]



Figura 2.10 Posto SOS junto ao leito de paragem de emergência, km 156+050 do IP5 [38]



Figura 2.11 Sinalização ocupado / livre junto ao leito de paragem de emergência, km 156+050 do IP5 [38]

2.3.9. Elementos de projecto

Como Anexo 1, apresenta-se o quadro que resume e compila a informação que foi fornecida pelas Direcções de Estradas e Concessionárias à Estradas de Portugal, no âmbito do inquérito realizado em 2007.

3. Documentos Técnicos Existentes

3.1. Portugal, Normas de Traçado JAE

3.1.1. Introdução

A J.A.E, Junta Autónoma de Estradas, foi criada em 1927 como um organismo com autonomia administrativa e financeira e tinha como missão a "construção de modernas pavimentações, a reconstrução das antigas em longos troços, a reparação e construção das obras de arte mais importantes e o estudo e construção das grandes extensões de estradas que faltam para concluir a rede do Estado".

Em 1999 é realizada uma reestruturação do sector, extinguindo-se a JAE e a JAE Construções S.A. e criam-se, em sua substituição três novos organismos:

- O Instituto das Estradas de Portugal (IEP) a quem competia a coordenação do planeamento estratégico e a gestão das concessões rodoviárias;
- O Instituto para a Construção Rodoviária (ICOR) a quem estava incumbida a construção de novas infra-estruturas;
- O Instituto para a Conservação e Exploração da Rede Rodoviária (ICERR), direccionado essencialmente para a conservação do património rodoviário.

Em 2002, o Instituto das Estradas de Portugal (IEP) integra, por fusão, o Instituto para a Construção Rodoviária (ICOR) e o Instituto para a Conservação e Exploração da Rede Rodoviária (ICERR), extinguindo-se estes dois últimos. O Instituto das Estradas de Portugal (IEP) foi transformado em entidade pública empresarial, com a denominação de E.P. - Estradas de Portugal, E.P.E. em Dezembro de 2004. Em Novembro de 2007 a EP - Estradas de Portugal, E.P.E. foi transformada em sociedade anónima de capitais públicos, com a denominação de E.P. - Estradas de Portugal, S.A., denominação que mantém até à presente data.

Em Novembro de 2007 foi assinado um contrato de concessão entre o Estado Português e a E.P. – Estradas de Portugal, S.A., verificando-se assim, uma

alteração profunda na relação do Estado com a Administração Rodoviária, consubstanciada na atribuição à E.P., S.A. da concessão, financiamento, concepção, projecto, construção, conservação, exploração, requalificação e alargamento da Rede Rodoviária Nacional (RRN) por 75 anos.

A norma presentemente em vigor em Portugal é a Norma de Traçado da já extinta Junta Autónoma de Estradas emitida em 1994.

3.1.2. Documento de referência

JAE - Norma de traçado, JAE P3/94, Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa, Portugal. 1994. [28]

3.1.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

A construção de leitos de paragem de emergência é desejável quando existem declives de grande inclinação, maiores de 6% e com extensão superior a 2 km.

3.1.4. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

Os esquemas do leito de paragem de emergência em planta e em perfil longitudinal são apresentados respectivamente nas Figuras 3.1 e 3.2.

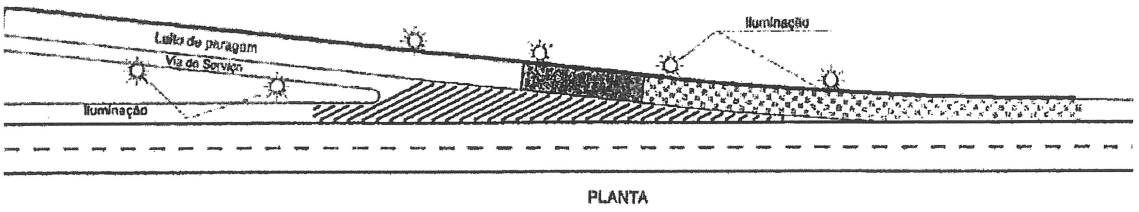


Figura 3.1 Leito de paragem de emergência de plena largura em planta [28]

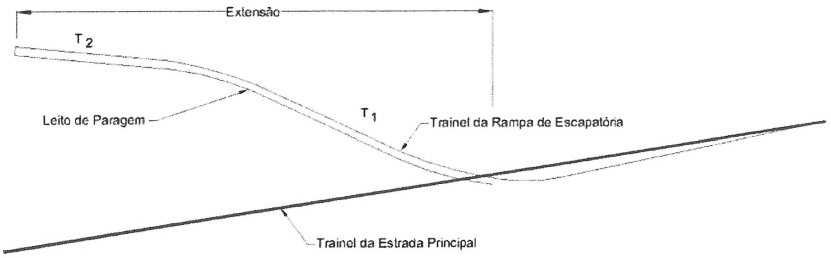


Figura 3.2 Perfil longitudinal do leito de paragem de emergência [28]

Por princípio, em trainéis muito extensos, deve existir um leito de paragem de emergência por quilómetro, desde que haja inclinações nos trainéis iguais ou superiores a 6%.

Sempre que se preveja que a temperatura no sistema de travagem do veículo pesado ultrapasse os 260ºC, deve ser construído um leito de paragem de emergência nesse local.

3.1.5. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

O comprimento do leito de paragem de emergência terá que ser o suficiente para dissipar a energia cinética do veículo descontrolado.

Cada material tem o seu próprio coeficiente de atrito expresso em % de trainel equivalente, como se verifica no Quadro 3.1

Quadro 3.1- Valores de coeficientes de atrito para diversos materiais [28]

Tipo de material	Trainel equivalente %
Agregado britado	5
Seixo	10
Areia	15
Seixo fino	25

No caso dos leitos de paragem de emergência serem de nível ou descendentes a sua extensão tem de ser maior do que no caso de serem em rampa, onde a força da gravidade contribui para a paragem do veículo.

A determinação do comprimento de um leito de paragem de emergência, quando a inclinação do trainel for uniforme, deve ser calculada pela seguinte expressão designada por (3.1):

$$EE = V^2 / 250 * (K + G) \qquad (3.1)$$

Onde:

EE - Comprimento eficaz do leito de paragem de emergência, em metros;

V - Velocidade da entrada na rampa, em km / h;
K - Coeficiente de atrito do material colocado no fosso do leito de paragem de emergência de acordo com o Quadro 3.1, adimensional, expresso em termos equivalentes da inclinação;
G - Pendente da plataforma do leito de paragem de emergência, positivo se for ascendente ou negativo se for descendente.

Recomenda-se que os leitos de paragem de emergência sejam calculados para velocidades de entrada superiores a 120 km / h.

Devido a condicionalismos locais pode acontecer que o leito de paragem de emergência não tenha inclinação constante, por isso é necessário calcular a velocidade no fim da cada trainel de modo a calcular o seu comprimento.

A velocidade da entrada no leito de paragem de emergência pode ser determinada por meio da expressão (3.2):

$$V_f^2 = V_i^2 - 30*EE * (K+G) \qquad (3.2)$$

Onde:
V_f - Velocidade de circulação final no trainel, em km/h;
V_i - Velocidade de circulação inicial no trainel, em km/h;
E - Extensão do trainel, em metros;
K - Coeficiente de resistência ao rolamento, expresso na inclinação do trainel equivalente;
G - Inclinação da cama do leito de paragem de emergência, positivo se for ascendente ou negativo se for descendente.

Quando não for possível assegurar a extensão necessária do leito de paragem de emergência, esta deve ser complementada com um monte constituído pelo agregado utilizado. Estes montes devem ter uma altura compreendida entre 0,6 e 1,5 metros com taludes de 2 metros de altura e 3 metros de base e servem como amortecedores de choque.

3.1.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

A profundidade do leito de paragem de emergência deve ser no mínimo de 30 cm, sendo porém aconselhável a espessura normal de 60 cm.

A espessura do agregado deve variar entre os 10 cm e a profundidade definitiva numa extensão de 30 metros, de modo a facilitar a desaceleração dos veículos.

O material a utilizar nos leitos de paragem de emergência deve ser limpo, de difícil compactação e com elevado coeficiente de atrito.

Os agregados devem ter granulometria uniforme, com dimensão máxima de 3 cm, arredondados e isentos de finos.

3.1.7. Outras disposições

Estradas de acesso

Deve existir uma via de acesso pavimentada, lateral ao leito de paragem de emergência, a fim de permitir a circulação dos veículos de reboque e de conservação, com uma largura mínima de 3 metros.

Drenagem

Deve ser assegurada a drenagem dos leitos de paragem de emergência, para evitar a formação de gelo.

Iluminação

Deve existir iluminação ao longo de toda a extensão do leito de paragem de emergência.

Manutenção

Depois de cada utilização o agregado deve ser regularizado.

Periodicamente o inerte deve ser limpo e reposto o estado de descompactação inicial, com a finalidade de reter os veículos, como previsto, e facilitar a drenagem.

3.2. Portugal, Projecto de instrução técnica realizado pela E.P.

3.2.1. Introdução

Em 2007, o Gabinete de Estudos Estratégicos da Estradas de Portugal S.A. preparou um projecto de instrução técnica referente a leitos de paragem de emergência a utilizar em toda a rede classificada no Plano Rodoviário Nacional, tendo por base o inquérito já anteriormente referido no Capítulo 2 o qual abrangeu todas as Direcções de Estradas e a Área de Coordenação de Concessões.

A Estradas de Portugal, S.A. pretendia, com a emissão deste documento, sistematizar os conhecimentos técnicos adquiridos em Portugal referentes aos leitos das paragens de emergência e especificar os requisitos técnicos e parâmetros de concepção e construção destas infra-estruturas de segurança rodoviária.

Esta instrução técnica não chegou a ser emitida. No entanto, e porque se trata de uma base de norma, considerou-se a sua inclusão neste estudo.

3.2.2. Documento de referência

EP - Estradas de Portugal, Projecto de instrução técnica – Leitos de paragem de emergência, Doc. N.º EP- Estradas de Portugal, E.P.E. / GEE / 01; Ver. 0. 2007. [39].

3.2.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

O critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência é diferente quer sejam estradas já em exploração, quer sejam estradas em fase de concepção.

Em estradas existentes pode considerar-se a introdução de leitos de paragem de emergência realizando uma observação à estrada e sendo efectuada uma análise estatística à sinistralidade aí ocorrida.

Em novas construções considera-se a construção de leitos de paragem de emergência nos casos onde a inclinação dos trainéis descendentes seja superior a 4 %.

Como critério para a construção destes equipamentos aplica-se a expressão designada por (3.3) na qual o produto do quadrado da inclinação do trainel descendente, expresso em %, multiplicado pelo seu comprimento expresso em quilómetros terá que ser superior a 70, para justificar a materialização do leito de paragem de emergência.

$$L \times i^2 > 70 \qquad (3.3)$$

Onde:

L - Comprimento do trainel descendente, expresso em km;

i - Inclinação do trainel descendente, expresso em %.

3.2.4. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

Os esquemas de leitos de paragem de emergência de plena largura e de semi-largura em planta são representados, respectivamente, nas Figuras 3.3 e 3.4.

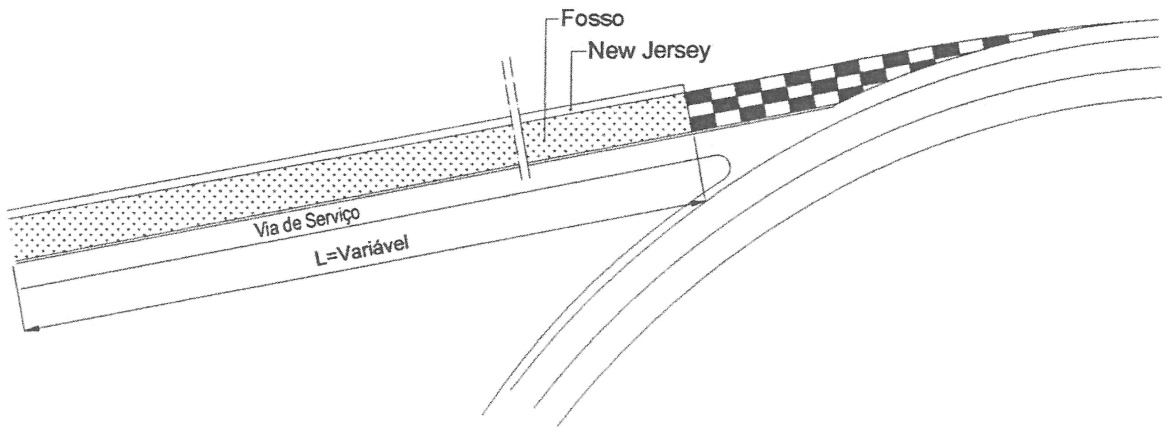


Figura 3.3 Leito de paragem de emergência de plena largura em planta [39]

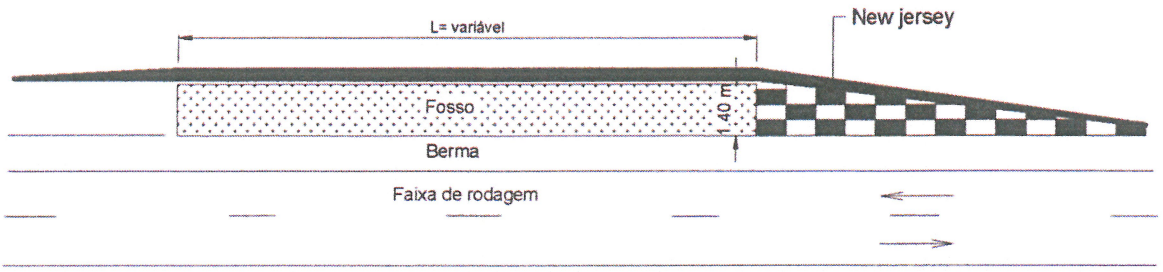


Figura 3.4 Leito de paragem de emergência de semi-largura em planta [39]

Apenas deverão ser construídos leitos de paragem de emergência de semi-largura nas situações em que, por falta de espaço, não seja possível construir leitos de paragem de plena largura.

Os leitos de paragem de emergência devem ser implantados do lado direito da faixa de rodagem descendente em zonas onde a visibilidade seja superior ou igual a 300 metros e preferencialmente num alinhamento recto, ou no início de uma curva à esquerda.

Os leitos de paragem de emergência são implementados entre o meio e o fim do declive.

Deverá ser estudada a implementação de leitos de paragens de emergência em certos pontos singulares precedidos de declives como obras de arte importantes, praças de portagem, curvas apertadas ou zonas de divergência de vias.

3.2.5. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

As distâncias necessárias para imobilizar um veículo pesado num leito de paragem de emergência dependem da velocidade de entrada e do declive do leito de paragem de emergência.

Os Quadros 3.2 e 3.3 indicam o comprimento da trainel do leito de paragem de emergência para situações de plena largura e de semi-largura, respectivamente.

Quadro 3.2 - Comprimento do trainel do leito de paragem de emergência de plena largura [39]

Velocidade de entrada	60 km / h	80 km / h	100 km / h
Com 0% de inclinação	40 m	65 m	90 m
Com 6% de inclinação	50 m	75 m	100 a 120 m

Quadro 3.3 Comprimento do trainel do para leitos de paragem de emergência de semi-largura [39]

Velocidade de entrada	60 km / h	80 km / h	100 km / h
Com 0% de inclinação	70 m	110 m	190 m
Com 6% de inclinação	100 m	175 m	270 m

Os leitos de paragem de emergência de plena largura têm 5,00 metros de largura e devem ser implementadas do lado direito da via, como se representa na Figura 3.5.

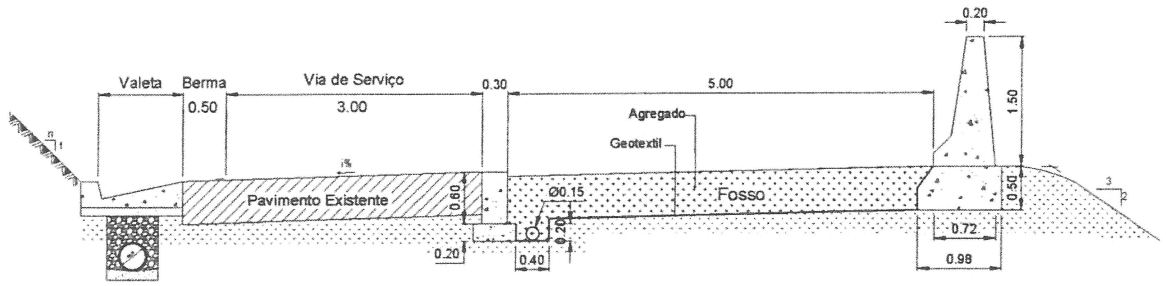


Figura 3.5 Leito de paragem de emergência de plena largura em corte [39]

Os leitos de paragem de emergência de semi-largura têm 1,40 metros de largura, como se verifica através da Figura 3.6.

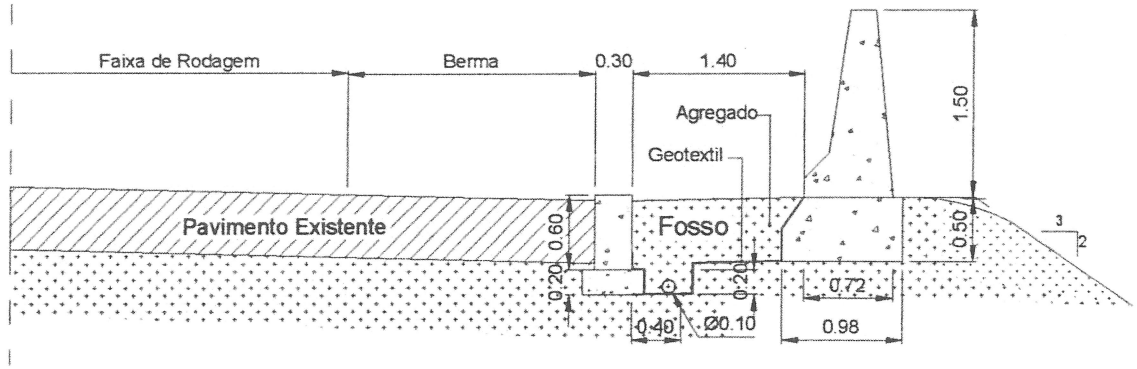


Figura 3.6 Leito de paragem de emergência de semi-largura em corte [39]

3.2.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

O leito de paragem de emergência é constituído por um fosso com 0,50 metros de profundidade cheio de agregado.

As paredes do fosso devem ser betonadas e ter espessura de 0,30 metros.

Deverá ser construído na entrada do fosso um maciço inclinado com 2,00 metros de comprimento para facilitar a saída dos veículos acidentados conforme esquematizado na Figura 3.7.

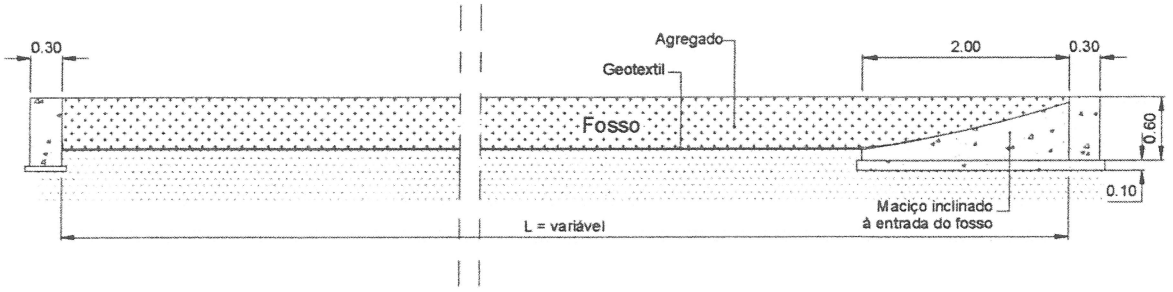


Figura 3.7 Fosso do leito de paragem de emergência de plena largura em corte [39]

A dimensão dos agregados tem influência nas desacelerações obtidas. Os agregados devem ter as seguintes características:

- Devem ser lavados;
- Apresentar granulometria estreita para que o material não se compacte;
- Ausência de elementos finos ou de pequenas dimensões;
- Os elementos devem ser tão esféricos quanto possível;
- É preconizada a utilização de materiais 10/15 ou 10/14.

Periodicamente o agregado de preenchimento do fosso deve ser remexido, para evitar a sua compactação e consequente perda de propriedades de retenção aos veículos que lá entrarem.

3.2.7. Outras disposições

Estradas de acesso

No caso de leitos de paragem de emergência deverá existir, sempre que possível, uma via de acesso com 3 metros de largura paralela ao leito de paragem de emergência para assegurar a circulação dos veículos de reboque e de conservação.

Maciços de amarração

Devem ser previstos maciços de amarração de modo a facilitar os trabalhos de remoção dos veículos do fosso.

Delimitação de leitos de paragem de emergência

Os leitos de paragem de emergência de semi-largura são sempre limitados no bordo exterior direito por um dispositivo *New Jersey* com 1,5 m de altura que servirá de apoio aos veículos pesados, contrariando a tendência de rotação.

O mesmo dispositivo também se aplica aos leitos de paragem de emergência de plena largura quando estes se situam paralelamente à via de circulação.

Para não criar dúvidas sobre a eficácia do sistema de saída de emergência, este não deverá ter qualquer dispositivo amortecedor de impacto na sua extremidade superior.

Drenagem

Deverá ser assegurado o escoamento das águas a fim de evitar a formação de gelo, assegurando inclinação transversal do fundo do fosso, associado a um dreno longitudinal com diâmetro de 0,15 m para os leitos de plena largura e de diâmetro igual a 0,10 m para os leitos de semi-largura.

Sinalização vertical

A construção de um leito de paragem de emergência implica uma pré-sinalização e uma sinalização específicas que devem indicar:

- A percentagem da inclinação do trainel e a sua extensão;
- Conselhos de condução, nas línguas mais correntes.

Em caso de intervenção no fosso, quer porque o mesmo foi ocupado, quer para trabalhos de conservação, convém avisar os automobilistas de que o leito de paragem de emergência não está disponível, através de painéis preparados para esse efeito.

Sinalização horizontal

Preconiza-se, na aproximação ao leito de paragem de emergência, uma marcação com rectângulos alternados brancos e vermelhos com a largura de 1,5 m por 3,0 m de comprimento.

Comunicações

Recomenda-se a instalação próxima de postos de SOS.

3.3. Portugal, Normas de Traçado InIR – Projecto Base

3.3.1. Introdução

O Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, I.P, (InIR) foi criado em 2007 e é um instituto público integrado na administração indirecta do Estado, dotado de autonomia administrativa, que passou a integrar parte das funções anteriormente atribuídas à Junta Autónoma de Estradas e às organizações que lhe sucederam (até à passagem da E.P. Estradas de Portugal a sociedade anónima e a concessionária do Estado em 2007).

O InIR, I.P. tem como missão fiscalizar e supervisionar a gestão e exploração da rede rodoviária, controlando o cumprimento das leis e regulamentos e dos contratos de concessão e subconcessão, de modo a assegurar a realização do Plano Rodoviário Nacional e a garantir a eficiência, equidade, qualidade e a segurança das infra-estruturas, bem como os direitos dos utentes.

São atribuições do InIR, I. P, entre outras, as tarefas de propor medidas legislativas ou regulamentares que tenham por objecto a gestão da rede de infra-estruturas rodoviárias, superintender a segurança e qualidade da infra-estrutura rodoviária, promover a definição e aplicação de normas relativas à qualidade e segurança das infra-estruturas rodoviárias e definir as normas regulamentares aplicáveis ao sector e os níveis de desempenho das infra-estruturas rodoviárias.

O InIR propôs muito recentemente, em Novembro de 2010, uma revisão às normas de traçado, onde inclui um capítulo dedicado às escapatórias para veículos pesados nos declives. Este documento-base serve de orientação em termos nacionais para projectos de leitos de paragem de emergência.

Em comparação com as normas da J.A.E. em vigor, este documento-base altera o critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência assim como o cálculo da sua extensão.

Dos restantes parâmetros considerados, este documento do InIR apenas introduz a necessidade de existirem áreas de verificação dos travões, bem como

sinalização horizontal. No mais, o documento é semelhante às normas do traçado da J.A.E..

3.3.2. Documento de referência

INIR – Instituto de infra-estruturas rodoviárias IP, Disposições normativas, Projecto base - Norma de traçado – revisão, Novembro de 2010. [35]

3.3.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

Prevê-se a construção dos leitos de paragem de emergência quando existam trainéis com inclinações superiores a 3% e com desnível maior que 130 metros.

3.3.4. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

A determinação do comprimento de um leito de paragem de emergência, quando a inclinação do trainel for uniforme, deve ser calculada pela expressão designada por (3.4). Devido a condicionalismos locais pode acontecer que o leito de paragem de emergência não tenha inclinação constante, por isso é necessário calcular a velocidade no fim da cada trainel, pela expressão (3.5).

$$EE = V_f^2 / 254 * (K + G) \quad (3.4)$$

$$V_f^2 = V_i^2 - 254 * E * (K+G) \quad (3.5)$$

Onde:

EE – Extensão do leito de paragem de emergência, em metros;

V - Velocidade da entrada na rampa, em km / h;

K - Coeficiente de resistência ao rolamento, expresso na inclinação do trainel equivalente em %/100;

G – Inclinação do leito de paragem em %/100.

V_f - Velocidade final no trainel, em km/h;

V_i - Velocidade inicial no trainel, em km/h;

E - Extensão do trainel, em metros;

3.4. Norma utilizada em França

3.4.1. Introdução

Em França está em vigor, desde 1993, o guia técnico dos leitos de paragem de emergência, realizado pelo *CETE de Lyon, Département Exploitation Sécurité*, e emitido pelo *SETRA, Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes*, que regula o projecto e construção de leitos de paragem de emergência em auto-estradas com trainéis de forte inclinação.

Em 1997 foi emitida uma nota informativa sobre trainéis descendentes de grande extensão em rodovias tipo auto-estradas, que contém informação mais actualizada.

O Serviço de Estudos sobre Transporte, Rodovias e sua Manutenção ou *SETRA* na sigla em Francês, é um serviço técnico de âmbito nacional do Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável, Transportes e Habitação.

O Méditerannée CETE é um centro de estudos técnicos e de engenharia. Sendo uma agência governamental dependente do Ministério das Obras Públicas e, estando implementada no seio da comunidade técnico-científica, oferece a imparcialidade e a independência de um serviço estatal. Existindo como uma entidade local, o CETE tem, desde sua criação, em 1968, um profundo conhecimento da sua área de operações, sendo este conhecimento uma mais-valia.

3.4.2. Documento de referência

CETE de Lyon - Lits d'arrêts – Guide technique (Project), Bagneux Cedex, France. Février 1993.[21]

SETRA / CSTR - Note D´Information nº 52 – Descentes de Forte pente et de grande longueur sur les routes de type «Autoroute», Bagneux Cedex, France. Février 1997. ISSN: 1250-8675.[20]

3.4.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

A Nota de informação n.º 52 tem por objectivo, entre outros, a definição dos critérios pelos quais poderemos considerar que um determinado trainel não é seguro.

São permitidas duas aproximações que nos ajudam a determinar o critério de risco:

- Análise do comportamento dos veículos pesados nos trainéis descendentes;
- Estudo estatístico da segurança nas secções de auto-estrada com trainéis com inclinação excepcionais quer, pelo seu declive, quer pelo seu comprimento.

Comportamento dos veículos pesados

As travagens prolongadas ou repetidas, sobretudo quando se realizam a grande velocidade, desenvolvem energias elevadas que têm por efeito aquecer perigosamente revestimentos, discos e tambores de travões. Na homologação, os veículos a motor e os reboques são sujeito a um teste de aquecimento que permite garantir uma queda de desempenho inferior a 40% após uma inclinação de 6% em 6 km, mantendo uma velocidade constante de 30 km/h; isto provoca um aumento de temperatura sobre os revestimentos de aproximadamente 350 °C.

Além disso, os tempos de recuperação da eficácia de travagem são lentos: sabendo que, para além de 250 °C, existe perda de eficácia dos travões, e tendo em conta os tempos de recuperação, uma elevação de temperatura superior à 200 °C pode ser considerada como o limite aceitável, o que corresponde a um rácio de d * p > 150 m, sendo o "d" o comprimento da inclinação expressa em metros e o "p" é a pendente longitudinal em percentagem.

Estudo de segurança

Um estudo estatístico efectuado em 22 localizações de auto-estrada sobre diferentes parâmetros globais como o comprimento, inclinação média, tráfego

total, tráfego de veículos pesados mostra que o desnível, superiormente à inclinação média ou o comprimento, representa a variável cuja correlação é mais importante nos sinistros.

Este estudo destaca que, abaixo do desnível de 130 metros, as descidas não parecem gerar um sobrerrisco.

Em conclusão,
Quando os veículos pesados se aproximam dos desempenhos de travagem evocados acima, parece relevante tomar o rácio d * p < 130 m como indicador de risco com implicações na tomada de medidas específicas nas descidas.

Em contrapartida, qualquer que seja o valor de d * p, se p < 3%, as descidas não apresentam carácter especificamente perigoso.

Consequentemente, este indicador de risco deve ser calculado para um comprimento "d" considerado:

- Quando há crescimento na percentagem da inclinação a partir do momento em que p > 3% ;
- Numa inclinação à percentagem degressiva até ao momento em que p < 3 %;

3.4.4. Esquema e localização dos leitos de paragem de emergência

Os esquemas dos leitos de paragem de emergência paralelo e divergente em planta são representados respectivamente nas Figuras 3.8 e 3.9.

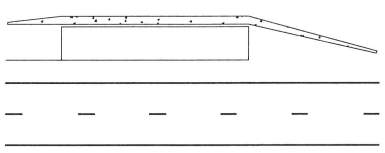


Figura 3.8 Leito de paragem de emergência paralelo em planta [21]

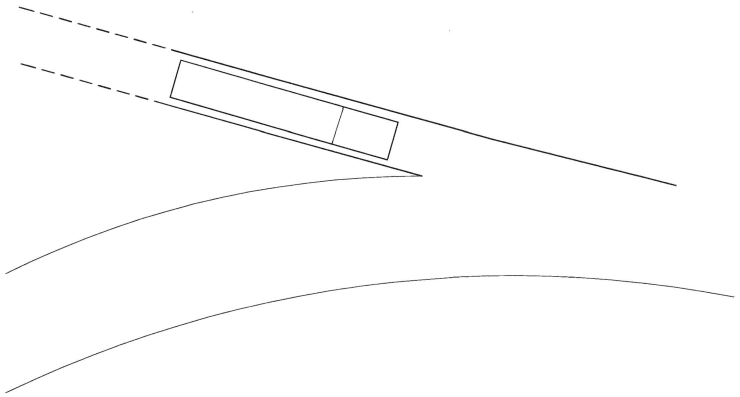


Figura 3.9 Leito de paragem de emergência de plena largura divergente em planta [21]

O guia técnico realizado pelo SETRA menciona alguns parâmetros a seguir na implementação dos leitos de paragem de emergência:

- A montante de um ponto singular como viragem próxima de curva apertada, barreiras para peões, passagem superior, entre outras;
- Em caso de ausência de ponto singular, a implementação do leito de paragem de emergência deverá ser realizada de preferência ao fim do segundo quilómetro descendente;
- Deverá ser colocada preferencialmente à direita;
- Como regra geral, os leitos de paragem de emergência deverão ser implementados em zona com boa visibilidade, cerca de 300 metros, em alinhamento recto, se possível, ou no início de curva à esquerda;
- Dever-se-á evitar a implementação desta infra-estrutura de segurança na proximidade de uma saída devido a:
    - Confusão potencial entre a via de saída e a plataforma de emergência;
    - Sobreposição de sinalização entre as duas situações.

3.4.5. Comprimento e largura dos leitos de paragem de emergência

O comprimento dos leitos de paragem de emergência expresso em metros exprime-se através da equação apresentada em (3.6):

$$X_{max} = V_o^2 / (2 * \gamma_m) \qquad (3.6)$$

Sendo:

V_o – Velocidade de entrada, em m/s;

δ_m – Desaceleração, em m/s^2.

Esta desaceleração depende do tipo de inerte utilizado e do perfil rodoviário conforme expresso pelas equações (3.7) e (3.8).

Assim:

$$\delta_m = \delta_r - g*\sin\alpha \quad (3.7)$$

$$\delta_m = \delta_r - g*p \quad (3.8)$$

Sendo:

g - 9,8 m/s²;

p - Pendente longitudinal, em %;

δ_r - Desaceleração instantânea do veículo, em m/s².

α – Ângulo que o trainel faz com horizontal

Estudos ingleses mostram que aparentemente δ_r é uma constante e que varia em função da velocidade de entrada.

Tendo em consideração as expressões anteriores, verifica-se que o comprimento de um leito de paragem de emergência de plena largura é o que se apresenta no Quadro 3.4:

Quadro 3.4 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de plena largura [21]

Velocidade de entrada	60 km / h	80 km / h	100 km / h
Com 0% de inclinação	40 m	65 m	90 m
Com 6% de inclinação	50 m	75 m	100 a 120 m

Para os leitos de paragem de emergência de semi-largura os valores são globalmente o dobro, como se verifica no Quadro 3.5:

Quadro 3.5 Comprimento da plataforma para leitos de paragem de emergência de semi-largura [21]

Velocidade de entrada	60 km / h	80 km / h	100 km / h
Com 0% de inclinação	70 m	110 m	190 m
Com 6% de inclinação	100 m	175 m	270 m

A dimensão mínima para a construção de leitos de paragem de emergência de semi-largura é de 1,4 metros de largura. Os leitos de paragem de emergência divergentes devem ter o mínimo de 5 metros de largura.

3.4.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

A profundidade do fosso deverá ser de 50 cm, devendo conter cerca de 2 metros de plano inclinado na entrada de modo a facilitar a remoção dos veículos pesados, como esquematizado na Figura 3.10:

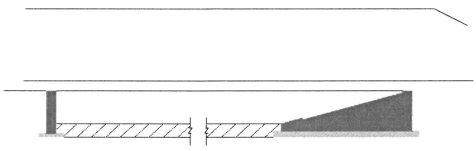


Figura 3.10 Leito de paragem de emergência de plena largura em corte longitudinal [21]

Deverá ser utilizada gravilha lavada, sem finos, com elementos tão esféricos quanto possível para evitar a possibilidade de compactação.

3.4.7. Outras disposições

Estradas de acesso

É uma necessidade a existência de estradas de acesso paralelas às paragens de emergência, de modo a facilitar a remoção dos veículos acidentados.

As estradas de acesso devem ter pelo menos 5 metros de largura e ter o mesmo comprimento do leito de paragem de emergência.

Maciços de amarração

Deverão existir ao longo das plataformas de emergência pelo menos 3 pontos de amarração, de modo a facilitar a remoção dos veículos acidentados. Os pontos de amarração podem ser substituídos por outro sistema que consiga realizar o objectivo último de remoção dos veículos.

Delimitação da plataforma do leito de paragem de emergência

Numa paragem de emergência de semi-largura é obrigatório que o bordo exterior direito seja protegido com barreiras de betão para servir de apoio ao veículo «desgovernado», como se esquematiza nas Figuras 3.11 e 3.12.

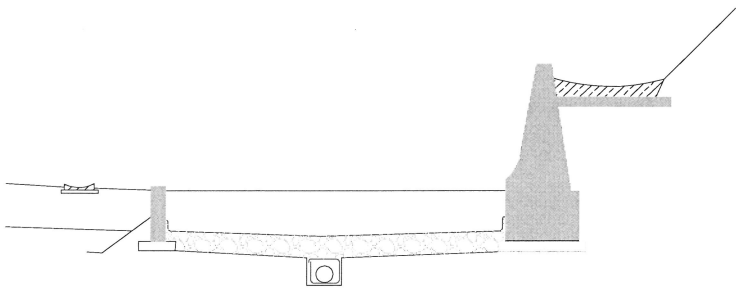


Figura 3.11 Leito de paragem de plena largura em corte transversal [21]

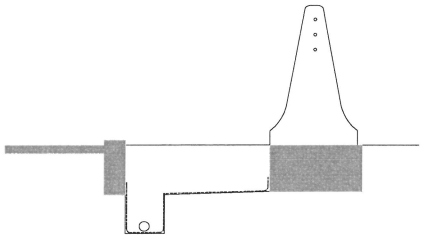


Figura 3.12 Leito de paragem de semi-largura em corte transversal [21]

É desaconselhado colocar dispositivos amortecedores de choque na extremidade do leito de plena largura divergente para evitar levantar dúvidas sobre a eficácia do dispositivo de segurança.

Drenagem

O fosso deverá ser construído com pendente de fundo de 4% e com dreno de fundo de caixa envolto em geotêxtil com ligação à rede de drenagem rodoviária.

Para leitos de paragem de plena largura, o dreno a aplicar será de 150 e para dispositivos de semi-largura será de diâmetro 100.

O terreno adjacente ao leito de paragem de emergência divergente deverá estar munido de sistema de drenagem complementar para evitar passagem de água para esta infra-estrutura de segurança.

Sinalização vertical

A sinalização a utilizar está prevista na instrução interministerial de Setembro de 2002 sobre a sinalização rodoviária nos artigos 118-10 e 72-5.

O artigo 72-5 – Saída de emergência informa que «A sinalização dos leitos de paragem de emergência é obrigatória e deve ser assegurada através do painel C26a se a saída for à direita e através do painel C26b se a saída de emergência for à esquerda.

O painel C26a ou C26b deve ser implantado em pré-sinalização e em sinalização, complementado por uma chapa M1 ou M3 respectivamente. Além disso, no início da sequência de sinalização, pode ser completado por uma chapa M9z, comportando, em várias línguas, a inscrição "Leito de paragem de emergência".

A marcação é realizada em conformidade com o artigo 118-10.

A paragem e o estacionamento devem ser proibidos sobre o leito da paragem de emergência.»

Os painéis C26a e C26b apresentam-se na Figura 3.13.

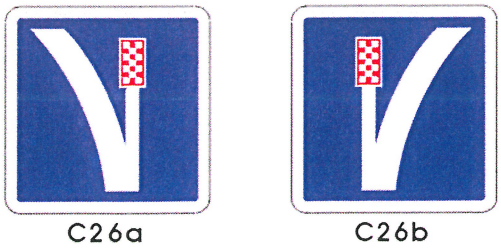


Figura 3.13 Sinalização informativa da existência de leitos de paragem de emergência [24]

Em caso de intervenção ou ocupação dos leitos de paragem de emergência é importante existir um dispositivo electrónico a colocar a 300 metros do leito de emergência que alerte os utilizadores da via para o encerramento temporário desta infra-estrutura de segurança rodoviária.

Sinalização horizontal

O artigo 118-10 informa que «A marcação dos leitos de paragem de emergência é obrigatória. A marcação será realizada com sinais de cor vermelha e branca. Cada sinal tem as medidas de 1.5 por 3.0 metros. Esta sinalização terá início no limite externo da banda de emergência e interrompe-se na frente desta.»

Manutenção

Com a passagem do tempo, os finos irão aparecer no fosso, colmatando os vazios e fazendo com que os leitos percam lenta e progressivamente as suas capacidades de paragem de emergência. É necessário conhecer o período de preenchimento de vazios para identificar a periodicidade óptima da manutenção do equipamento.

Postos SOS

Dever-se-á colocar junto a cada plataforma de emergência um posto SOS para rápido alerta. A localização do posto SOS deverá ser tal que limite o risco de colisão com o veículo desgovernado.

Sistema de alerta automático

Um sistema de avisadores automáticos ligados directamente às autoridades competentes deverá ser instalado nos primeiros metros da plataforma de modo a poder dar o alerta com eficácia e rapidez.

Câmara vídeo e sistema áudio

Estes sistemas poderão ser instalados de modo a complementar o sistema implementado de segurança rodoviária, permitindo uma resposta atempada e mais eficaz.

3.5. Normas utilizadas em Espanha, Reino Unido e África do Sul.

3.5.1. Introdução

As normas destes três países são muito idênticas entre si e reflectem o mesmo conceito base, pelo que se optou por agrupá-las, fazendo notar as suas semelhanças, mas também as suas particularidades.

Em Espanha já existe desde 1976 normativa sobre esta matéria, tendo sido esta complementada pela ordem de serviço 321/95 de 1995.

Em Inglaterra, em Janeiro de 1989, foi emitido um documento de recomendação sobre localização, uso e esquemas das novas infra-estruturas a implementar nas estradas rurais de modo a melhorar o nível de serviço e a seguranças dessas estradas. Este documento é suportado por alguns departamentos estatais ingleses com responsabilidade na área de transportes: *The Highways Agency, The Scottish Office Development Department, the Welsh Office y Swyddfa Gymreig e o The Department of the Environment for Northern Ireland*. Neste documento, intitulado "*Roadside Features*", foi reservado um capítulo para os leitos de paragem de emergência.

As normas em vigor na África do Sul desde 2001 são uma cópia das normas em vigor no Reino Unido.

3.5.2. Documentos de referência

Espanha

Ministerio de Fomento, Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC. Trazado, Dirección General de Carreteras, Madrid, España. Diciembre 1996. [10]

Ministerio de Fomento, Orden Circular 321/95 T. y P - Recomendaciones sobre sistema de contención Dirección General de Carreteras.1995. [Em linha] [Consultado em Janeiro de 2010]. Disponível na Internet em: http://www.carreteros.org/normativa/barreras/oc321_95/apartados/oc.htm [12]

Reino Unido

The highways agency, The Scottish office development department, The Welsh office Y swyddfa gymreig, e The department of the environment for Northern Ireland - Design manual for roads and bridges, TA 57/87 – Volume 6 Section 3 chapter 6,London, United Kingdom. January, 1989. [Em linha] [Consultado em Outubro 2009] Disponível na internet em: http://www.dft.gov.uk/ha/standards/dmrb/vol6/section3/ta5787.pdf

África do Sul

CSIR, Geometric Design Guide, Chapter 8.6, CSIR, Transportek. South Africa. 2001. [Em linha] [Consultado em Novembro 2009] Disponível na Internet em: http://geometricdesign.csir.co.za/PdfDocs/Chapter8.pd [1]

3.5.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

O critério utilizado para a construção dos leitos de paragem de emergência faz distinção entre estradas existentes e novas construções:

- Em estradas existentes pode considerar-se a introdução dos leitos de paragem de emergência ponderando o historial de acidentes com incidência na sua gravidade e prejuízo causado;

- Em novas construções, onde trainéis descendentes de grande comprimento sejam inevitáveis e onde exista uma grande probabilidade de dano causado pelos veículos circulantes, os leitos de paragem de emergência devem ser considerados como parte integrante do projecto de construção inicial.

Como critério propõe-se que, para trainéis descendentes com inclinação superior a 5 %, seja considerado um leito de paragem de emergência sempre que o valor do quadrado da inclinação do trainel descendente em % multiplicado pelo seu comprimento em quilómetros seja superior a 60.

O critério para implementação de um leito de paragem de emergência em projecto onde a inclinação seja superior a 5% é dada pela equação (3.9)

$$L \times i^2 > 60 \qquad (3.9)$$

Onde

L - Comprimento do trainel descendente, expresso em km;

i - Inclinação do trainel descendente, expresso em %.

3.5.4. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

Tanto no Reino Unido como na África de Sul o movimento do tráfego nas vias rodoviárias faz-se de modo oposto ao que se pratica em Espanha e os esquemas, embora semelhantes na sua essência, parecem imagens reflectidas uns dos outros.

Os esquemas do leito de paragem de emergência do leito divergente de plena largura em planta e em corte encontram-se representados, respectivamente, nas Figuras 3.14 e 3.15:

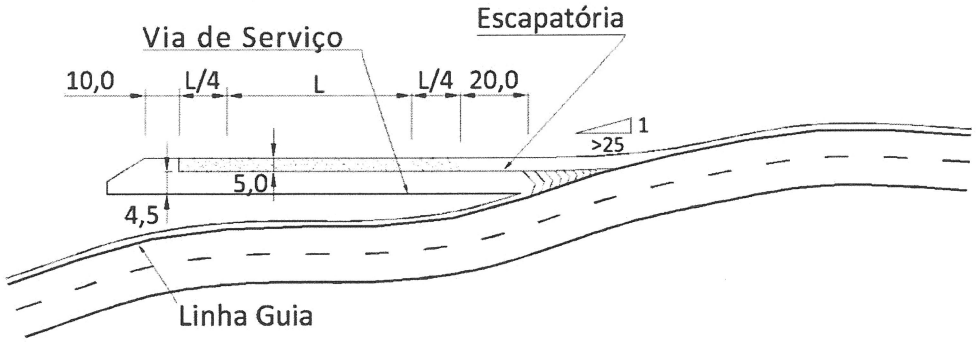


Figura 3.14 Leito de paragem de emergência de leito divergente de plena largura em planta [12]

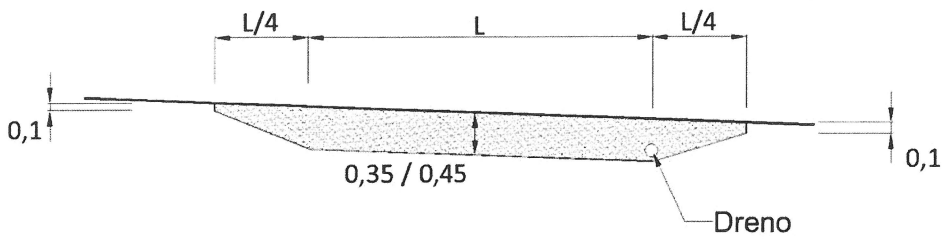


Figura 3.15 Leito de paragem de emergência divergente em corte [12]

Os esquemas do leito de paragem de emergência com leito paralelo em planta e em corte encontram-se representados, respectivamente, nas Figuras 3.16 e 3.17:

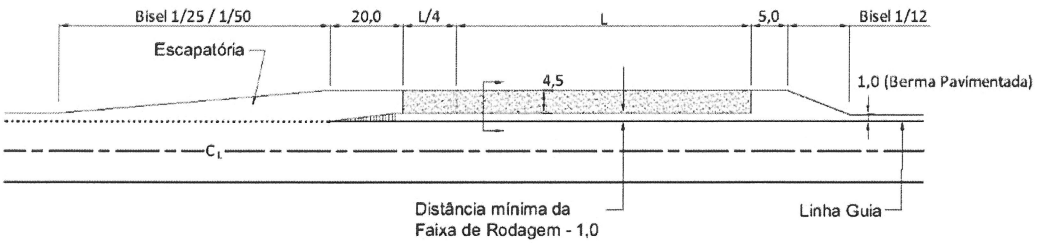


Figura 3.16 Leito de paragem de emergência com leito paralelo em planta [1]

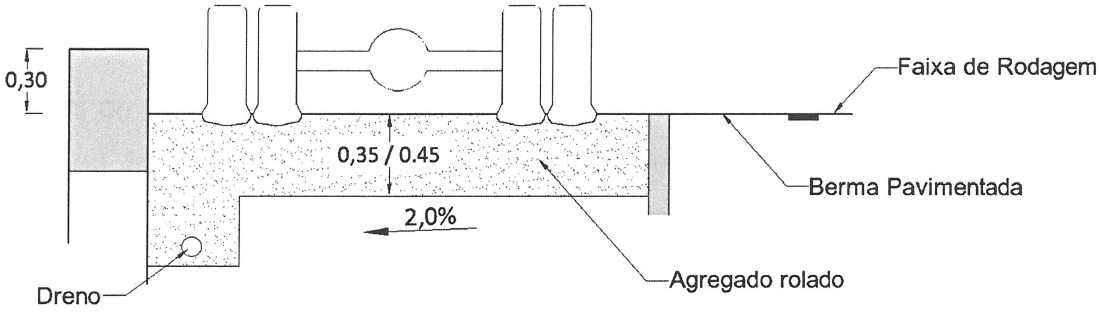


Figura 3.17 Leito de paragem de emergência com leito paralelo em corte [1]

Se o leito da paragem de emergência for divergente, a separação mínima entre o bordo e o pavimento não será inferior a dois metros em Espanha e um metro no Reino Unido ou África do Sul.

Se o leito da paragem de emergência for paralelo, dever-se-á projectar a bifurcação entre o pavimento e a saída de emergência.

Existem factores relevantes a ter em conta quanto à determinação da localização dos leitos de paragem de emergência: acidentes anteriores, comprimento do trainel descendente, condições no final do trainel, percentagem de tráfego pesado, existência de iluminação rodoviária, alinhamento horizontal e topografia (contabilizando o custo de movimento de terras).

É necessário que o condutor tenha uma visibilidade adequada para conseguir dirigir o veículo para o leito de paragem de emergência.

A visibilidade adequada é igual à distância desejável de paragem, ajustada à velocidade máxima prevista de veículos sem controlo.

O leito de qualquer paragem de emergência não deve estar localizado num local passível de induzir em erro os condutores. Por outro lado, também não pode haver necessidade de atravessar o trafego existente para entrar no leito de paragem de emergência.

Deverá, também, ser dada atenção à constituição da bifurcação para a saída de emergência.

Os leitos de paragem de emergência devem ser localizados antes ou no início de curvas de raio pequeno e devem estar implantadas na zona final do trainel descendente do alinhamento anterior.

Se, depois do trainel descendente, houver rampa de comprimento ou inclinação suficiente antes de chegar a uma curva, poderá não haver necessidade de existir qualquer saída de emergência.

Sempre que o leito de paragem de emergência tiver estatísticas de acidentes como principal factor para a determinação da sua localização, será necessário que a implementação das paragens de emergência se situe a uma cota superior ao ponto onde os acidentes ocorrem com maior frequência. A distância real vai depender de condições no local como, por exemplo, topografia, alinhamento, visibilidade ou disponibilidade de localização.

3.5.5. Comprimento e largura do leito de paragem emergência

O comprimento do leito de paragem de emergência deverá ser pensado para conter o veículo com a maior velocidade de entrada e menor rácio de desaceleração, incluindo um factor para imponderáveis como variações de manutenção ou congelamento dos inertes, entre outros factores.

Os comprimentos aqui sugeridos devem ser majorados pelo coeficiente de 1,25 por razões de segurança. As medidas propostas são apresentadas no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 Comprimento de um leito de paragem de emergência com fosso de camada uniforme de inerte [1]

Comprimento de um leito de paragem de emergência com fosso de camada uniforme de inerte	
Máxima velocidade de entrada expectável em km/h	Comprimento sugerido em metros
70 ou menos	45
80	60
100	90
120	130
130	155

Quando o leito da paragem de emergência estiver alinhado com a inclinação da plataforma, o seu comprimento deverá ser aumentado 3% por cada grau de inclinação.

O comprimento do leito de paragem de emergência poderá ser mais reduzido se esta dispuser de sistemas especiais de contenção de veículos.

A largura da plataforma nos leitos de paragem de emergência de plena largura deverá estar compreendida entre 4 e 5 metros.

Nos leitos de paragem de emergência de semi-largura, a largura não deverá ser inferior a 1,4 metros.

3.5.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

Os fossos dos leitos de paragem de emergência devem ter uma altura variável entre 30 cm e 45 cm, a qual deverá aumentar gradualmente desde o início da plataforma para garantir uma entrada suave no leito de paragem de emergência.

Quando existirem restrições ao comprimento da plataforma de emergência, deverá considerar-se aumentar a altura do fosso do leito de paragem de emergência.

É necessário que os pneus do veículo penetrem no material do leito de paragem de emergência de modo a que a força de atrito potencie uma desaceleração eficaz.

O leito de paragem de emergência deve ser constituído por material limpo, não britado, duro, composto maioritariamente por partículas arredondadas. Aconselha-se a utilização de seixo rolado, gravilha calibrada ou inerte artificial leve.

No Quadro 3.7 apresenta-se a distribuição da dimensão considerada adequada para os inertes a utilizar no leito de paragem de emergência.

Quadro 3.7 – Distribuição da dimensão considerada adequada para os inertes a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência. [45]

BS peneiro	% de passagem
05 mm	100%
10 mm	0%

3.5.7. Outras disposições

Estradas de acesso

Está prevista a construção de uma estrada de acesso aos leitos de paragem de emergência divergente, ao longo da plataforma de emergência.

As medidas da estrada de acesso variam de país para país: Em Espanha são propostos 4.5 metros de largura e em Inglaterra 3,6 metros, devendo o acesso ser construído a um metro do leito de paragem de emergência.

Maciços de amarração

Está prevista a existência de maciços de amarração para ajudar na recuperação do veículo no leito da paragem de emergência.

Delimitação da plataforma do leito de paragem de emergência

Deve ser colocado um lancil com altura de 30 cm lateralmente ao leito de paragem de emergência, de modo a delimitar e restringir o movimento lateral.

Nos casos de leito de paragem de emergência divergente está também prevista uma vedação entre a via e o leito de paragem de emergência.

Nos casos de leito de paragem de emergência paralelo será colocada lateralmente uma barreira de betão de modo a delimitar e restringir o movimento.

Drenagem

O material do fosso da plataforma de emergência deverá ter uma drenagem apropriada de modo a não congelar e perder propriedades de atrito.

Sinalização vertical

A entrada para o leito de paragem de emergência deverá estar claramente sinalizada e deverão existir restrições de acesso, para que a entrada destes dispositivos seja mantida livre.

Manutenção após utilização

É necessário repor as condições óptimas no leito de paragem de emergência após cada utilização.

Quando um veículo utiliza o leito de paragem de emergência parte do material de preenchimento do fosso é lançado para a faixa de rodagem e isso pode constituir um incómodo ou perigo para peões e tráfego. A sua remoção é essencial. O uso de material inerte com baixo peso próprio pode ajudar a reduzir o dano durante o período de manutenção, até que a faixa de rodagem seja limpa.

Em locais mais expostos ao vento pode ser necessário cobrir o agregado leve com uma rede protectora, para evitar que o material seja soprado para as áreas adjacentes. A rede protectora não deverá ser colocada em tensão, de modo a

permitir que os rodados dos veículos possam penetrar com facilidade no material do leito de paragem de emergência.

Manutenção de rotina

É necessário periodicamente substituir o material do leito de paragem de emergência de modo a não permitir que finos instalados no fosso alterem a granulometria óptima para a paragem dos veículos. Deverá ser usado um herbicida para não permitir o crescimento de vegetação que irá afectar o desempenho deste equipamento de segurança.

Durante o Inverno, em condições de formação de gelo, poderá ser necessário o tratamento do leito de paragem de emergência com métodos que não permitam o congelamento do inerte.

Construção de área de verificação de travões e áreas de descanso para os travões

Estas áreas devem ser construídas quando existam longos trainéis descendentes e o número de veículos comerciais seja aproximadamente 500 por dia.

A localização destas áreas deverá ter em conta a visibilidade do local, deve conter zonas de aceleração e desaceleração e ter uma dimensão suficientemente para conter vários veículos pesados e semi-trailers.

Estas áreas, quando utilizadas, irão permitir aos veículos iniciar a sua marcha a partir da velocidade zero e em baixas rotações o que poderá fazer a diferença entre uma descida controlada ou desgovernada.

3.6. Norma utilizada na Austrália

3.6.1. Introdução

Austroads é a Associação das Autoridades Rodoviárias Australianas e da Nova Zelândia de transporte e tráfego rodoviário. Este organismo é a principal entidade na Austrália em termos de transporte rodoviário que emite normas para a construção e projecto de estradas, bem como as directrizes para planeamento urbano.

O documento "Road Planning and Design Manual" foi emitido pela 1.ª vez em Agosto de 2000 fazendo referência aos leitos de paragem de emergência. Em Abril de 2002 foi actualizado, não existindo alterações importantes neste capítulo.

3.6.2. Documento de referência

Rural Road Design, Austroads, Road Planning and Design Manual, Chapter 15: Auxiliary Lanes. April 2002. [Em linha] [Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em: http://www.tmr.qld.gov.au/~/media/99a845a7-8227-4ec784f4a0b7f18f5279/rpdm_chapter15.pdf [3]

3.6.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

Quando a inclinação em trainéis descendentes for superior a 6% e o número de veículos pesados exceder os 150 veículos por dia deve prever-se a construção de um leito de paragem de emergência.

A necessidade de leitos de paragem de emergência aumenta se o número de veículos comerciais for superior a 250 por dia.

Em estradas com baixo volume de tráfego - com menos do que aproximadamente 1 000 veículos por dia - os leitos de paragem de emergência podem ser dispensados.

3.6.4. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

O esquema do leito de paragem de emergência divergente em planta é apresentado como Figura 3.18.

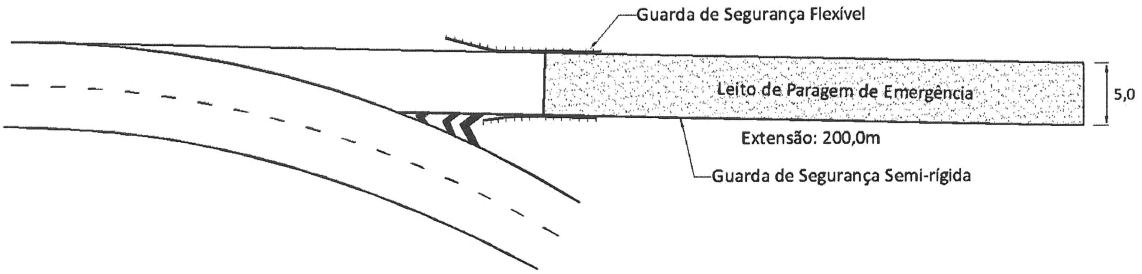


Figura 3.18 Leito de paragem de emergência divergente em planta [3]

Os leitos de paragem de emergência devem estar localizados antes ou no início de uma curva de pequeno raio e na parte final do trainel descendente.

As distâncias aproximadas entre o início dos trainéis descendentes e o leito de paragem de emergência são dadas no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 Distâncias aproximadas entre o início dos trainéis descendentes e o leito de paragem de emergência [3]

Inclinação do trainel descendente (%)	Distância aproximada entre o início dos trainéis descendentes e o leito de paragem de emergência (km)**
6 – 10	3,0
10 – 12	2,5
12 – 15*	2,0
15 – 17*	1,5
> 17*	1,0
* Novos projectos com inclinações > 12% requerem a aprovação do Director Regional Executivo	
** Distâncias dependem da topografia do local, curvatura horizontal e custos	

Poder-se-á aceitar o aumento das distâncias propostas tendo em consideração outros factores como topografia do local, curvatura horizontal e custos, entre outros.

Os leitos de paragem de emergência não devem ser construídos onde os veículos desgovernados tenham necessidade de atravessar o tráfego existente.

O alinhamento da plataforma de emergência deverá ser recto ou com uma curvatura suave com um ângulo inferior a 5º, oferecendo ao condutor suficiente visibilidade.

O início do leito de paragem de emergência deverá estar alinhado de modo a permitir que as duas rodas dianteiras do veículo entrem na plataforma simultaneamente.

A visibilidade condiciona a localização do leito de paragem de emergência e está intimamente ligada à velocidade do veículo. Para velocidades de 120 km/h, a plataforma deveria distar 330 metros e para 130 km/h a distância de visibilidade aumenta para os 390 metros.

3.6.5. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

O comprimento do leito de paragem de emergência deverá ser suficiente para dissipar a energia cinética do veículo.

O comprimento do leito de paragem de emergência com plataformas paralelas é calculado de maneira diferente das plataformas divergentes.

Leito de paragem de emergência paralelo

Para leitos de paragem de emergência paralelos utiliza-se como referência um rácio de desaceleração dependente do material a utilizar no fosso das plataformas de emergência.

Segundo ensaios de campo realizados pela RTA, autoridade de tráfego rodoviário Australiana, foi determinada a média de desaceleração para plataformas de emergência com areia e gravilha que se apresenta no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 Média de desaceleração para leitos de paragem de emergência com areia e gravilha [3]

Material no fosso no leito de paragem de emergência	Rácio de desaceleração em m/s
Areia com 350 mm de espessura	2,8
Areia com 450 mm de espessura	3,4
Gravilha com 350 mm de espessura	3,0
Gravilha com 450 mm de espessura	3,7

De acordo com a experiência da autoridade de tráfego rodoviário Australiana, deve ser utilizada a gravilha de 10 mm de seixo rolado não britado. A areia tem problemas de drenagem, compactação e contaminação e só deverá ser utilizada quando não houver disponibilidade de materiais alternativos. A areia requer uma manutenção rigorosa de modo a manter a sua eficiência.

O cálculo do comprimento do leito de paragem de emergência com plataforma paralela utiliza a expressão (3.10).

$$L = V^2 / (26 * a + 2{,}55 * G) \qquad (3.10)$$

Sendo:

L – Comprimento total do leito de paragem de emergência excluindo os primeiros 50 metros, em metros;

V – Velocidade de entrada no leito de paragem de emergência expressa em km/h

a – Rácio de desaceleração, em m/sec;

G – inclinação em % - positiva em trainéis ascendentes, negativa em trainéis descendentes.

Nota:

A velocidade de entrada depende dos seguintes factores:

- Peso do camião;

- Coeficiente de atrito;
- Resistência do ar;
- Velocidade inicial;
- Inclinação longitudinal;
- Comprimento do trainel inclinado.

Os primeiros 50 metros do leito de paragem de emergência providenciam uma entrada gradual e segura na total profundidade do fosso do leito de paragem de emergência. Este comprimento não está incluído nos cálculos de comprimento do leito de paragem de emergência.

Onde não exista espaço suficiente para incorporar o leito de paragem de emergência com comprimento para parar um veículo desgovernado com a velocidade prevista, a altura do fosso deverá ser aumentada de 35 cm para 45 cm. A experiência indica que alturas de fosso superiores a 45 cm poderão ser necessárias, mas há que estudar as situações específicas caso a caso.

Leito de paragem de emergência divergente

O comprimento destas plataformas depende da inclinação do leito de paragem de emergência divergente e do material utilizado.

Wambold e al (1988) recomendam a equação expressa como (3.11) para estes casos:

$$L = (0{,}004 * V^2) / (R + G / 100) \qquad (3.11)$$

L – Comprimento total da saída de emergência em metros;
V – Velocidade de entrada na saída de emergência expressa em km/h;
G – Inclinação em % ;
R – Coeficiente de Atrito.

Os valores de coeficiente de atrito R para diferentes materiais são dados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 Valores de coeficiente de atrito para diversos materiais [3]

Material de revestimento	Coeficiente de Atrito
Betão	0,010
Betuminoso	0,012
Gravilha, compactada	0,015
Terra, areia	0,037
Agregado britado, solto	0,050
Gravilha, solta	0,100
Areia	0,15

O leito de paragem de emergência divergente deverá ter uma largura total de 10,5 metros e ter na sua composição 5,0 metros de plataforma de emergência, 3,0 metros de estrada de acesso, 1,0 metros de berma direita e 1,5 metros de berma esquerda.

O esquema do leito de paragem de emergência divergente em corte é apresentado na Figura 3.19.

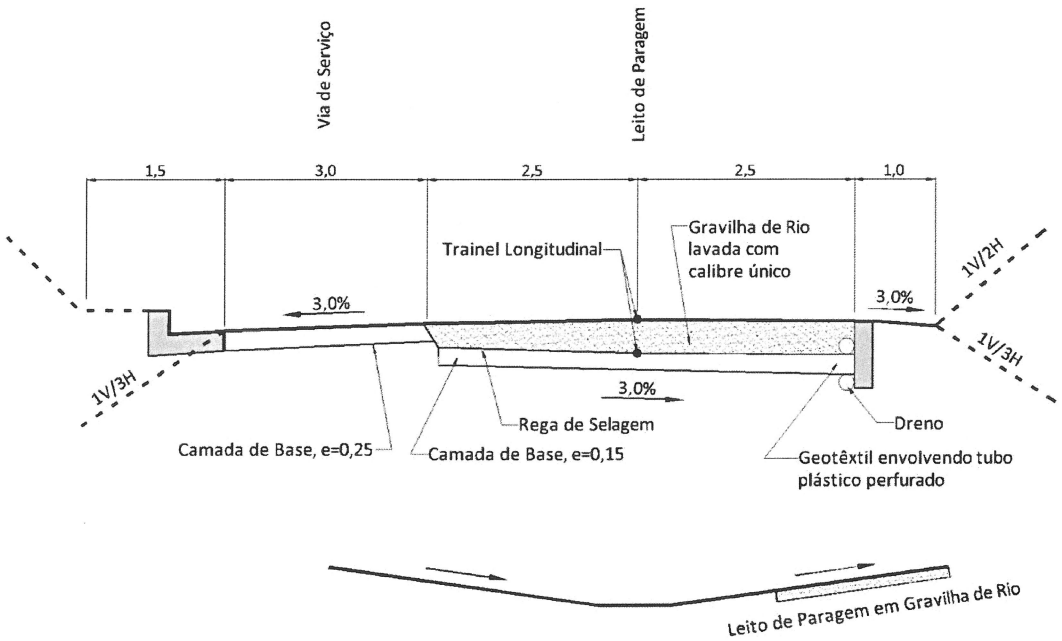


Figura 3.19 Leito de paragem de emergência divergente em corte [3]

3.6.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

A autoridade de tráfego rodoviário Australiana construiu leitos de paragem de emergência e conduziu testes em fossos com espessuras entre 35 a 45 cm. Os fossos com espessura de 45 cm provocaram maior desaceleração.

Para garantir um aumento gradual de desaceleração, os primeiros 50 metros deverão ter uma transição gradual da profundidade do fosso. A partir dos 100 metros o fosso dos leitos de paragem de emergência deve ter 35 cm de profundidade. O fosso deverá ser aumentado nos 25 metros seguintes até aos 45 cm e manter esta profundidade até ao final do seu comprimento de acordo com o representado na Figura 3.20.

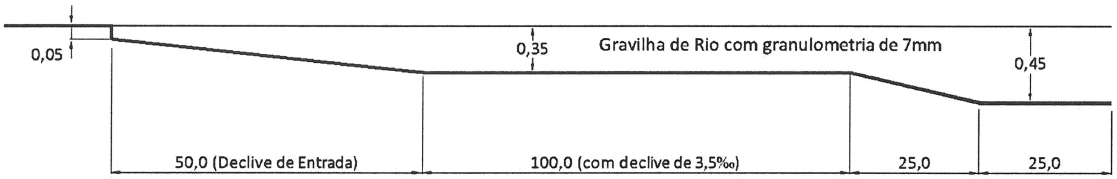


Figura 3.20 Fosso do leito de paragem de emergência divergente em corte [3]

Nos leitos de paragem de emergência tem sido usado, com resultados satisfatórios, seixo rolado ou material natural arredondado não britado de 10 mm.

O inerte deverá ser arredondado de uma só dimensão e não deverá conter finos. As dimensões das partículas deverão estar entre 12 e 20 mm. Devem ser utilizados inertes com alto coeficiente de abrasão e coeficiente de atrito, pois não se deterioram e não produzem finos. O ensaio de Los Angeles é o indicado para verificar os parâmetros atrás anunciados.

3.6.7. Outras disposições

Estradas de acesso

Deverá ser considerada a construção de uma estrada de acesso com 3 metros de largura adjacente ao leito de paragem de emergência para ajuda na remoção do veículo acidentado.

Delimitação da plataforma do leito de paragem de emergência

Se necessário serão colocadas barreiras de betão de um lado do leito de paragem de emergência e do outro poderá ser colocado um lancil, conforme representado na Figura 3.21.

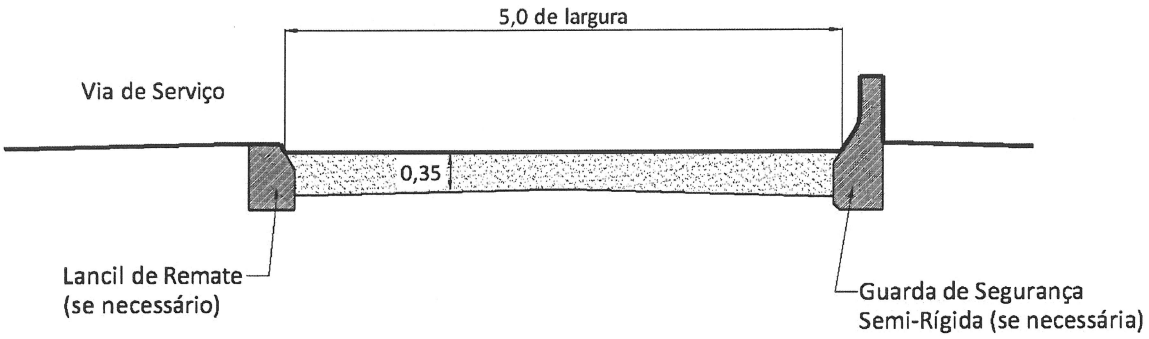


Figura 3.21 Delimitação proposta do leito de paragem de emergência em corte [3]

Quando o comprimento do leito de paragem de emergência é inadequado por questões de topografia do local é necessário introduzir sistemas de último recurso, tais como montes de areia ou de outros inertes ou sistemas de retenção como redes.

É necessária muita ponderação na introdução destes dispositivos considerando as efectivas vantagens ao nível da paragem do veículo desgovernado e possíveis consequências nefastas, como capotamento ou perda de carga.

Drenagem

As plataformas dos leitos de paragem de emergência devem ter dispositivos de drenagem.

Sinalização vertical

Deverá ser colocada sinalização para alertar o condutor sobre a existência de um leito de paragem de emergência.

Manutenção corrente

É necessário proceder periodicamente à descompactação e desagregação do material no fosso do leito de paragem de emergência.

Construção de área de verificação de travões e áreas de descanso para os travões

Estas áreas devem ser construídas quando existam longos trainéis descendentes e o número de veículos comerciais seja aproximadamente 500 por dia.

A localização destas áreas deve ter em conta a visibilidade do local, existência de zonas de aceleração e desaceleração e ter dimensões suficientes para conter vários veículos pesados e semi-trailers.

3.7. Norma utilizada no México

3.7.1. Introdução

A norma oficial Mexicana data de 2009 e incorpora alguns estudos mais recentes.

3.7.2. Documento de referência

Secretaria de Comunicaciones y transportes - Norma oficial Mexicana NOM-036-SCTS-2009, Rampas de emergencia para frenados en carreteras. Junio 2009. [Em linha] [Consultado em Janeiro 2010] Disponível na internet em: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5094562&fecha=16/06/2009 [25]

3.7.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

A construção de um leito de paragem de emergência deve ser considerada nos seguintes casos:

- Veículos com os travões danificados em trainéis descendentes podem ultrapassar velocidades não toleradas em alinhamento horizontal ou 140 quilómetros por hora.
- A ocorrência anual de um acidente fatal causado por veículos desgovernados ou quando estes são a causa de colisões com outros veículos e daí resultam grandes danos materiais.

3.7.4. Esquema e localização dos leitos de paragem de emergência

O esquema do leito de paragem de emergência divergente em planta é apresentado na Figura 3.22.

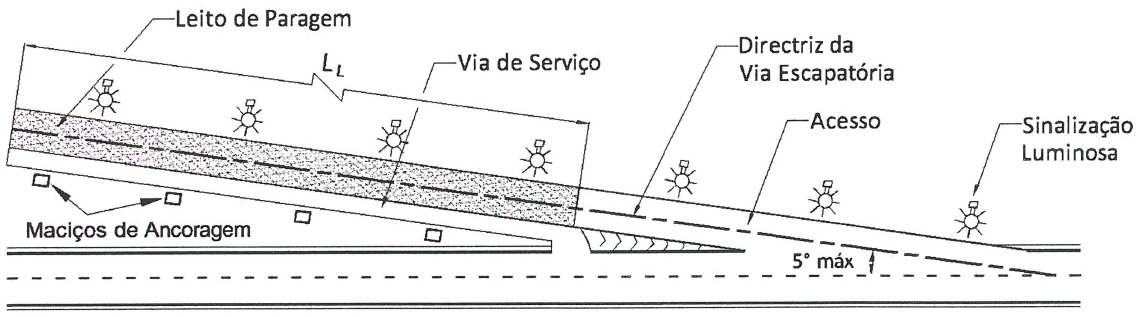


Figura 3.22 Leito de paragem de emergência divergente em planta [25]

Os leitos de paragem de emergência devem ser claramente visíveis para evitar a percepção das descontinuidades que intimidam a entrada nos mesmos.

O acesso aos leitos de paragem de emergência deve ser amplo e suficiente para alojar a plataforma de emergência e o caminho de acesso, com espaço adicional suficiente para os trabalhos de conservação da área.

O ângulo de entrada da plataforma de emergência em relação ao eixo central da estrada deve ser no máximo de cinco (5) graus, de modo a assegurar a estabilidade do veículo durante a manobra de entrada na plataforma de emergência. O alinhamento horizontal da plataforma de emergência deve ser recto.

Deve ser garantido no projecto de leito de paragem de emergência o conhecimento, por parte dos condutores, da existência destes dispositivos, compreensão das manobras a realizar para que deles possam usufruir e confiança suficiente para as utilizar.

Os leitos de paragem de emergência devem estar implantados em locais onde as suas características geométricas não ponham em risco o veículo sem controlo.

Estas infra-estruturas devem ser claramente visíveis de modo a evitar a percepção das descontinuidades que desencorajam a entrada nas mesmas.

Os leitos de paragem de emergência devem estar localizados de modo a evitar que os veículos fora de controlo se cruzem com o restante tráfego.

3.7.5. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

Se a inclinação for uniforme, deve aplicar-se a expressão (3.12) para determinar do comprimento eficaz de um leito de paragem de emergência.

$$L_e = V_e^2 / 254 * (R + SI) \qquad (3.12)$$

Onde:

L_e - Comprimento eficaz do leito de paragem de emergência, em metros;

V_e - Velocidade da entrada no leito de paragem de emergência, em km / h;

R - Coeficiente de atrito do material colocado no fosso do leito de paragem de emergência de acordo com o quadro 3.11, adimensional, expressado em termos equivalentes da inclinação;

Sl - Pendente do leito de paragem de emergência, positivo se for ascendente ou negativo se for descendente.

A velocidade da entrada no leito de paragem de emergência pode ser determinada por meio da expressão (3.13), com um limite máximo de cento e quarenta quilómetros por a hora:

$$V_e = [\, V_p^2 - 254 * \Sigma\, L_{pi} * (R+P_i)]^{1/2} \qquad (3.13)$$

Onde:

V_e - Velocidade da entrada no leito de paragem de emergência, em km/h;

V_p - Velocidade de operação medida ou considerada da estrada, no local onde inicia a secção com pendentes descendentes contínuas ou no local da entrada para o leito de paragem de emergência quando se projecte outra subconsequente, em km/h;

n - Número das subsecções com diferentes inclinações que integram a secção para que o leito de paragem de emergência se projecta, adimensional;

L_{pi} - Comprimento da subsecção i com pendente descendente Pi, em metros;

R - Coeficiente de atrito da superfície do pavimento de acordo com o Quadro 3.11, adimensional;

P_i - Pendente descendente, negativa, da subsecção i de comprimento do Lpi, adimensional.

O valor coeficiente de atrito, R para diferentes materiais é dado no Quadro 3.11:

Quadro 3 11 Valores de coeficiente de atrito em material a colocar no fosso do leito de paragem de emergência [25]

Material no fosso da plataforma emergência	Coeficientes de Atrito R
Seixo britado descompactado	0,050
Seixo do rio descompactado	0,100
Areia descompactada	0,150
Gravilha uniforme descompactada	0,250

Para determinar o comprimento efectivo do leito de paragem de emergência, quando a inclinação é variável deve determinar-se a velocidade do veículo em cada alteração de inclinação. A velocidade final da primeira pendente deve ser calculada e utilizada como velocidade inicial na segunda pendente e assim sucessivamente até que a velocidade final seja igual a zero, segundo as expressões (3.14) e (3.15).

$$VF_j^2 = VI_j^2 - 254 * L_j * (R+- S_j) \quad (3.14)$$

$$L_e = \Sigma L_j \quad (3.15)$$

Onde:

VF_j - Velocidade final no término do subtramo j que é analisada no leito de paragem de emergência, em km/h;

VI_j - Velocidade inicial no subtramo j que é analisada no leito de paragem de emergência, que corresponde, para o primeiro subtramo, à velocidade da entrada (V_e), velocidade final calculada para o subtramo j-1 (VF_{j-1}) imediatamente anterior, expresso, em km/h;

L_j - Comprimento efectivo do subtramo j que é analisado no leito de paragem de emergência, em metros;

R - Coeficiente de Atrito de acordo com o Quadro 3.11, adimensional;

S_j - Pendente do subtramo j que é analisado no leito de paragem de emergência, positivo se for ascendente ou negativo se for descendente, adimensional;

L_e - Comprimento efectivo do leito de paragem de emergência, em metros;

k - Número das subtramos do leito de paragem de emergência com inclinações diferentes, adimensional.

O comprimento total do leito de paragem de emergência, (LL) deve ser 25% maior do que seu comprimento efectivo (Le)

A largura do leito de paragem de emergência deve ser tal que permita a entrada livre dos veículos e a sua remoção. A plataforma deverá ter entre dez a doze metros e o caminho de acesso paralelo três a cinco metros conforme expresso na Figura 3.23.

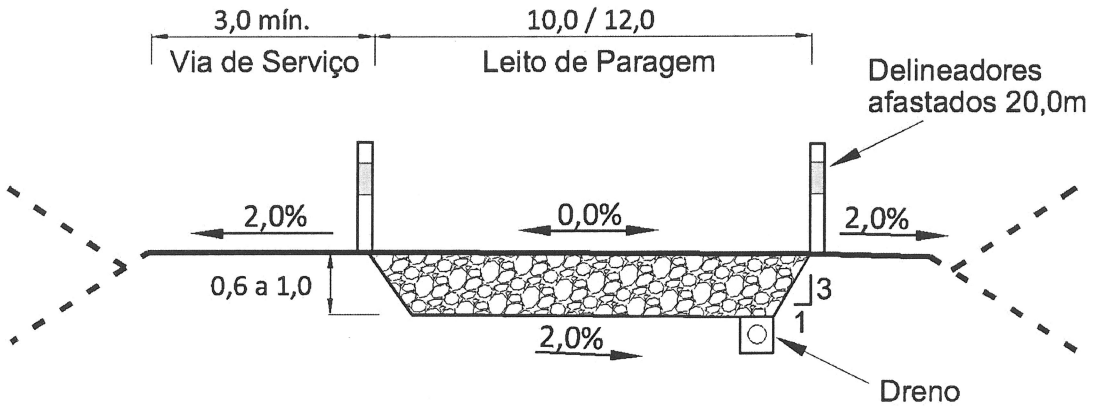


Figura 3.23 Leito de paragem de emergência divergente em corte [25]

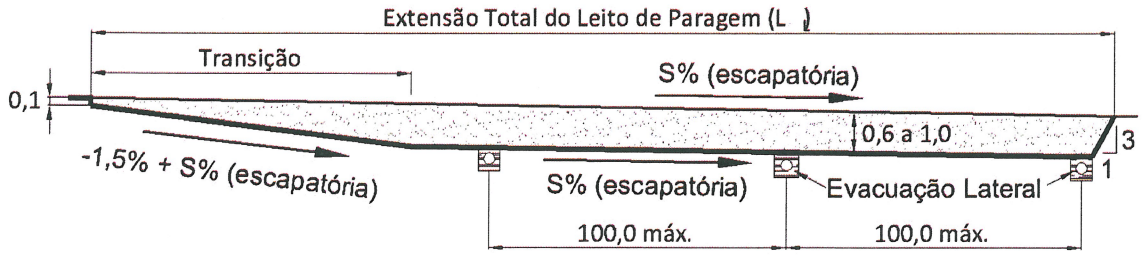
3.7.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

A espessura dos fossos dos leitos de paragem de emergência deverá ser projectada tendo em conta o seguinte:

Os fossos nos leitos de paragem de emergência devem ter uma espessura de 60 cm a 1 metro.

Para evitar desacelerações excessivas, o fosso terá uma espessura de pelo menos de 10 centímetros no ponto de entrada e aumentará uniformemente até alcançar a espessura total de projecto como se esquematiza na Figura 3.24.

Quando o leito de paragem de emergência é construído por cascalho esmagado, a espessura do projecto deve ser no mínimo de 1 metro.



Corte Longitudinal

Figura 3.24 Fosso do leito de paragem de emergência divergente em corte [25]

Os materiais a utilizar nos fossos dos leitos de paragem de emergência devem ser friccionantes, de compactação difícil e limpos de partículas poluentes.

Podem ser constituídos por: gravilha britada, seixo rolado do rio, areia ou gravilha, que cumpram as exigências de qualidade expressas no Quadro 3.12.

Quadro 3.12 - Requisitos dos materiais que formam o leito de paragem de emergência [25]

Granulometria				
Malha		Percentagem que passa		
Abertura	Designação	Seixo rolado	Gravilha	Areia
37.5	1½"	100		
25	1"	95 min		
12.5	½"	35 max	100	
9.5	¾"		95 min	100
6.3	¼"			95 min
4.75	Nº 4	5 max	5 max	
2	Nº 10			5 max
0.075	Nº 200	2 max.	2 max.	2 max.
Características		Valor		
Percentagem máxima de desgaste por abrasão, usando a máquina de Los Angeles		30	30	30
Percentagem máxima de partículas alargadas e achatadas		25	25	25

3.7.7. Outras disposições

Estradas de acesso

Cada leito de paragem de emergência deve conter um caminho paralelo revestido que permita executar sua manutenção e remover os veículos que aí entrarem.

A estrada deverá ter uma largura mínima de 3 metros. Nas zonas de chuvas a estrada deverá ser pavimentada e deverá estar conectada à estrada principal.

A estrada de acesso deve ser projectada de modo a não ser confundida com a plataforma de emergência.

Maciços de amarração

As estradas de acesso devem ser complementadas com maciços de amarração de betão, distribuídos correctamente de modo a servirem como sustentação nas manobras de resgate dos veículos.

Os maciços de amarração devem ser de betão, com dimensões e resistência que permitam a ancoragem e sustentação necessárias às equipas de salvamento.

Estes maciços devem estar colocados ao lado da estrada de acesso paralelamente ao leito de paragem de emergência, separados entre si de forma equidistante, não menos de 50 metros nem mais de 100 metros.

Delimitação do leito de paragem de emergência

Se existirem restrições à construção do comprimento total do leito de paragem de emergência, ou por dificuldades de topografia do terreno ou por limitações físicas, serão colocados dispositivos complementares no limite do leito de paragem de emergência de modo a parar o veículo fora de controlo dentro do comprimento da plataforma.

Estes dispositivos adicionais podem ser:

- Cilindros plásticos cheios com o material especificado pelo fabricante, colocados na plataforma num ponto em que o impacto ocorrerá a uma velocidade menor do que 20 km/h;

- Montículo do mesmo material utilizado no fosso da plataforma com 70 centímetros da altura e 3 metros de base, com inclinações de dois para um (2:1), localizado na plataforma num ponto em que o impacto ocorrerá a uma velocidade menor do que 40 km/h;
- Outros dispositivos que, por meio de testes à escala real, mostraram sua eficácia para parar os veículos sem causar danos aos seus ocupantes.

Em casos onde, pela localização do leito de paragem de emergência, seja necessária a instalação de barreiras de protecção, estas devem ser instaladas obedecendo a um estudo técnico que as justifique.

Drenagem

O sistema da drenagem dos leitos de paragem de emergência deve ser projectado para captar a água da chuva e a água que se infiltra na plataforma, evacuando-a de modo a evitar a acumulação de partículas em suspensão que preencham os vazios do material do fosso, provocando a sua densificação ou compactação, bem como o eventual congelamento da água na plataforma, o que anula a eficácia da infra-estrutura de segurança.

Os leitos de paragem de emergência devem ter uma pendente transversal mínima de 2% no fundo do fosso da plataforma, para interceptar e colectar a água que se infiltre.

No lado mais baixo do fosso do leito de paragem de emergência deverá existir um dreno com uma inclinação longitudinal mínima de 1,5%

O dreno deve consistir em tubos perfurados de betão ou de PVC, com diâmetro interno mínimo de 15 cm, colocado sob uma camada com espessura mínima de 15 cm.

A Figura 3.25 sumariza, em corte, o sistema de drenagem proposto para o leito de paragem de emergência.

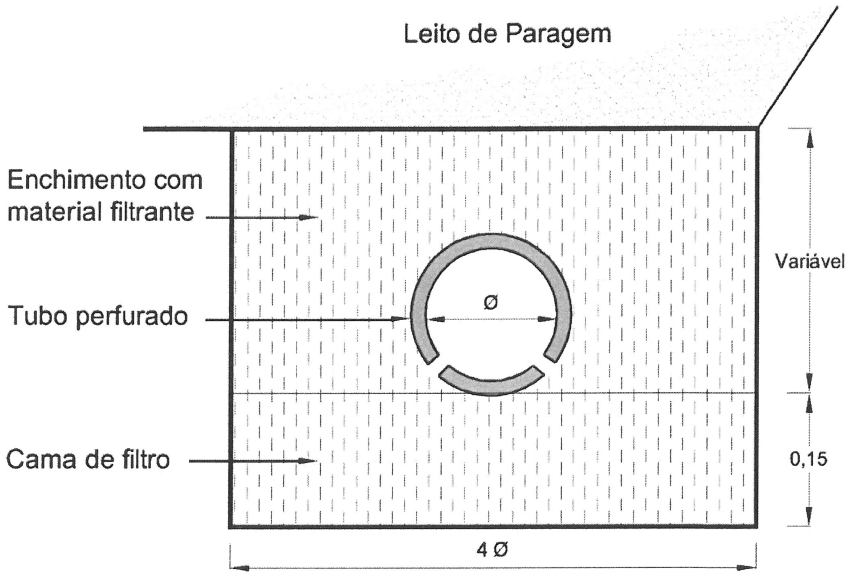


Figura 3.25 Sistema da drenagem dos leitos de paragem de emergência em corte [25]

As saídas da água captada pelo dreno devem ser construídas com material do mesmo tipo mas sem perfurações e colocadas em vala.

As saídas de água deverão ser posicionadas na parte mais baixa do dreno, afastadas no máximo 100 metros umas das outras, de modo a que não sejam submersas nem haja retorno.

As bocas das saídas deverão ser protegidas com grades ou telas pesadas que impeçam actos de vandalismo e a entrada de roedores.

Existem outras possibilidades de execução de drenagem como geodrenos, que são elementos integrados geralmente por placas separadoras plásticas prensadas, com ou sem tubos para a condução da água, forrados com uma membrana sintética permeável conhecida como geotêxtil, que funciona como filtro.

Sinalização vertical

A sinalização vertical dos leitos de paragem de emergência deve integrar sinais restritivos, sinais informativos de destino, sinais informativos de recomendação,

sinais diversos da informação geral e sinais diversos. Os sinais indicados cumprem com o estabelecido na Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003.

Sinalização horizontal

O acesso ao leito de paragem de emergência deve estar perfeitamente distinguível. A área de acesso deve ser pintada, com blocos brancos e vermelhos.

Na entrada do leito de paragem de emergência, para diferenciar claramente a entrada na estrada de acesso e de modo a evitar que os veículos sem controlo aí entrem, devem utilizar-se raias canalizadoras M-5 de acordo com o indicado na Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003.

Para complementar a sinalização horizontal, utilizam-se reflectores de cor vermelha colocados a cada 15 metros nas curvas e a cada 3 metros nas tangentes dos leitos de paragem de emergência.

Iluminação

Os leitos de paragem de emergência devem ser iluminados para facilitar a sua utilização nocturna.

3.8. Norma utilizadas nos Estados Unidos da América

3.8.1. Introdução

Nos Estados Unidos da América os leitos de paragem de emergência são usados desde a década de 1950. As normas utilizadas neste país são emitidas pela AASHTO. A Associação Americana Rodoviária e de Transportes é uma associação sem fins lucrativos, apartidária, que representa departamentos rodoviários e de transportes em 50 Estados, o distrito de Columbia e Porto Rico. O seu principal objectivo é promover o desenvolvimento, operacionalidade e manutenção de um sistema integrado de transporte nacional.

3.8.2. Documento de referência

AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway of Transportation officials. Washington DC, USA. 2001. ISBN 1-56051-156-7. [13]

WSDOT, Design Manual M 22-01.06 –Auxiliary Lanes – page 1270-1 to 1270-22. December 2009. [Em linha] Consultado em Junho 2010. Disponivel na internet em: http://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M22-01/1270.pdf [14]

3.8.3. Critério para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

Para determinar a necessidade da construção de leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande extensão é necessário consultar as estatísticas de acidentes, assim como a manutenção das estradas em exploração.

3.8.4. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

O esquema de leito de paragem de emergência divergente em planta é apresentado na Figura 3.26.

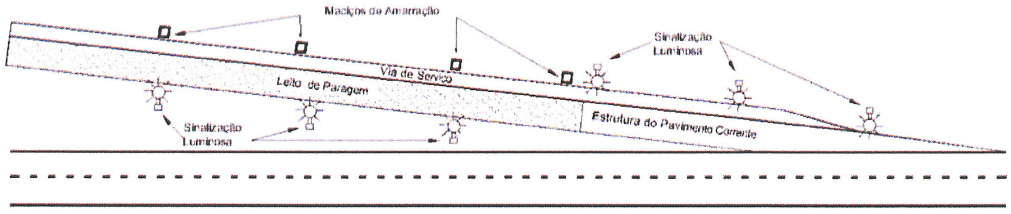


Figura 3.26 Leito de paragem de emergência divergente em planta [14]

A localização de um leito de paragem de emergência depende do terreno existente, do comprimento do trainel descendente e da geometria da estrada.

A sua implementação deverá situar-se antes de uma curva, perto do final do trainel descendente, ou antes de uma paragem.

A entrada do leito de paragem de emergência deverá ser pavimentada até à entrada do fosso, para que o veículo sem controlo consiga entrar com as duas rodas dianteiras ao mesmo tempo no fosso do leito da plataforma.

É desejável que o leito de paragem de emergência seja tangente à estrada principal e esteja localizado pelo menos a 3 milhas, cerca de 4,8 km, após o início da descida.

3.8.5. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

O comprimento do leito de paragem de emergência depende da velocidade, da inclinação e do tipo de projecto adoptado.

O comprimento mínimo a considerar é 200 pés, cerca de 61 metros.

Para o cálculo do comprimento total do leito de paragem de emergência utiliza-se a expressão aqui representada como (3.16)

$$L = V^2 / (0{,}3 * (R + G)) \qquad (3.16)$$

Sendo:

L – Comprimento total do leito de paragem de emergência, em pés;

V – Velocidade de entrada no leito de paragem de emergência, expressa em *miles per hour;*

R – Coeficiente de atrito, adimensional, de acordo com os valores no Quadro 3.13;

G – Inclinação do leito de paragem de emergência, em %.

O Coeficiente de atrito depende do material utilizado na via e consideram-se os valores expressos no Quadro 3.13.

Quadro 3.13 - Valores de coeficiente de atrito dos materiais a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência [13]

Material no fosso do leito de paragem de emergência	Coeficiente de atrito R
Betuminoso	1
Seixo britada descompactada	5
Seixo do rio descompactada	10
Areia descompactada	15
Gravilha uniforme descompactado	25

As velocidades dos veículos fora de controlo raramente excedem os 90 mph (145 km/h), daí considerar-se como velocidade de entrada 90 mph.

Pode considerar-se outro valor para a velocidade de entrada na plataforma de emergência quando a sua justificação e o seu método de cálculo estiverem documentados.

A largura do leito de paragem de emergência depende da necessidade em cada situação específica. É desejável que a plataforma seja suficiente para acomodar mais do que um veículo. A largura necessária para acomodar 2 veículos sem controlo é 40 pés (12,19 metros), sendo no mínimo de 26 pés (7,92 metros).

3.8.6. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

Para auxiliar na desaceleração suave do veículo, aumenta-se a profundidade do fosso do leito de paragem de emergência de 3 polegadas (7,62 cm), no momento

da entrada, para uma profundidade total mínima de 12 polegadas (30,48 cm). É aconselhável que a camada de inerte tenha entre 18 a 30 polegadas (45,72 a 76,2 cm), ou 12 a 36 polegadas (30,48 a 91,44 cm), num comprimento não inferior a 100 pés, ou seja, 30,48 metros.

O material que preenche o fosso deverá ser limpo, não facilmente compactável e com grande coeficiente de atrito.

A utilização de material de granulometria uniforme, assim como a manutenção regular, reduz os problemas da retenção de líquidos e do congelamento.

O material utilizado deverá maximizar a percentagem de vazios de modo a minimizar a coesão e compactação. Seixo e material inerte não britado são bastante utilizados.

3.8.7. Outras disposições

Estradas de acesso

Deverá ser projectada uma estrada de acesso adjacente ao leito de paragem de emergência divergente para permitir a remoção dos veículos dos leitos de paragem de emergência e efectuar a manutenção destes equipamentos.

Maciços de amarração

É desejável ter instalado em intervalos de 300 pés (91 metros), maciços de amarração para ajudar na remoção dos veículos do leito de paragem de emergência, conforme expresso na Figura 3.27.

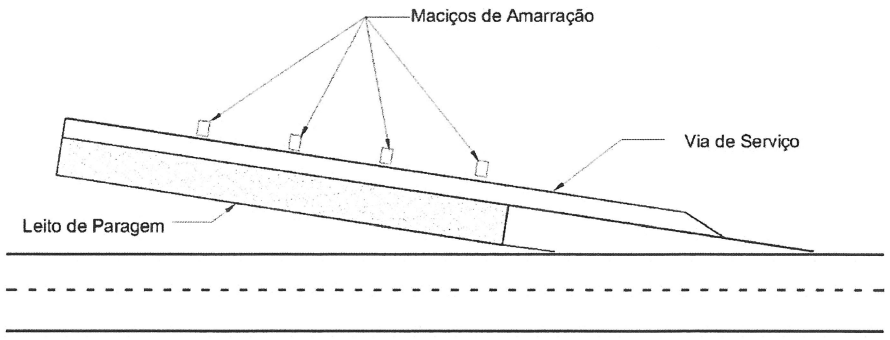


Figura 3.27 Localização dos maciços de amarração nos leitos de paragem de emergência divergentes [14]

Delimitação da plataforma da saída de emergência

É necessário considerar um amortecedor de impacto a colocar no final do leito da plataforma de emergência quando existirem limitações de comprimento.

Drenagem

A prevenção contra o gelo ou compactação necessita de uma drenagem adequada.

Sinalização

Sinalização vertical

É necessário sinalizar atempadamente o leito de paragem de emergência. Deverá garantir-se que os leitos de paragem de emergência serão utilizados exclusivamente para a actividade a que se destinam.

A sinalização vertical deverá estar de acordo com as normas em vigor para paragens de emergência.

Área para verificação de travões

Se possível, no cume ou perto do início do trainel descendente deve providenciar-se uma área para verificação dos travões. Nesta área é necessário incluir sinalética informativa da descida e da existência de leitos de paragem de emergência.

Iluminação

Torna-se necessário providenciar iluminação na aproximação aos leitos de paragem de emergência e na própria infra-estrutura.

4. Análise Comparativa

Tendo em consideração as normas dos diversos países aqui apresentadas foi realizado uma comparação dos itens mais relevantes. No final deste trabalho, no anexo 2, é possível consultar a análise comparativa dos diversos documentos técnicos aqui estudados.

Foi com base nesta comparação que se concluiu o que se refere nos itens seguintes:

4.1. Critério para a adopção de leitos de paragem de emergência

A partir dos documentos estudados, é possível verificar que existem fundamentalmente três critérios para construção dos leitos de paragem de emergência em novas estradas.

Critério 1: Volume de Tráfego

Neste caso é o volume de tráfego que condiciona a construção de leitos de paragem de segurança.

Uma baixa previsão de tráfego pesado nas estradas a construir - menos de 150 veículos pesados por dia ou tráfego inferior a 1000 veículos/dia – não justifica a construção de leitos de paragem de emergência, considerando-se como risco aceitável a não construção destas infra-estruturas. A Austrália segue esta norma.

Dos países estudados, apenas o México e os Estados Unidos consideraram nas suas normas a possibilidade de construir leitos de paragem de emergência em estradas em exploração. Estes países não definiram critérios para a construção desta infra-estrutura em estradas novas.

Critério 2 – Trainel com 6% de inclinação e comprimento superior a 2 km

Este critério de implementação considera necessários leitos de paragem de emergência sempre que o trainel descendente tenha 6% ou mais de inclinação e

quando possua um comprimento igual ou superior a 2 quilómetros. Este é o critério que está presente nas normas de traçado Portuguesas.

Critério 3 – Análise de risco com recurso a expressões matemáticas

Implica uma análise de risco mediante a utilização de expressões matemáticas, estabelecem-se limites entre o que pode ser aceitável e uma possível intervenção.

Utilizaram-se as expressões descritas na norma Francesa (4.1), no projecto de instrução técnica realizado pelo E.P. (4.2) e nas normas Espanha, Reino Unido e África do Sul (4.3).

Expressão 1

$$d * p < 130 \qquad (4.1)$$

Sendo:

d - Comprimento da inclinação expressa, em metros;

p - Pendente longitudinal, em %.

Aplicável quando p > 3%

Expressão 2

$$L \times i^2 > 70 \quad \text{se} \quad i > 4\% \qquad (4.2)$$

Ou

$$L \times i^2 > 60 \quad \text{se} \quad i > 5\% \qquad (4.3)$$

Onde:

L - Comprimento do trainel descendente, expresso em km;

i - Inclinação do trainel descendente, expresso em %.

Aplicável quando i > 4% ou i > 5% respectivamente.

Os critérios 2 e 3 são considerados os mais prudentes, uma vez que ponderam o risco entre o comprimento do trainel descendente e a sua inclinação.

A opção de não execução dos leitos de paragem de emergência devido ao volume de tráfego expectável (critério 1) considera-se perigosa.

Foram realizados cálculos com os dados obtidos no levantamento dos leitos de emergência em Portugal [38] utilizando quatro princípios. Os cálculos realizados são apresentados como Anexo 3.

Princípios de implementação dos leitos de paragem de emergência estudados:

Princípio1: Inclinação superior a 6% e comprimento do trainel superior a 2 quilómetros.

Princípio 2: Inclinação superior a 4% e produto do quadrado da inclinação pelo seu comprimento superior a 70.

Princípio 3: Inclinação superior a 5% e produto do quadrado da inclinação pelo seu comprimento superior a 60.

Princípio 4: Inclinação superior a 3% e produto da inclinação pelo seu comprimento superior a 130.

Numa análise cuidada destes princípios, encontraram-se disparidades. No entanto, quando são aplicadas as expressões matemáticas, os resultados são muito semelhantes entre si.

O universo de leitos de paragem de emergência integrados no documento de referência deste trabalho, apresentado no Capítulo 2 – Levantamento da situação existente em Portugal – é de 38 leitos de paragem de emergência. No entanto, uma dessas infra-estruturas não apresenta dados suficientes para análise.

Assim, dos 37 leitos de paragem de emergência com dados conhecidos, realizou-se uma comparação de princípios para a implementação de leitos de paragem de emergência, cujos resultados se apresentam no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 Comparação de princípios para a implementação de leitos de paragem de emergência

Princípios de implementação	**Princípio 1**	**Princípio 2**	**Princípio 3**	**Princípio 4**
Leitos de paragem de emergência que **obedecem** ao princípio de implementação	12	22	22	20
Leitos de paragem de emergência que **não obedecem** ao princípio de implementação	25	15	15	17

O princípio 1 é muito permissivo ao nível do risco: apesar de se tratar da norma em vigor em Portugal – Inclinação superior a 6% **e** comprimento do trainel superior a 2 quilómetros – vemos que estes dois factores só existem em simultâneo em 12 situações. Considera-se, por isso, que este princípio não se coaduna com o aprofundamento do tema e, no que a este documento diz respeito, não deve ser considerado.

Da observação dos cálculos - princípios 2 a 4 - nota-se que entre 20 a 22 leitos de paragem de emergência obedecem ao princípio de implementação e os restantes 15 a 17 leitos de paragem de emergência não obedecem ao princípio de implementação

Existe uma grande semelhança nos resultados entre os princípios 2 a 4. Os princípios 2 e 3 têm os mesmos resultados. A diferença entre os princípios 2 e 3, e o princípio 4 é de apenas 2 leitos de paragem de emergência. Estes dois resultados dissonantes, no entanto, estão perto do limite estabelecido, obtendo, no princípio 3, o resultado de 116 e 126, quando o mínimo valor para obedecer ao princípio de implementação é 131.

Analisando melhor estes resultados observamos que:

- O leito de paragem de emergência construído no IP5 ao km 71+450, sentido Aveiro – Viseu, foi implementado como medida correctiva. Adicionalmente, ao km 73+600, cerca de 2 km à frente, na mesma via e no mesmo sentido, foi construído outro leito de paragem de emergência também como medida correctiva e este leito de paragem de emergência não cumpre nenhum dos critérios de implementação estudados;

- O leito de paragem de emergência construído na A24 ao km 125+800, sentido Norte – Sul, tem inclinação de 7% com uma extensão de 1800 metros. No entanto, tivesse este trainel mais 70 metros de extensão, este resultado era aceite em todos os princípios.

Pelo observado, podemos concluir que estes dois leitos de paragem de emergência, embora não cumpram os critérios de implementação estabelecidos, foram construídos para melhorar a segurança do traçado.

Atendendo aos leitos de paragem de emergência que não obedecem aos princípios de implementação - princípios 2 a 4 - da tabela temos que:

- Existem 15 leitos de paragem de emergência que foram construídos em Portugal e que, por estes princípios, são desnecessários.
- O valor da inclinação destes trainéis varia entre os 5% e os 14% para comprimentos entre 175 e 2137 metros, respectivamente.

No Quadro 4.2 apresentam-se os leitos de paragem de emergência que não cumprem quaisquer dos princípios de implementação estudados.

Quadro 4.2 – Leitos de paragem de emergência que não cumprem quaisquer dos princípios de implementação estudados

			i>6%	i>4%	i>5%	i>3%
Elementos do Sistema	Inclinação do trainel da estrada (%)	Extensão do declive da estrada (m)	L>2 km	$L*i^2> 70$	$L*i^2> 60$	p*d> 130
			Princípio de implementação			
	4.1	4.2	Pr1	Pr2	Pr3	Pr4
1	6,00%	640,00	Não	23,04	23,04	38,40
3	7,00%	800,00	Não	39,20	39,20	56,00
4	8,00%	200,00	Não	12,80	12,80	16,00
5	14,00%	175,50	Não	34,40	34,40	24,57
7	7,00%	1000,00	Não	49,00	49,00	70,00
13	5,00%	500,00	Não	12,50	12,50	25,00
15	5,50%	500,00	Não	15,13	15,13	27,50
17	5,00%	2000,00	Não	50,00	50,00	100,00
19	8,00%	800,00	Não	51,20	51,20	64,00
22	5,00%	1940,00	Não	48,50	48,50	97,00
23	5,00%	1277,00	Não	31,93	31,93	63,85
25	5,00%	2137,00	Não	53,43	53,43	106,85
26	6,00%	1079,00	Não	38,84	38,84	64,74
28	6,00%	1600,00	Não	57,60	57,60	96,00
30	6,00%	725,00	Não	26,10	26,10	43,50

Tendo como objectivo conseguir dados de sinistralidade que pudessem sustentar a construção destas infra-estruturas de segurança foi realizada uma consulta à Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), que facultou o acesso ao impresso estatístico de acidentes de viação.

Nesse impresso, não são detalhados leitos de paragem de emergência. Não possuindo dados de sinistralidade nestas localizações, não estão disponíveis dados concretos para avaliar a sua eficácia.

O Boletim Estatístico de Acidentes de Viação é apresentado como Anexo 4.

Utilizando as expressões matemáticas apresentadas e tendo em conta a inclinação das vias, procurou-se saber qual deve ser o comprimento do trainel descendente da via para que o leito de paragem de emergência obedeça aos princípios de implementação. O Quadro 4.3 apresenta os valores necessários de extensão dos trainéis descendentes para justificar a construção de leitos de paragem de emergência de acordo com os princípios estudados

Quadro 4.3.Valores necessários de extensão dos trainéis descendentes para justificar a construção de leitos de paragem de emergência de acordo com os princípios estudados

Inclinações	L em metros		
%	$L*i^2 > 70$	$L*i^2 > 60$	$p*d > 130$
3,00	7.778	6.667	4.333
4,00	4.375	3.750	3.250
5,00	2.800	2.400	2.600
6,00	1.944	1.667	2.167
7,00	1.429	1.224	1.857
8,00	1.094	938	1.625
9,00	864	741	1.444
10,00	700	600	1.300
11,00	579	496	1.182
12,00	486	417	1.083
13,00	414	355	1.000
14,00	357	306	929

Mediante a análise do quadro acima, concluiu-se o seguinte:

- Para inclinações de 3%, é necessário que o trainel descendente tenha um comprimento entre 7 778 e 4 333 metros, dependendo do princípio utilizado. A probabilidade destas variáveis ocorrerem numa mesma localização é reduzida.

- Em trainéis descendentes com inclinação superior a 7%, a diferença de resultados entre as expressões utilizadas tende a aumentar, pelo que a decisão de que expressão matemática utilizar exige uma reflexão cuidada que tenha em conta variáveis como o tráfego expectável e o nível de serviço da via.

As expressões matemáticas são similares nos resultados reais, com inclinações maioritariamente entre 5 a 7%. É difícil a escolha de apenas uma expressão, pelo que se considera ponderação entre as equações apresentadas.

Como nota, deve ser mencionado que se consideraram, para a execução dos cálculos, os valores registados nas fichas de inquérito [38], embora se tenham encontrado algumas - quatro - discrepâncias nos valores dados à extensão do trainel descendente da estrada.

Das quatro discrepâncias encontradas, todas na A25, quando se altera o valor da extensão do trainel descendente, o resultado do princípio de implementação também sofre alterações. Os cálculos são apresentados no Anexo 5.

4.2. Localização dos leitos de paragem de emergência

Na generalidade, existe consenso sobre as noções que são dadas nas normas vigentes e nos documentos estudados em relação à localização dos leitos de paragem de emergência.

Esta infra-estrutura deverá ser implementada:

- Onde a visibilidade seja superior ou igual a 300 metros;
- Antes de uma curva, perto do final do trainel descendente ou antes de uma paragem;

- A montante de um ponto singular, nó, área de serviço, obra de arte especial, praça de portagem, curva apertada, zona de divergência de vias, túnel, etc.;
- Os leitos de paragem de emergência não devem ser construídos em locais onde seja necessário atravessar o tráfego existente ou onde os condutores de veículos «desgovernados» possam entrar por engano.

As normas Australiana, Francesa e Norte-Americana fazem referência à distância aproximada entre o início dos trainéis descendentes e o leito de paragem de emergência.

Considera-se que, dada a diversidade de casos existentes, quer em inclinação, quer em extensão do trainel, não se podem uniformizar as distâncias propostas. Pelo contrário, dever-se-á analisar caso a caso, procurando-se a melhor solução.

Deverá também ser dada atenção ao projecto da entrada para o leito de paragem de emergência:

- O alinhamento da plataforma de emergência deverá ser recto ou com uma curvatura suave, com um ângulo inferior a 5 graus, oferecendo ao condutor visibilidade suficiente;

- A entrada do leito de paragem de emergência divergente deverá ser pavimentada até à entrada do fosso, de modo a que o veículo sem controlo consiga entrar com as duas rodas dianteiras simultaneamente na plataforma.

Sempre que as estatísticas de acidentes sejam o factor principal na determinação da construção de um leito de paragem de emergência, é fundamental que a sua localização esteja a uma cota um pouco superior ao ponto onde os acidentes ocorrem com mais frequência.

4.3. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

Foram aplicados os critérios definidos nas normas e documentos estudados aos dados dos leitos de paragem de emergência de plena largura cujo levantamento foi realizado pela E.P. [38]

Foram simuladas duas situações com diferentes velocidades de entrada nos leitos de paragem de emergência: 120 km/h e 140 km/h.
Toma-se como premissa que o material colocado no fosso do leito de paragem de emergência é seixo do rio descompactado ou gravilha solta com o mesmo valor de atrito, porque estes são materiais comuns e abundantes em Portugal.

O Anexo 6 corresponde a este exercício de simulação.

Situação 1 – Expressão (4.4) adoptada pela norma Francesa:

$$X_{max} = V_o^2 / (2*(\breve{o}_r - g*p) \qquad (4.4)$$

Onde:
X_{max} – Comprimento do leito de paragem de emergência, em metros;
V_o – Velocidade de entrada, em m/s;
$\breve{o}_r$ - Desaceleração instantânea do veiculo, em m/s² = 0.3g = 2.94 m/ s² - valor estimado;
g – 9,8 m/s²;
p – Pendente longitudinal, em %.

Situação 2 - Expressão (4.5) adoptada pela norma Portuguesa e Mexicana:

$$L_e = V_e^2 / 254 * (R + Sl) \qquad (4.5)$$

Onde:
L_e – Comprimento eficaz do leito de paragem de emergência, em metros;
V_e – Velocidade da entrada no leito de paragem de emergência, em km / h;

R – Coeficiente de atrito do material colocado no fosso do leito de paragem de emergência sendo o material escolhido para o exercício seixo do rio descompactado com valor 0.10;
SI – Pendente do leito de paragem de emergência, positivo se for ascendente ou negativo se for descendente.

Situação 3 - Valor adoptado pelas normas Espanhola, Inglesa e Sul-africana.
Para velocidade de entrada de 120 km/h, o comprimento do leito de paragem de emergência é de 162,5 metros. Para velocidade de entrada de 140 km/h, o comprimento do leito de paragem de emergência é de 193,75 metros.

De acordo com a norma, estes valores foram majorados em 25%, por razões de segurança.

Situação 4 - Expressão (4.6) adoptada pela norma Australiana:

$$L = (0{,}004 * V^2) / (R + G / 100) \qquad (4.6)$$

Onde:
L – Comprimento total da saída de emergência, em metros;
V – Velocidade de entrada na saída de emergência expressa, em km/h;
G – Inclinação, em %;
R – Coeficiente de atrito da gravilha solta (considerou-se 0.10).

Situação 5 - Expressão (4.7) adoptada pela norma Norte-americana:

$$L = V^2 / (0{,}3 * (R + G)) * 0.3048 \qquad (4.7)$$

Onde:
L – Comprimento total do leito de paragem de emergência, em metros;
V – Velocidade de entrada no leito de paragem de emergência expressa, em mph, sendo 120km/h = 74.56 mph e 140 km/h = 86.99 mph;
R – Coeficiente de atrito, adoptando-se seixo do rio descompactado com o valor de 10;
G – Inclinação do leito de paragem de emergência, em %.

Dos cálculos realizados pode concluir-se que:
As situações 4 e 5, relativas às normas Australiana e Norte-americana obtiveram resultados muito semelhantes, com os leitos de paragem de emergência a necessitarem de comprimentos acima dos 700 metros para uma velocidade de entrada no leito de paragem de emergência de 140 km/h.

A situação 3, que se refere às normas Espanhola, Inglesa e Sul-africana, possui o valor mínimo encontrado. Este valor foi extraído de uma tabela e é independente da inclinação do leito de paragem de emergência.

A situação 2, relativa às normas Mexicana e Portuguesa, tem uma grande disparidade de resultados: a variável que tem maior influência nesta situação é a inclinação do leito de paragem de emergência. Para um leito de paragem de -4.3% é necessário o valor de 1354 metros para fazer parar um veículo «desgovernado», mas se o leito de paragem de emergência tiver inclinação de 10% apenas são necessários 386 metros.

A situação 1 não traduz grandemente a influência da inclinação do leito de paragem de emergência e é maioritariamente influenciada pela velocidade de entrada no leito de paragem de emergência.

Pode observar-se que esta é a situação que mais se adequa aos leitos de paragem de emergência já executados.

Não tendo informação do comportamento desta infra-estrutura de segurança nos acidentes e incidentes ocorridos, é difícil validar um critério para justificar o seu comprimento.

No entanto, observando os resultados dos ensaios realizados na Universidade de *British Columbia* por Hon Wa Yee, documentados como "*A Review to determine the need, location, and design of runaway lanes in British Columbia*" em 1996 [7], no Canadá, para velocidades de entrada de 70 km/h, a distância de paragem varia entre os 100 e os 130 metros. Para velocidades de 140 km/h não existem

registos. Tendo como base os valores destes testes, considera-se a situação 1 como aceitável.

Tanto as normas Espanhola e Inglesa como a Sul-africana consideram que a plataforma deve ter uma largura entre os 4 e os 5 metros.

Em Portugal e na Austrália, as normas ditam que a largura deve ser de 5 metros. O México e os Estados Unidos inscrevem nas suas normas que o leito de paragem de emergência deve acomodar dois veículos. Nos Estados Unidos, a largura oscila entre os 8 e os 12 metros. No México, a regra impõe larguras entre os 10 e os 12 metros.

No contexto nacional considera-se como pouco provável a entrada simultânea de dois veículos no mesmo leito de paragem de emergência. Assim, julga-se suficiente 5 metros para a largura da infra-estrutura de segurança.

4.4. Profundidade e tipo de material do fosso do leito de paragem de emergência

Existem algumas divergências nas normas estudadas no que respeita à profundidade do fosso a considerar. A profundidade do fosso do leito de paragem de emergência, segundo as normas estudadas, está sintetizada no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Profundidade do fosso do leito de paragem de emergência segundo as normas estudadas

Normas dos países	Profundidade do fosso em cm
Portugal e França	50
Espanha, Reino Unido e África do Sul	Entre 30 a 45
México	Entre 60 a 100
Austrália	Entre 35 a 45
Estados Unidos	Entre 45 a 76

Ensaios realizados em leitos de paragem de emergência no Canadá, na Universidade de *British Columbia* [7], demonstram que fossos preenchidos com inertes e com profundidades de 35 a 45 cm são suficientes e não causam danos a um veículo de 5 eixos com 36 toneladas de carga.

Tendo como base este estudo, propõe-se a profundidade do fosso entre 35 e 45 cm.

Existe consenso generalizado quanto ao tipo e às características do material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência.

O material deverá ser limpo, não facilmente compactável e possuir grande coeficiente de atrito e alto coeficiente de abrasão.

O material utilizado deverá maximizar a percentagem de vazios, de modo a minimizar a coesão e compactação. Seixo rolado e material inerte não britado são bastante utilizados.

5. Resultados e discussão

5.1. Conclusões do Trabalho

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões obtidas no âmbito do trabalho desenvolvido para o estudo de critérios normativos de leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande inclinação:

a) Analisando os dados do levantamento da situação existente em Portugal realizado pela E.P. em 2007 [38] expostos no capítulo 2 pode concluir-se que não existe normalização nas características dos leitos de paragem de emergência estudados.

b) A norma em vigor [28] não foi aplicada na construção de grande parte dos leitos de paragem de emergência em Portugal, já que 25 dos 37 leitos de paragem de emergência não obedecem aos princípios de implementação definidos na norma.

c) O princípio de implementação dos leitos de paragem de emergência utilizando expressões matemáticas definidas tanto na norma Francesa como nas normas Espanholas, Britânica e Sul-africana apresenta resultados semelhantes quando aplicado em inclinações entre 5 e 7%. Para trainéis com inclinações superiores a 7%, situações de excepção, deverá existir uma reflexão cuidada no princípio a utilizar e que tenha em conta variáveis como o tráfego expectável e o nível de serviço da via.

d) Pela análise do quadro 4.3, pode concluir-se que a probabilidade de o trainel descendente com inclinação inferior a 4% ter um comprimento em que seja necessária a implementação de um leito de paragem de emergência é baixa. Pelo exposto, deve ser estudada a construção de leitos de paragem de emergência apenas quando a inclinação do trainel descendente for superior a 4%.

e) Os valores dos coeficientes de atrito considerado nos diferentes países são semelhantes.

f) Nos documentos estudados, existe consenso nos parâmetros a considerar para localizar os leitos de paragem de emergência.

g) Tendo em conta o volume de tráfego de veículos pesados nas estradas nacionais considera-se que é baixa a probabilidade de dois veículos entrarem no mesmo leito de paragem de emergência durante o mesmo período. Pelo exposto, considera-se que o leito de paragem de emergência deverá ter largura para acomodar um veículo pesado, pelo que a largura recomendada é de 5 metros.

5.2. Recomendação de propostas de estudos futuros

Na sequência do trabalho desenvolvido relativo à proposta normativa para leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande inclinação, seria importante que futuros trabalhos desta índole possam:

- Aferir a utilização dos leitos de paragem de emergência no que concerne à frequência, à recolha de dados dos veículos sinistrados, às causas e consequências dos acidentes e incidentes para comparar com dados recolhidos fora de Portugal.

- Recolher informação da velocidade real de entrada nos leitos de paragem de emergência. Os cálculos realizados foram feitos com velocidades de 120 km/h ou 140 km/h que são velocidades recomentadas para projecto do leito de paragem de emergência. Testes realizados demonstram que é difícil atingir estas velocidades em ensaios.

- Confirmar os valores de comprimentos dos leitos de paragem de emergência de plena largura e de semi-largura sugeridos neste trabalho.

- Estudar a frequência necessária de manutenção periódica de cada um dos materiais utilizados no fosso do leito de paragem de emergência.

6. Proposta de medidas normativas

6.1. Critério para a adopção de leitos de paragem de emergência

Propõem-se diferentes princípios de implementação de leitos de paragem de emergência, que variam consoante se trate de estradas novas ou estradas em exploração.

Para estradas novas:

Propõe-se a utilização das expressões matemáticas (6.1) e (6.2) para decisão sobre a implementação de leitos de paragem de emergência.

Expressão 1

$$d * p < 130 \qquad (6.1)$$

Onde:

d = Comprimento da inclinação, expressa em metros;

p = Pendente longitudinal, em percentagem.

Aplicável quando p > 4%

Em alternativa, a *Expressão 2*:

$$L \times i^2 > 60 \qquad (6.2)$$

Onde:

L = Comprimento do trainel descendente, expresso em km

i = Inclinação do trainel descendente, expresso em %

Aplicável quando i > 4%

As duas expressões têm resultados bastante semelhantes para as inclinações mais frequentes no traçado rodoviário português - entre 5 a 7%. Fora destas inclinações a opção pode ser ponderada caso a caso.

Para estradas em exploração

No caso de estradas em exploração, pode considerar-se a introdução de leitos de paragem de emergência mediante a observação da estrada e realizando uma análise estatística cuidada à sinistralidade aí ocorrida.

6.2. Esquema e localização do leito de paragem de emergência

Na Figura 6.1 propõe-se o esquema do leito de paragem de emergência, que deve ser complementado com sinalização horizontal e vertical:

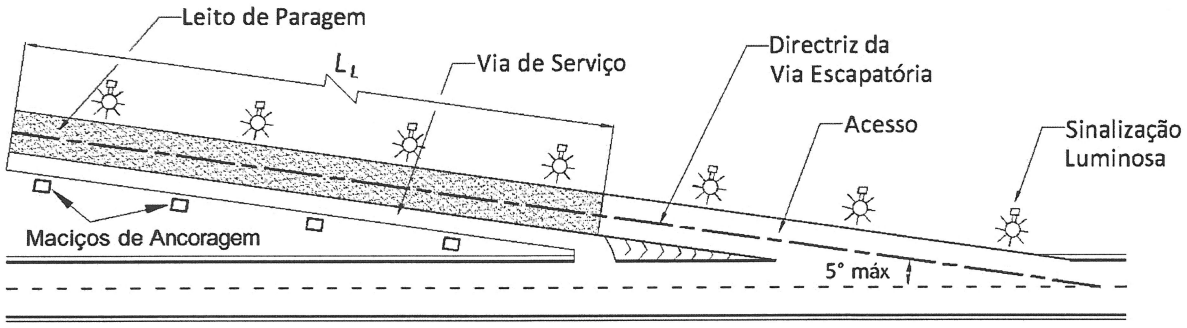


Figura 6.1 – Esquema proposto para leitos de paragem de emergência divergentes e de plena largura

Por razões de segurança, o ângulo de deflexão entre a auto-estrada e o leito de paragem de emergência deve ser inferior a 5 graus.

Os leitos de paragem de emergência devem ser implementados:

- Onde a visibilidade seja superior ou igual a 300 metros;
- Antes de uma curva, perto do final do trainel descendente ou antes de uma paragem;
- A montante de um ponto singular, nó, área de serviço, obra de arte especial, praça de portagem, curva apertada, zona de divergência de vias, túnel, etc.;
- Os leitos de paragem de emergência não devem ser construídos em locais onde seja necessário cruzar o tráfego existente.

- Onde não seja possível aos condutores entrar nos leitos de paragem de emergência por engano.

6.3. Comprimento e largura do leito de paragem de emergência

Pelo exposto no ponto 4.3, considera-se como mais adequada a expressão (6.3)

$$X_{max} = V_o^2 / (2*(\delta_r - g*p) \qquad (6.3)$$

Onde:

X_{max} – Comprimento do leito de paragem de emergência, em metros;

V_o – Velocidade de entrada, em m/s;

δ_r – Desaceleração instantânea do veiculo, em m/s²;

g – 9,8 m/s²;

p – Pendente longitudinal, em %.

O leito de paragem de emergência deverá ter largura suficiente para acomodar um veículo.

A largura mínima dos leitos de paragem de emergência deve ser de 5 metros.

6.4. Profundidade e tipo de material a utilizar no fosso do leito de paragem de emergência

Deverá ser construído na entrada do fosso um maciço inclinado para facilitar a entrada e saída dos veículos acidentados.

O fosso do leito de paragem de emergência deverá variar entre 35 cm a 45 cm de altura.

Deverá existir uma transição gradual da profundidade do fosso.

O material deverá ser limpo, não facilmente compactável e com alto coeficiente de atrito e coeficiente de abrasão.

O material utilizado deverá maximizar a percentagem de vazios de modo a minimizar a coesão e compactação. Deverão ser utilizados seixo rolado e material inerte não britado.

6.5. Outras disposições

Estradas de acesso

Deverá existir uma estrada de acesso, com um mínimo de 3 metros, paralela ao leito de paragem de emergência, para permitir a remoção dos veículos acidentados, bem como a manutenção corrente do leito de paragem de emergência.

A estrada de acesso deverá estar localizada na parte esquerda da infra-estrutura e deverá estar sinalizada e ter acesso condicionado, de modo a não induzir em erro os condutores.

Maciços de amarração

Deve ser prevista a existência de maciços de amarração para facilitar a remoção dos veículos sinistrados.

Delimitação do leito de paragem de emergência

No bordo exterior direito de um leito de paragem de emergência deve ser colocada uma barreira de betão tipo "New Jersey", com 1,5 metros, para evitar a tendência de rotação dos veículos pesados.

Como guiamento, no bordo esquerdo, e fazendo a transição para a estrada de acesso, deverá existir um lancil.

Nos casos onde não é possível executar o leito de paragem de emergência com o comprimento necessário, deve ser considerada a colocação de um sistema amortecedor de impacto na extremidade superior desta infra-estrutura.

Deve também ser considerada a colocação de um amortecedor de impacto no início do leito de paragem de emergência sempre que a geometria do traçado assim o exija.

Aconselha-se a utilização de equipamentos de segurança para delimitar os leitos de paragem de emergência paralela.

Drenagem

O fundo do fosso do leito de paragem de emergência deve ter uma pendente transversal mínima de 2% associada a um dreno longitudinal com inclinação mínima de 1,5%.

O dreno longitudinal deve ter um diâmetro mínimo de 0,15 metros para leitos de paragem de plena largura. Para leitos de paragem de emergência de semi-largura o dreno deve ter um diâmetro mínimo de 0,10 metros.

Sinalização vertical

O esquema de sinalização vertical a aplicar nos trainéis descendentes com leitos de paragem de emergência deverá ser de carácter informativo. A sinalização a colocar deverá contemplar informação do comprimento e inclinação do trainel e distância até ao leito de paragem de emergência.

A estrada de acesso junto ao leito de paragem de emergência deverá estar sinalizada de modo a não confundir o condutor e guiá-lo para a entrada do fosso do leito de segurança.

Sinalização Horizontal

A aproximação ao leito de paragem de emergência deverá estar sinalizada com uma marcação no pavimento em rectângulos, alternadamente brancos e vermelhos, com a largura de 1,5 m por 3,0 m de comprimento.

Deverão utilizar-se reflectores de cor vermelha como guiamento para a infra-estrutura de segurança. Os reflectores devem ser colocados a cada 15 metros nas curvas e a cada 3 metros nas tangentes.

Posto SOS / Alerta

Deverá existir um sistema que alerte a concessionária da via assim que um veículo entre num leito de paragem de emergência. Sistema CCVT, câmaras e circuito fechado de TV, sensores no pavimento ligados à sala de controlo são algumas possibilidades de alerta por parte da concessionária.

A garantia de cobertura de rede para telefones móveis, a introdução de postos SOS junto das infra-estruturas são os métodos mais usuais para que o condutor possa, no local da ocorrência, pedir auxílio.

Área para verificação de travões

Junto ao início do trainel descendente deverá existir uma área para verificação dos travões, onde o veículo pesado possa arrefecer o sistema de travagem e o condutor possa descansar e tomar conhecimento do percurso e das infra-estruturas de segurança disponíveis.

Iluminação

Deverá existir iluminação na aproximação ao leito de paragem de emergência, assim como no próprio leito de paragem de emergência, de modo a que este seja visível de noite.

6.6. Considerações Finais

Com o estudo realizado e, em particular, com as disposições que se apresentam neste capítulo, pretende-se contribuir para o estabelecimento de medidas normativas mais adequadas no âmbito da localização e dimensionamento dos leitos de paragem de emergência em trainéis descendentes de grande inclinação.

Referências Bibliográficas

[1]. *CSIR, Geometric Design Guide, Chapter 8.6, CSIR, Transportek. South Africa. 2001.* [Em linha] [Consultado em Novembro 2009] Disponível na internet em: http://geometricdesign.csir.co.za/PdfDocs/Chapter8.pd

[2]. *Austroads, Paper – Truck Runaway Considerations, Rural Road Design, section 13.7.. December 2007.* [Em linha] [Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em: http://sh20mountroskill.co.nz/projects/transmission-gully/resources/pdf/Volume3/Appendix%20W%20%20Truck%20Runaway%20Considerations%20V2.pdf

[3]. *Rural Road Design, Austroads, Road Planning and Design Manual, Chapter 15: Auxiliary Lanes. April 2002.* [Em linha] [Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em: http://www.tmr.qld.gov.au/~/media/99a845a7-8227-4ec784f4a0b7f18f5279/rpdm_chapter15.pdf

[4]. *Zanoli, Paulo e Setti, José, Desaceleração de camiões sem freios em caixas de retenção preenchidas com agregado artificial, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.* [Em linha] [Consultado em Junho 2010] Disponível na internet em: http://www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/anpet_xviiiCongrpesqens/ac/arq56.pdf

[5]. *Ministry of transportation Otario, Truck Arrester Beds. 2007.* [Em linha] [Consultado em Maio de 2010] Disponível na internet em: http://www.mto.gov.on.ca/english/transtek/roadtalk/rt13-2/

[6]. *Abdelwahab Walid e John F. Morral, Determining Need for and location of truck Escape Ramp, Journal of Transportation Engineering / September/ October 1997.* [Em linha] [Consultado em Setembro de 2009] Disponível na internet em: http://ascelibrary.org/teo/resource/1/jtpedi/v123/i5

[7]. *How Wa Yee - A Review to Determine the Need, Location and Design of Runaway Lanes in British Columbia, The University of British Columbia. 1996.* [Em linha][Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em:

http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=how%20wa%20yee%20-%20a%20review%20to%20determine%20the%20need%2C%20location%20and%20design%20of%20runaway%20lanes%20in%20british%20columbia&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=https%3A%2F%2Fcircle.ubc.ca%2Fhandle%2F2429%2F4474&ei=kz2gTv2CAc6-8gPM6YDuBQ&usg=AFQjCNFXHXBUHtZei6Jb8l_UUWva__ZkdA

[8]. *Echaveguren, Tomás* Sergio Vargas e Juan Ñancufíl - *Metodología de análisis y diseño des lechos de frenado. 2007*. [Em linha] [Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-50732007000300004&script=sci_arttext.

[9]. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo - Instrucción 3.1-IC / 1990 – Trazado, Dirección General de Carreteras, Madrid, España. Junio 1990.

[10]. *Ministerio de Fomento, Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC. Trazado, Dirección General de Carreteras, Madrid, España. Diciembre 1996.*

[11]. *Eusko Jaurlaritza Gobierno Vasco, Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras de país Vasco, Vitoria-Gasteiz. España* ISBN:84-457-2504-1. 2006.

[12]. *Ministerio de Fomento, Orden Circular 321/95 T. y P - Recomendaciones sobre sistema de contención Dirección General de Carreteras.1995*. [Em linha] [Consultado em Janeiro de 2010].Disponível na internet em: http://www.carreteros.org/normativa/barreras/oc321_95/apartados/oc.htm

[13]. *AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway of Transportation officials. Washington DC, USA. 2001.* ISBN 1-56051-156-7

[14]. *WSDOT, Design Manual M 22-01.06 –Auxiliary Lanes – page 1270-1 to 1270-22. December 2009.* [Em linha] Consultado em Junho 2010. Disponivel na internet em: http://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M22-01/1270.pdf

[15]. *Road Management & Engineering Journal - Truck Escape Ramps: Determining the Need and the location.1997.* [Em linha] Consultado em Janeiro de 2010. Disponível na internet em: http://www.usroads.com/journals/rej/9708/re970801.htm

[16]. *NCHRP - Synthesis 178: Truck escape ramps, National Cooperative Highway Research Program. 1992.* ISBN: 0-309-05305-6

[17]. *SETRA / DLI - Note D´Information nº 10 – Vitesses pratiquées et géométrie de la route, Bagneux Cedex, France. Avril 1986.* Réf: E8616.

[18]. *CETE de Lyon - Note D´Information nº 45 – La sécurité dans les descentes, SETRA / CSTR, Bagneux Cedex, France. Août 1987.* Réf: E 8758.

[19]. *SETRA / CSTR - Note D´Information nº 88 – Normalisation des équipements de la route, Bagneux Cedex, France. Décembre 1990.* Réf: E9090

[20]. *SETRA / CSTR - Note D´Information nº 52 – Descentes de Forte pente et de grande longueur sur les routes de type «Autoroute», Bagneux Cedex, France. Fevrier 1997.* ISSN: 1250-8675.

[21]. *CETE de Lyon - Lits d'arrêts – Guide technique (Project), Bagneux Cedex, France. Février 1993.*

[22]. *ICTAAL – National instruction on technical design for rural motorways, Circular of December 2000, France. 2001.* ISBN: 2.11.091797-0.

[23]. *SETRA - Understanding the principal geometric design parameters for roads, Collection «Les Rapports». France. 2006.* Réf: 0732A

[24]. *SETRA - Contrôle de sécurité des projets routiers. Guide Méthodologique. France.2007.* Réf: 0722w

[25]. *Secretaria de Comunicaciones y transportes - Norma oficial Mexicana NOM-036-SCTS-2009, Rampas de emergencia para frenados en carreteras. Junio 2009.* [Em linha] [Consultado em Janeiro 2010] Disponível na internet em: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5094562&fecha=16/06/2009

[26]. *Emilio Grajeda Ana Cecilia Colunga, Federico Guerra, Alberto Díaz, Francisco Fierros e Rubén Salazar - Experiencia Mexicana en el diseño y operación de rampas de frenado en carreteras*. [Em linha] [Consultado em Janeiro 2010] Disponível na internet em: http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/intervenciones_infraestructura/Emilio_Mayoral.pdf

[27]. JAE - Norma de Nós de Ligação, JAE P6/90, Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE, Lisboa, Portugal. 1990.

[28]. JAE - Norma de traçado, JAE P3/94, Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa, Portugal. 1994

[29]. *JAE - Norma de sinalização vertical de orientação, JAE P3/94, Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa, Portugal. 1992.*

[30]. Decreto-lei nº46/90. D.R. I-A Série, 128 (1990-10-26)

[31]. Decreto-lei nº 222/98. D.R. I-A Série, 163 (1998-07-17) 3444.

[32]. Decreto-lei nº 98/99. D.R. I-A Série,172 (1999-07-26) 4652

[33]. Decreto-lei nº41/2002. D.R. I-A Série,191 (2002-08-20) 5871

[34]. Decreto-lei nº 182/2003. D.R. I-A Série, 188 (2003-08-16) 5115

[35]. *INIR – Projecto base das Normas de Traçado. Novembro 2010*. [Em linha] [Consultado em Junho 2011] Disponível na internet em: http://www.inir.pt/portal/LinkClick.aspx?fileticket=I%2BmqF3AOYtM%3D&tabid=111&mid=482&language=pt-PT

[36]. *Instituto das Estradas de Portugal S.A., Instrução técnica – Classificação e demarcação da rede nacional de auto-estradas, doc. Nº IEP/EN/DN 03-02,Ver.1. Instituto das Estradas de Portugal, Lisboa, Portugal. 2002*. Acessível no E.P, Almada, Portugal.

[37]. *Estradas de Portugal, área de conservação, exploração e segurança rodoviária, Departamento de Conservação Rodoviária, Nota técnica Escapatórias - Paragens de emergência, experiencia Portuguesa. 2003.* Acessível no E.P, Almada, Portugal.

[38]. *Gabinete de estudos estratégicos das Estradas de Portugal E.P.E., informação nº 10-GEE/ZU-05, Leitos de paragem de emergência e Avaliação das respostas ao inquérito. Novembro de 2007.* Acessível no E.P, Almada, Portugal.

[39]. *Instituto das Estradas de Portugal, Projecto de instrução técnica – Leitos de paragem de emergência. 2007.* Acessível no E.P, Almada, Portugal.

[40]. LNEC, Terminologia Rodoviária, Índices Alfabéticos, Português, Francês, Inglês, Alemão, Especificação E280-1974, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal. 1974.

[41]. LNEC, Terminologia Rodoviária Pavimentos, Especificação E284-1974, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal. 1973.

[42]. LNEC, Terminologia Rodoviária, Obras de drenagem, Especificação E285-1973, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal. 1973.

[43]. LNEC, Terminologia Rodoviária, Equipamento de obra, Especificação E286-1973, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal. 1973.

[44]. LNEC, Terminologia Rodoviária, Elementos de Projecto Especificação E285-1973, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal. 1973.

[45]. *The highways agency, The Scottish office development department, The Welsh office Y swyddfa gymreig, e The department of the environment for Northern Ireland - Design manual for roads and bridges, TA 57/87 – Volume 6 Section 3 chapter 6,London, United Kingdom. January, 1989.* [Em linha] [Consultado em Outubro 2009] Disponível na internet em: http://www.dft.gov.uk/ha/standards/dmrb/vol6/section3/ta5787.pdf

[46]. *Rokytova, Jitka, Special Safety Measures – Arrested Beds. 2001*. [Em linha] [Consultado em Setembro 2009] Disponível na internet em: http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=special%20safety%20measures%20czech&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fictct.tft.lth.se%2FdlObject.php%3Fdocument_nr%3D192%26%2FRokytova1.pdf&ei=bx2gTr_sGcat8gOi78jsBQ&usg=AFQjCNG_3_xJy0HXy1dhSz7OtEVGRaHcJg

Anexos

	Localização					Construção			Tipo de leito de paragem				Elementos do sistema											Elementos de segurança				Diversos		
	Distrito	EN	Km	Sentido De	Sentido Para	Data de construção	Prevista no projecto	Medida correctiva	Plena largura	Semi-largura	Divergente	Paralelo	Inclinação do trainel da estrada (%)	Extensão do declive da estrada (m)	Comprimento do fosso (m)	Largura do fosso (m)	Profundidade do fosso (m)	Inclinação do leito de paragem (%)	Guarda rígida >1,5 m de altura	Guarda rígida <1,5 m de altura	Atenuadores de choque	Maciço de amarração	Largura da via de serviço (m)		Posto SOS	Painéis de aviso de ocupado	Sinalização vertical	Sinalização horizontal	Operação de conservação	Ocorrência de sinistros nos últimos 5 anos	Fotos
	1.1	1.2	1.3	1.4		1.5	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7		4.8	4.9	4.10		5.1	5.2	5.3	5.4	6	7	
1	Braga	EN 206	51+400	Z. industrial	Guimarães	1989	X		X		X		6,00%	640	108,5	4,3	0,5	0,00%	X		X		3,50	Esq			X	X	Corrente	Sem registo	OK
2	Bragança	IP 4	169+150	Bragança	Porto	1993	X		X		X		6,00%	5980	116	4,2	0,3	4,00%	X				5,00	Esq	X		X	X	NT	Sem registo	OK
3	Bragança	IP 4	229+300	Bragança	Porto	1999	X		X		X		7,00%	800	136	4	0,3	12,00%	X				4,00	Esq	X		X	X	NT	Sem registo	OK
4	Guarda	EN 232	0+400	Norte	Sul	2006	X		X		X		8,00%	200	85	4,5	0,6	0,00%		X	X		3,25	Dir.			X	X	NT	Sem registo	OK
5	Guarda	ER 338	3+570	Oeste	Este	2006	X			X		X	14,00%	175,5	135,5	2	0,6	15,00%		X			NT				X	X	NT	Sem registo	OK
6	Guarda	IP 5	156+050	Guarda	Viseu		X		X		X		8,00%	1950	130	4		9,00%		X			4,50		X	X	X	X		De 2002 a 2006 53	OK
7	Porto	IP 4	68+000	Norte	Sul	1982	X		X		X		7,00%	1000	140	4	1	3,00%		X	X	X	2,60	Esq	X		X	X	Repintura		OK
8	Porto	IP 4	71+000	Norte	Sul	1982	X		X		X		7,00%	3000	133	4	1	3,00%		X	X	X	2,60		X		X	X	Repintura		OK
9	Porto	IP 4	74+000	Norte	Sul	1982	X			X		X	7,00%	3000	176	1,5	0,93	7,00%		X	X	X	NT		X		X	X			OK
10	Porto	IP 4	75+850	Norte	Sul	1982	X			X		X	7,00%	4000	140	1,5	0,9	7,00%		X	X	X	NT		X		X	X			
11	Vila Real	IP 4	82+200	Amarante	Vila Real	1988	X		X		X		6,00%	4000	122	4,2	0,5	3,00%	X				2,80	Esq	X		X	X		Duas ocorrências	OK
12	Vila Real	IP 4	92+100	Amarante	Vila Real	1987		X	X		X		5,50%	4200	103	4,2	0,5	2,00%	X				2,50	Esq	X		X	X		Uma ocorrência	OK
13	Vila Real	IP 4	100+960	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		5,00%	500	132	3,8	0,5	11,00%	X				3,30	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
14	Vila Real	IP 4	102+600	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		6,00%	2300	123	3,8	0,5	14,00%	X				3,50	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
15	Vila Real	IP 4	104+160	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		5,50%	500	120	3,8	0,5	10,00%	X				3,20	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
16	Vila Real	IP 4	111+650	Vila Real	Bragança	1995	X		X		X		5,00%	3100	120	3,8	0,5	8,00%	X				3,20	Esq	X		X	X		Duas ocorrências	OK
17	Vila Real	IP 4	123+920	Vila Real	Bragança	1995	X		X		X		5,00%	2000	150	3,8	0,5	8,00%	X				3,20		X		X	X		Sem registo	OK
18	Viseu	IP 5	71+450	Aveiro	Viseu	1987		X	X		X		8,00%	1450	99,4	3,5	0,8	8,00%	X		X		3,40	Esq			X	X		Sem registo	OK
19	Viseu	IP 5	73+600	Aveiro	Viseu	1987		X	X		X		8,00%	800	136	3,7	0,8	8,00%		X			3,10	Esq			X	X		Sem registo	OK
20	Viseu	IP 5	123+800	Viseu	Guarda	1989		X	X		X		10,00%	2400	150	3,9	0,8	8,00%		X			4,00	Esq			X	X		Sem registo	OK
21	Vila Real	A24	36+100	Sul	Norte	2006	X		X		X		6,00%	2215	300	5	0,5	-1,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
22	Vila Real	A24	48+900	Sul	Norte	2007	X		X		X		5,00%	1940	266	5	0,5	-1,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
23	Vila Real	A24	50+900	Sul	Norte	2007	X		X		X		5,00%	1277	300	5	0,5	-4,30%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
24	Vila Real	A24	60+200	Norte	Sul	2007	X		X		X		5,00%	3837	217	5	0,5	6,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
25	Vila Real	A24	62+200	Norte	Sul	2007	X		X		X		5,00%	2137	244	5	0,5	1,50%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
26	Vila Real	A24	84+200	Norte	Sul	2004	X		X		X		6,00%	1079	191	5	0,5	10,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
27	Vila Real	A24	87+400	Norte	Sul	2004	X		X		X		6,00%	3200	265	5	0,5	4,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
28	Vila Real	A24	89+000	Norte	Sul	2004	X			X		X	6,00%	1600	140	3,2	0,5	-6,00%	X				3,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
29	Vila Real	A24	103+100	Sul	Norte	1998	X		X		X				151	4	0,5		X		X		3,50	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
30	Viseu	A24	125+800	Norte	Sul	2002	X		X		X		7,00%	1800	293	4	1		X		X		3,30	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
31	Viseu	A24	146+800	Sul	Norte	2005	X			X		X	6,00%	725	323	4,2	0,5	6,00%	X				4,00	Esq	X		X	X		Sem registo	OK
32	Aveiro	A25	36+050	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000	175	5	0,5	10,00%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
33	Aveiro	A25	37+275	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000	225	5	0,5	5,50%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
34	Aveiro	A25	38+800	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000	198	5	0,5	10,00%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
35	Guarda	A25	150+600	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260	224	5	0,1 a 0,5	6,00%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
36	Guarda	A25	153+000	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260	225	5	0,1 a 0,5	6,00%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
37	Guarda	A25	154+200	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260	223	5	0,1 a 0,5	9,00%	X		X	X	3,00	Dir.			X	X		Sem registo	OK
38	Lisboa	A8	8+300	Norte	Sul	2003		X	X		X		5,00%	5500	115	4	0,5	10,00%	X		X	X	3,00	Esq						5 ocorrências	

Anexo 1 - Compilação da informação fornecida pelas Direcções de Estradas e Concessionárias à Estradas de Portugal no ambito do inquérito realizado em 2007

Anexo 2 - Análise comparativa dos documentos técnicos estudados

	Portugal	Portugal	Portugal	França	Espanha, Reino Unido e África do Sul	Australia	Mexico	Estados unidos
Documento de referencia	JAE, 1994 – Norma de traçado JAE P3/94; Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa – Portugal	INIR – Instituto de infra-estruturas rodoviárias IP, Disposições normativas, Norma de traçado – revisão, Novembro de 2010.	EP -Estradas de Portugal, Projecto de instrução técnica – Leitos de paragem de emergência, Doc, Nº EP- Estradas de Portugal, E.P.E. / GEE / 01; Ver. 0	CETE de Lyon, Lits d'arrêts – Guide technique, Février 1993 Setra – CSTR, Note d'information 52, Descentes de forte pente et de grande longueur sur les routes de type «Autoroute», Février 1997	Espanha: Ministerio Fomento – Dirección General de Carreteras, 1996, Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC. Trazado Ministerio Fomento – Dirección General de Carreteras, 1995, Ordem de serviço 321/95 T. y P. Reino Unido: The highways agency et al, January 1989, Design manual for roads and bridges, TA 57/87 – Volume 6 Section 3 chapter 6 África do Sul: CSIR, 2001, Geometric Design Guide, Capitulo 8:Roadside Safety, pag: 8-34 até 8-39	Rural Road Design, Austroads, April 2002, Road Planning and Design Manual, Chapter 15: Auxiliary Lanes	Secretaria de Comunicaciones y transportes, Junio 2009, Norma oficial Mexicana NOM-036-SCTS-2009, Rampas de emergencia para frenados en carreteras	AASHTO, 2004, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book) WSDOT, December 2009, Design Manual M 22-01.06 –Auxiliary Lanes – page 1270-1 to 1270-22
Critério para a consideração da construção dos leitos de paragem de emergência	Inclinação for superior a 6% com extensão superior a 2 km i>6% e L > 2km	Inclinações superiores a 3% e declives de grande inclinação ou extensão ou com um nível superior a 130 metros p > 3% d p > 130 m	Estradas em exploração: Analise estatistica dos acidentes ai ocorridos Novas estradas: i>4% L x i² > 70	Estradas em exploração: Estudo prévio aos acidentes e dos "quase acidentes" Novas estradas: p > 3% d p > 130 m	Estradas em exploração: Analise estatistica dos acidentes ai ocorridos Novas estradas: i > 5% L x i² > 60 Nota: Nas normas Sul Africanas existe a ressalva para tráfego inferior a 1 000 v/dia os leitos de paragem de emergência estão dispensados.	Inclinação dos traines descendentes superior a 6% Nº de veículos pesados exceder os 150 v/dia Nº de veículos comerciais maior que 250 v/dia aumenta a necessidade de construção leitos de emergencia. Tráfego inferior a 1 000 v/dia leitos de emergência dispensadas.	Alinhamento vertical conduz a velocidades superiores a 140 km/h. Ocorrência anual de um acidente fatal Veículos desgovernados responsaveis por colisões causando grandes danos materiais.	Consulta estatísticas de acidentes assim como a equipa de manutenção das estradas em exploração.
Localização dos leitos de paragem de emergência	i>6% implica que a cada 1 km exista um leito de paragem de emergência Sempre que a temperatura ultrapasse os 260ºC no sistema de travagem do veículo pesado deve ser construído um leito de paragem de emergência nesse local.	i>6% implica que a cada 1 km exista um leito de paragem de emergência Sempre que a temperatura ultrapasse os 260ºC no sistema de travagem do veículo pesado deve ser construído um leito de paragem de emergência nesse local.	Implantados do lado direito da faixa de rodagem descendente Visibilidade superior ou igual a 300 metros Em alinhamento recto, ou no inicio de um curva á esquerda.	A montante de um ponto singular como viragem próxima de curva apertada, barreiras para peões, passagem superior, entre outras Em caso de ausência de ponto singular a implementação do leito de paragem de emergência deverá ser realizado de preferência ao fim do segundo quilómetro descendente Deverá ser colocado preferencialmente á direita Como regra geral os leitos de paragem de emergência deverão ser implementados em zona com boa visibilidade, cerca de 300 metros, em alinhamento recto se possível ou no início de curva á esquerda Dever-se-á evitar a implementação deste dispositivo de segurança na proximidade de uma saída	Espanha: Antes de chegar a uma curva Não se devem localizar em troços com forte curvatura horizontal. Reino Unido: Não deve estar localizado onde haja perigo de entrada por engano. Necessidade de visibilidade adequada - distância desejável de paragem ajustada à velocidade máxima prevista de veículos sem controlo. Localização um pouco acima do local de acidentes. África do Sul: Não devem ser construídas onde um veículo fora de controlo teria necessidade de atravessar o tráfego existente Antes ou no início de curvas de raio pequenos no seguimento do alinhamento e na parte inferior do traínel descendente do alinhamento. Visibilidade adequada de modo aos condutores terem tempo de manobrar o veículo e distância desejável de paragem ajustada à velocidade máxima prevista de veículos sem controlo.	Está tabelada as distancias aproximadas entre o inicio dos trainéis descendentes e a saída de emergência e dependente da inclinação dos traineis descendentes Antes ou no início de uma curva Parte final do traínel descendente O início da plataforma deverá deverá ser recto ou com uma curvatura suave, com um ângulo inferior a 5º e estar alinhada Dependente da visibilidade do condutor á velocidade de percurso	O alinhamento horizontal da plataforma de emergência deve ser recto. O ângulo maximo de 5º na entrada na plataforma em relação ao eixo central da estrada. Deve ser implantado em locais onde as suas características geométricas não ponham em risco o veículo sem controlo. Devem ser claramente visíveis de modo a evitar a percepção das descontinuidades que desencorajam a entrada nas mesmas. Não se devem localizar do lado esquerdo da via	A localização de uma saída de emergência depende do terreno existente, o comprimento do traínel descendentes e da geometria da estrada Deverá esta localizada antes de uma curva, perto do final do traínel descendente ou antes de uma paragem. Deverá ser tangente á estrada principal e estar localizada a pelo menos 3 milhas, cerca de 4,8 km, do início da descida.
Comprimento dos leitos de paragem de emergência	Para inclinação do trainel for uniforme, o comprimento é calculada pela seguinte expressão: EE = V² / 254 * (K + G) Recomenda-se que os leitos de paragem de emergência sejam calculados para velocidades de entrada superiores a 120 km / h.	Para inclinação do trainel for uniforme, o comprimento é calculada pela seguinte expressão: EE = V² / 254 * (K + G) Recomenda-se que os leitos de paragem de emergência sejam calculados para velocidades de entrada superiores a 120 km / h.	Calculada atraves da velocidade de entrada na rampa de emergencia e da inclinação do trainel descendente. Leito de paragem de emergencia de plena largura: para velocidade de entrada de 100 km/h trainel com 6% o comprimento será de 100 a 120 metros. Para paragem de emergencia de semi-largura será de 270 metros.	Calculada atraves da velocidade de entrada na rampa de emergencia e da inclinação do trainel descendente. Leito de paragem de emergencia de plena largura: para velocidade de entrada de 100 km/h trainel com 6% o comprimento será de 100 a 120 metros. Para paragem de emergencia de semi-largura será de 270 metros.	Espanha: Calculada atraves da velocidade de entrada na plataforma de emergencia e da inclinação e do comprimento do trainel descendente imediatamente anterior á plataforma. De 90 a 130 metros Reino Unido: Para velocidade de 100 a 120 km/h comprimento do fosso para uma altura de inerte de 380mm entre 90 a 130 metros	Plataformas paralela L = V² / (26 * a + 2,55 * G) Plataformas de leito divergente L = (0,004 * V²) / (R + G / 100)	Le = Ve² / 254 * (R + SI) A velocidade da entrada tem um limite máximo de cem quarenta (140) quilómetros por a hora O comprimento total do leito de paragem de emergência, (LL) deve ser 25% maior grande do que seu comprimento efectivo (Le)	O comprimento mínimo a considerar é 200 feet, cerca de 61 metros O comprimento calcula-se utilizando a expressão: L = V² / (0,3 * (R + G)) As velocidades dos veículos fora de controlo raramente excedem os 90 mph, 145 km/h, dai a velocidade de entrada ser considerada os 90 mph.
Largura dos leitos de paragem de emergência	_____	_____	Para leito de paragem de emergencia de plena largura a largura a considerar é de 5 metros. Para leito de paragem de emergencia de semi-largura largura a considerar é de 1,4 metros.	Para leito de paragem de emergencia de plena largura a largura a considerar é de 5 metros. Para leito de paragem de emergencia de semi-largura largura a considerar é de 1,4 metros.	Entre 4 a 5 metros	Total de 10,5 metros Plataforma de emergência = 5 metros Estrada de serviço= 3 metros Berma direita=1,0 metro Berma esquerda = 1,5 metros	Deverá ter entre 10 a 12 metros	A largura necessária para acomodar 2 veículos sem controlo é 40 feet, 12,19 metros sendo no mínimo de 26 feet, 7,92 metros.
Profundidade do fosso dos leitos de paragem de emergência	A profundidade deve ser no mínimo de 0.30 metros, sendo porem aconselhável a espessura normal de 0,60 metros. A espessura do agregado deve variar entre os 0.10 m e a profundidade definitiva numa extensão de 30 metros de modo a facilitar a desaceleração dos veículos.	A profundidade deve ser no mínimo de 0.60 metros. A espessura do agregado deve variar entre os 0.10 m e a profundidade definitiva numa extensão de 30 metros de modo a facilitar a desaceleração dos veículos.	Profundidade de 0,5 metros. A entrada do fosso deverá comter um maciço inclinado com 2,00 metros de comprimento para facilitar a saída dos veículos acidentados.	Profundidade de 0,5 metros. A entrada do fosso deverá comter um maciço inclinado com 2,00 metros de comprimento para facilitar a saída dos veículos acidentados.	Inicial a 0,30 m aumentando progressivamente até 0,45 metros	Profundidades entre 350 a 450 mm Para garantir um aumento gradual de desaceleração os primeiros 50 metros deverão ter uma transição gradual da profundidade do fosso.	Profundidades entre 0,60 m a 1 metro. O fosso terá uma espessura de pelo menos de 10 centímetros no ponto de entrada e aumentará uniformemente até alcançar a espessura de projecto.	É aconselhável que a camada de inerte tenha entre 18 a 30 polegadas, 45,72 a 76,2 cm ou 12 a 36 polegadas, 30,48 a 91,44 cm, num comprimento não inferior a 100 pés ou seja 30,48 metros.
Tipo de material a utilizar nos fossos dos leitos de paragem de emergência	O material deve ser limpo, não facilmente compactável e com elevado coeficiente de resistência ao rolamento. Os agregados devem ter granulometria uniforme, com dimensão máxima de 3 cm, arredondados e isentos de finos	O material deve ser limpo, não facilmente compactável e com elevado coeficiente de resistência ao rolamento. Os agregados devem ter granulometria uniforme, com dimensão máxima de 3 cm, arredondados e isentos de finos	Devem ser lavados Apresentar granulometria estreita para que o material não se compacte Ausência de elementos finos ou de pequenas dimensões Os elementos devem ser os mais esféricos possíveis É preconizada a utilização de materiais 10/15 ou 10/14	Deverá ser utilizado gravilha lavada, sem finos, com elementos o mais esféricos possível para evitar a possibilidade de compactação	Espanha: O leito da plataforma será preenchido com gravilha rolada solta de tamanho 5/10. Reino Unido: Seixo rolado, gravilha calibrada ou inerte artificial leve Material limpo, não britado, duro, gravilha natural consistindo principalmente de partículas arredondadas. África do Sul: Seixo rolado, gravilha calibrada ou inerte artificial leve	Seixo rolado ou material natural arredondado não britado de 10 mm. Não deverá conter finos Dimensões das partículas deverão estar entre os 12 e 20 mm. Deverá ter alto coeficiente de abrasão e resistência ao rolamento Devem ser testados pelo ensaio de Los Angeles	Os materiais devem ser friccionantes, de compactação difícil e limpos de partículas poluentes. Gravilha esmagado, seixo rolado do rio, areia ou gravilla, que cumprem as exigências de qualidade expressas na norma.	O material deverá ser limpo, não facilmente compactável e com grande capacidade de resistência ao rolamento O material utilizado deverá maximizar a percentagem de vazios de modo a minimizar a coesão e compactação. Seixo e material inerte não britado são bastante utilizados.

Anexo 2 - Análise comparativa dos documentos técnicos estudados

Anexo 3 - Princípio para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

	Localização					Construção			Tipo de leito de paragem				Elementos do sistema	
	Distrito	EN	Km	Sentido De	Sentido Para	Data de construção	Prevista no projecto	Medida correctiva	Plena largura	Semi-largura	Divergente	Paralelo	Inclinação do trainel da estrada (%)	Extensão do declive da estrada (m)
	1.1	1.2	1.3	1.4		1.5	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2
1	Braga	EN 206	51+400	Zona industrial	Guimarães	1989	X		X		X		6,00%	640
2	Bragança	IP 4	169+150	Bragança	Porto	1993	X		X		X		6,00%	5980
3	Bragança	IP 4	229+300	Bragança	Porto	1999	X		X		X		7,00%	800
4	Guarda	EN 232	0+400	Norte	Sul	2006	X		X		X		8,00%	200
5	Guarda	ER 338	3+570	Oeste	Este	2006	X			X		X	14,00%	175,5
6	Guarda	IP 5	156+050	Guarda	Viseu		X		X		X		8,00%	1950
7	Porto	IP 4	68+000	Norte	Sul	1982	X		X		X		7,00%	1000
8	Porto	IP 4	71+000	Norte	Sul	1982	X		X		X		7,00%	3000
9	Porto	IP 4	74+000	Norte	Sul	1982	X			X		X	7,00%	3000
10	Porto	IP 4	75+850	Norte	Sul	1982	X			X		X	7,00%	4000
11	Vila Real	IP 4	82+200	Amarante	Vila Real	1988	X		X		X		6,00%	4000
12	Vila Real	IP 4	92+100	Amarante	Vila Real	1987		X	X		X		5,50%	4200
13	Vila Real	IP 4	100+960	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		5,00%	500
14	Vila Real	IP 4	102+600	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		6,00%	2300
15	Vila Real	IP 4	104+160	Bragança	Vila Real	1995	X		X		X		5,50%	500
16	Vila Real	IP 4	111+650	Vila Real	Bragança	1995	X		X		X		5,00%	3100
17	Vila Real	IP 4	123+920	Vila Real	Bragança	1995	X		X		X		5,00%	2000
18	Viseu	IP 5	71+450	Aveiro	Viseu	1987		X	X		X		8,00%	1450
19	Viseu	IP 5	73+600	Aveiro	Viseu	1987		X	X		X		8,00%	800
20	Viseu	IP 5	123+800	Viseu	Guarda	1989		X	X		X		10,00%	2400
21	Vila Real	A24	36+100	Sul	Norte	2006	X		X		X		6,00%	2215
22	Vila Real	A24	48+900	Sul	Norte	2007	X		X		X		5,00%	1940
23	Vila Real	A24	50+900	Sul	Norte	2007	X		X		X		5,00%	1277
24	Vila Real	A24	60+200	Norte	Sul	2007	X		X		X		5,00%	3837
25	Vila Real	A24	62+200	Norte	Sul	2007	X		X		X		5,00%	2137
26	Vila Real	A24	84+200	Norte	Sul	2004	X		X		X		6,00%	1079
27	Vila Real	A24	87+400	Norte	Sul	2004	X		X		X		6,00%	3200
28	Vila Real	A24	89+000	Norte	Sul	2004	X			X		X	6,00%	1600
	Vila Real	A24	103+100	Sul	Norte	1998	X		X		X			
29	Viseu	A24	125+800	Norte	Sul	2002	X		X		X		7,00%	1800
30	Viseu	A24	146+800	Sul	Norte	2005	X			X		X	6,00%	725
31	Aveiro	A25	36+050	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000
32	Aveiro	A25	37+275	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000
33	Aveiro	A25	38+800	Viseu	Aveiro	2003	X		X		X		6,00%	4000
34	Guarda	A25	150+600	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260
35	Guarda	A25	153+000	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260
36	Guarda	A25	154+200	Guarda	Viseu	2005	X		X		X		5,00%	5260
37	Lisboa	A8	8+300	Norte	Sul	2003		X	X		X		5,00%	5500

	i>6%	i>4%	i>5%	i>3%
	L>2 km	$L*i^2 > 70$	$L*i^2 > 60$	p*d> 130
	Princípio de implementação			
	Pr1	Pr2	Pr3	Pr4
1	Não	23,04	23,04	38,4
2	Sim	215,28	215,28	358,8
3	Não	39,20	39,20	56
4	Não	12,80	12,80	16
5	Não	34,40	34,40	24,57
6	Não	124,80	124,80	156
7	Não	49,00	49,00	70
8	Sim	147,00	147,00	210
9	Sim	147,00	147,00	210
10	Sim	196,00	196,00	280
11	Sim	144,00	144,00	240
12	Não	127,05	127,05	231
13	Não	12,50	12,50	25
14	Sim	82,80	82,80	138
15	Não	15,13	15,13	27,5
16	Não	77,50	77,50	155
17	Não	50,00	50,00	100
18	Não	92,80	92,80	116
19	Não	51,20	51,20	64
20	Sim	240,00	240,00	240
21	Sim	79,74	79,74	132,9
22	Não	48,50	48,50	97
23	Não	31,93	31,93	63,85
24	Não	95,93	95,93	191,85
25	Não	53,43	53,43	106,85
26	Não	38,84	38,84	64,74
27	Sim	115,20	115,20	192
28	Não	57,60	57,60	96
29	Não	88,20	88,20	126
30	Não	26,10	26,10	43,5
31	Sim	144,00	144,00	240
32	Sim	144,00	144,00	240
33	Sim	144,00	144,00	240
34	Não	131,50	131,50	263
35	Não	131,50	131,50	263
36	Não	131,50	131,50	263
37	Não	137,50	137,50	275

Total de Leitos de paragem de emergência	37,00
Leitos de paragem de emergência que obedecem ao principio de implementação	12 22 22 20
Leitos de paragem de emergência que não obedecem ao principio de implementação	25 15 15 17

Anexo 3 - Princípio para a consideração da construção de leitos de paragem de emergência

Boletim Estatístico de Acidentes de Viação

Preencha a caneta preta ou azul

DIRECÇÃO-GERAL DE VIAÇÃO
Ministério da Administração Interna

BOLETIM ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE VIAÇÃO

Nº Boletim

Entidade Fiscalizadora

Instrumento de notação registado no I.N.E. sob o nº 2013 e válido até 31/12/2024

A - a preencher em todos os acidentes B e seguintes - a preencher apenas em acidentes com vítimas

A - IDENTIFICAÇÃO DO ACIDENTE

A1 DATA/HORA
Ano Mês Dia Hora Min

A2 LOCALIZAÇÃO
1. ☐ Fora das localidades
☐ Dentro das localidades
2. Distrito
Concelho
Freguesia
Povoação (ou a mais próxima)
Coordenadas GPS
3. Designação da via
Km
Arruamento
nº
4. Se houver separador central indique em que sentido
1 ☐ Crescente
2 ☐ Decrescente

A3 TIPO DE ACIDENTE
1 ☐ Acidente só com danos materiais
2 ☐ Acidente com vítimas
Mortos
Feridos graves
Feridos leves

A4 NATUREZA DO ACIDENTE
1 ☐ Despiste
2 ☐ Colisão
3 ☐ Atropelamento

A5 NÚMERO DE VEÍCULOS INTERVENIENTES
Ciclomotor e motociclo
Veículo ligeiro
Veículo pesado
Outros

A6 CONDUTORES INTERVENIENTES
1. SEXO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Masculino
2 ☐ ☐ ☐ Feminino
2. DATA DE NASCIMENTO
Ano Mês Dia
A
B
C

B - CIRCUNSTÂNCIAS EXTERNAS

B1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA VIA
1. ESTRADA COM SEPARADOR
1 Auto estrada - nº de vias de trânsito no sentido
2 Outra via - nº de vias de trânsito no sentido
2. ESTRADA SEM SEPARADOR - nº de vias no sentido
3. VIA DE TRÂNSITO
1 ☐ Esquerda
2 ☐ Direita
3 ☐ Central

B2 TRAÇADO DA VIA
1. EM PLANTA
1 ☐ Recta
2 ☐ Curva
2. EM PERFIL
1 ☐ Em patamar
2 ☐ Com inclinação
3 ☐ Em lombo
3. 1 ☐ Sem berma ou impraticável
2 ☐ Berma não pavimentada
3 ☐ Berma pavimentada
4. SITUAÇÃO DO ACIDENTE
1 ☐ Em plena via
2 ☐ Na berma
3 ☐ No passeio
4 ☐ Em via ou pista reservada
5 ☐ Em parque de estacionamento
5. INTERSECÇÃO DE VIAS
1 ☐ **Fora da intersecção**
Em intersecção de nível
2 ☐ Em cruzamento
3 ☐ Em entroncamento
4 ☐ Em rotunda
5 ☐ Em passagem de nível
Em intersecção desnivelada
6 ☐ Em via de aceleração
7 ☐ Em via de desaceleração
8 ☐ Em ramo de ligação - entrada
9 ☐ Em ramo de ligação - saída
6. ACIDENTE EM OBRAS DE ARTE
1 ☐ Túnel
2 ☐ Viaduto/Ponte
3 ☐ Passagem estreita

B3 REGIME DE CIRCULAÇÃO
1. FAIXA DE RODAGEM COM
1 ☐ Sentido único
2 ☐ Dois sentidos
3 ☐ Reversível
2. VELOCIDADE PERMITIDA NO LANCO
Limite geral _____ Km/h
Limite local _____ Km/h

B4 PAVIMENTO
1. TIPO DE PISO
1 ☐ Terra batida
2 ☐ Betuminoso
3 ☐ Betão de cimento
4 ☐ Calçada
2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO
1 ☐ Em bom estado
2 ☐ Em estado regular
3 ☐ Em mau estado
3. OBSTÁCULOS OU OBRAS
1 ☐ Inexistentes
2 ☐ Não sinalizados
3 ☐ Insuficientemente sinalizados
4 ☐ Correctamente sinalizados
4. CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA
1 ☐ Seca e limpa
2 ☐ Humida
3 ☐ Molhada
4 ☐ Com água acumulada na faixa de rodagem
5 ☐ Com gelo gerado ou neve
6 ☐ Com lama
7 ☐ Com gravilha ou areia
8 ☐ Com óleo

B5 SINALIZAÇÃO
1. MARCAS NO PAVIMENTO
1 ☐ Sem marcas rodoviárias ou pouco visíveis
2 ☐ Com marcas - separadoras de sentido de trânsito
3 ☐ Com marcas - separadoras de sentido e de vias de trânsito
2. SINALIZAÇÃO LUMINOSA
1 ☐ Inexistente
2 ☐ A funcionar normalmente
3 ☐ Intermitente
4 ☐ Desligada
3. SINAIS
1 ☐ Stop
2 ☐ Cedência de passagem
3 ☐ Proibição de ultrapassagem
4 ☐ Passagem de peões
5 ☐ Outros

B6 LUMINOSIDADE
1 ☐ Em plena dia
2 ☐ Sol encandeante
3 ☐ Aurora ou crepúsculo
4 ☐ Noite sem iluminação
5 ☐ Noite com iluminação

B7 FACTORES ATMOSFÉRICOS
1 ☐ Bom tempo
2 ☐ Chuva
3 ☐ Vento forte
4 ☐ Nevoeiro
5 ☐ Neve
6 ☐ Nuvem de fumo
7 ☐ Granizo

C - NATUREZA DO ACIDENTE

DESPISTE
1 ☐ Despiste simples
Com transposição do separador central
2 ☐ Com dispositivo de retenção
3 ☐ Sem dispositivo de retenção
4 ☐ Com transposição do dispositivo de retenção lateral
5 ☐ Com capotamento
6 ☐ Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo
7 ☐ Com fuga

COLISÃO
8 ☐ Frontal
9 ☐ Traseira com outro veículo em movimento
10 ☐ Lateral com outro veículo em movimento
11 ☐ Com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem
12 ☐ Choque em cadeia
13 ☐ Com fuga
14 ☐ Outras situações

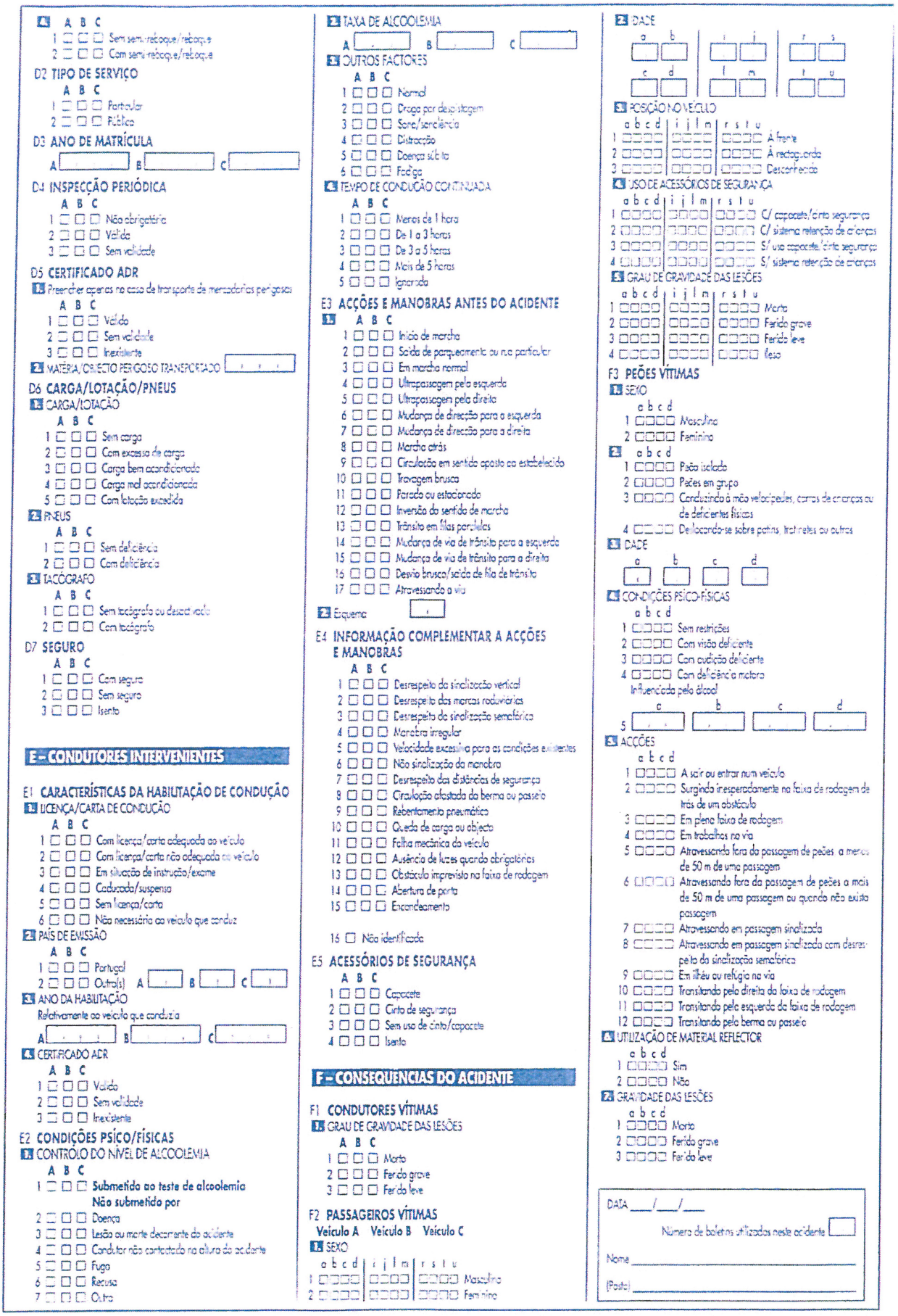
ATROPELAMENTO
15 ☐ De peões
16 ☐ De animais
17 ☐ Com fuga

Incêndio posterior A B C
☐ ☐ ☐ A preencher no caso de se verificar

D - VEÍCULOS INTERVENIENTES

D1 CATEGORIA/CLASSE
1. VEÍCULOS A, B e C
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Velocípede
2 ☐ ☐ ☐ Velocípede com motor
3 ☐ ☐ ☐ Ciclomotor
4 ☐ ☐ ☐ Motociclo cilindrada ≤ 50 cc
5 ☐ ☐ ☐ Motociclo cilindrada > 50 cc
6 ☐ ☐ ☐ Motociclo cilindrada > 50 cc > 25 kW potência a/ /peso > 0,16 kW/kg
7 ☐ ☐ ☐ Automóvel ligeiro
8 ☐ ☐ ☐ Automóvel pesado
9 ☐ ☐ ☐ Veículo agrícola
10 ☐ ☐ ☐ Máquina industrial
11 ☐ ☐ ☐ Veículo sobre carris
12 ☐ ☐ ☐ Veículo de tracção animal
13 ☐ ☐ ☐ Desconhecido
2. Se o veículo for ciclomotor ou motociclo especificar no caso de ser
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Triciclo
2 ☐ ☐ ☐ Quadriciclo
3. Se for automóvel ligeiro ou pesado indicar o tipo
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Passageiros
2 ☐ ☐ ☐ Mercadorias
3 ☐ ☐ ☐ Misto
4 ☐ ☐ ☐ Tractor
5 ☐ ☐ ☐ Veículo especial. Qual?

Boletim Estatístico de Acidentes de Viação



4 A B C
1 ☐ ☐ ☐ Sem semi-reboque/reboque
2 ☐ ☐ ☐ Com semi-reboque/reboque

D2 TIPO DE SERVIÇO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Particular
2 ☐ ☐ ☐ Público

D3 ANO DE MATRÍCULA
A [ ] B [ ] C [ ]

D4 INSPECÇÃO PERIÓDICA
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Não obrigatória
2 ☐ ☐ ☐ Válida
3 ☐ ☐ ☐ Sem validade

D5 CERTIFICADO ADR
1 Preencher apenas no caso de transporte de mercadorias perigosas
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Válido
2 ☐ ☐ ☐ Sem validade
3 ☐ ☐ ☐ Inexistente
2 MATÉRIA/OBJECTO PERIGOSO TRANSPORTADO [ ]

D6 CARGA/LOTAÇÃO/PNEUS
1 CARGA/LOTAÇÃO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Sem carga
2 ☐ ☐ ☐ Com excesso de carga
3 ☐ ☐ ☐ Carga bem acondicionada
4 ☐ ☐ ☐ Carga mal acondicionada
5 ☐ ☐ ☐ Com lotação excedida
2 PNEUS
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Sem deficiência
2 ☐ ☐ ☐ Com deficiência
3 TACÓGRAFO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Sem tacógrafo ou desactivado
2 ☐ ☐ ☐ Com tacógrafo

D7 SEGURO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Com seguro
2 ☐ ☐ ☐ Sem seguro
3 ☐ ☐ ☐ Isento

E – CONDUTORES INTERVENIENTES

E1 CARACTERÍSTICAS DA HABILITAÇÃO DE CONDUÇÃO
1 LICENÇA/CARTA DE CONDUÇÃO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Com licença/carta adequada ao veículo
2 ☐ ☐ ☐ Com licença/carta não adequada ao veículo
3 ☐ ☐ ☐ Em situação de instrução/exame
4 ☐ ☐ ☐ Caducada/suspensa
5 ☐ ☐ ☐ Sem licença/carta
6 ☐ ☐ ☐ Não necessária ao veículo que conduz
2 PAÍS DE EMISSÃO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Portugal
2 ☐ ☐ ☐ Outro(s) A [ ] B [ ] C [ ]
3 ANO DA HABILITAÇÃO
Relativamente ao veículo que conduzia
A [ ] B [ ] C [ ]
4 CERTIFICADO ADR
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Válido
2 ☐ ☐ ☐ Sem validade
3 ☐ ☐ ☐ Inexistente

E2 CONDIÇÕES PSÍCO/FÍSICAS
1 CONTROLO DO NÍVEL DE ALCOOLEMIA
A B C
1 ☐ ☐ ☐ **Submetido ao teste de alcoolemia**
Não submetido por
2 ☐ ☐ ☐ Doença
3 ☐ ☐ ☐ Lesão ou morte decorrente do acidente
4 ☐ ☐ ☐ Condutor não contactado na altura do acidente
5 ☐ ☐ ☐ Fuga
6 ☐ ☐ ☐ Recusa
7 ☐ ☐ ☐ Outro
2 TAXA DE ALCOOLEMIA
A [,] B [,] C [,]
3 OUTROS FACTORES
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Normal
2 ☐ ☐ ☐ Droga por despistagem
3 ☐ ☐ ☐ Sono/sonolência
4 ☐ ☐ ☐ Distracção
5 ☐ ☐ ☐ Doença súbita
6 ☐ ☐ ☐ Fadiga
4 TEMPO DE CONDUÇÃO CONTINUADA
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Menos de 1 hora
2 ☐ ☐ ☐ De 1 a 3 horas
3 ☐ ☐ ☐ De 3 a 5 horas
4 ☐ ☐ ☐ Mais de 5 horas
5 ☐ ☐ ☐ Ignorada

E3 ACÇÕES E MANOBRAS ANTES DO ACIDENTE
1 A B C
1 ☐ ☐ ☐ Início de marcha
2 ☐ ☐ ☐ Saída de parqueamento ou via particular
3 ☐ ☐ ☐ Em marcha normal
4 ☐ ☐ ☐ Ultrapassagem pela esquerda
5 ☐ ☐ ☐ Ultrapassagem pela direita
6 ☐ ☐ ☐ Mudança de direcção para a esquerda
7 ☐ ☐ ☐ Mudança de direcção para a direita
8 ☐ ☐ ☐ Marcha atrás
9 ☐ ☐ ☐ Circulação em sentido oposto ao estabelecido
10 ☐ ☐ ☐ Travagem brusca
11 ☐ ☐ ☐ Parado ou estacionado
12 ☐ ☐ ☐ Inversão do sentido de marcha
13 ☐ ☐ ☐ Trânsito em filas paralelas
14 ☐ ☐ ☐ Mudança de via de trânsito para a esquerda
15 ☐ ☐ ☐ Mudança de via de trânsito para a direita
16 ☐ ☐ ☐ Desvio brusco/saída de fila de trânsito
17 ☐ ☐ ☐ Atravessando a via
2 Esquema [ ]

E4 INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR A ACÇÕES E MANOBRAS
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Desrespeito da sinalização vertical
2 ☐ ☐ ☐ Desrespeito das marcas rodoviárias
3 ☐ ☐ ☐ Desrespeito da sinalização semafórica
4 ☐ ☐ ☐ Manobra irregular
5 ☐ ☐ ☐ Velocidade excessiva para as condições existentes
6 ☐ ☐ ☐ Não sinalização da manobra
7 ☐ ☐ ☐ Desrespeito das distâncias de segurança
8 ☐ ☐ ☐ Circulação afastada da berma ou passeio
9 ☐ ☐ ☐ Rebentamento pneumático
10 ☐ ☐ ☐ Queda de carga ou objecto
11 ☐ ☐ ☐ Falha mecânica do veículo
12 ☐ ☐ ☐ Ausência de luzes quando obrigatórias
13 ☐ ☐ ☐ Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem
14 ☐ ☐ ☐ Abertura de porta
15 ☐ ☐ ☐ Encandeamento
16 ☐ Não identificada

E5 ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Capacete
2 ☐ ☐ ☐ Cinto de segurança
3 ☐ ☐ ☐ Sem uso de cinto/capacete
4 ☐ ☐ ☐ Isento

F – CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE

F1 CONDUTORES VÍTIMAS
1 GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Morto
2 ☐ ☐ ☐ Ferido grave
3 ☐ ☐ ☐ Ferido leve

F2 PASSAGEIROS VÍTIMAS
Veículo A Veículo B Veículo C
1 SEXO

a b c d	i j l m	r s t u	
1 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Masculino
2 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Feminino

2 IDADE

a b	i j	r s
c d	l m	t u

3 POSIÇÃO NO VEÍCULO

a b c d	i j l m	r s t u	
1 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	À frente
2 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	À rectaguarda
3 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Desconhecido

4 USO DE ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA

a b c d	i j l m	r s t u	
1 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	C/ capacete/cinto segurança
2 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	C/ sistema retenção de crianças
3 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	S/ uso capacete/cinto segurança
4 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	S/ sistema retenção de crianças

5 GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES

a b c d	i j l m	r s t u	
1 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Morto
2 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Ferido grave
3 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Ferido leve
4 ☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐☐☐	Ileso

F3 PEÕES VÍTIMAS
1 SEXO

a b c d	
1 ☐☐☐☐	Masculino
2 ☐☐☐☐	Feminino

2

a b c d	
1 ☐☐☐☐	Peão isolado
2 ☐☐☐☐	Peões em grupo
3 ☐☐☐☐	Conduzindo à mão velocípedes, carros de crianças ou de deficientes físicos
4 ☐☐☐☐	Deslocando-se sobre patins, trotinetes ou outros

3 IDADE
a [ ] b [ ] c [ ] d [ ]
4 CONDIÇÕES PSÍCO-FÍSICAS

a b c d	
1 ☐☐☐☐	Sem restrições
2 ☐☐☐☐	Com visão deficiente
3 ☐☐☐☐	Com audição deficiente
4 ☐☐☐☐	Com deficiência motora

Influenciado pelo álcool
5 a [,] b [,] c [,] d [,]
5 ACÇÕES

a b c d	
1 ☐☐☐☐	A sair ou entrar num veículo
2 ☐☐☐☐	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
3 ☐☐☐☐	Em plena faixa de rodagem
4 ☐☐☐☐	Em trabalhos na via
5 ☐☐☐☐	Atravessando fora da passagem de peões a menos de 50 m de uma passagem
6 ☐☐☐☐	Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50 m de uma passagem ou quando não existe passagem
7 ☐☐☐☐	Atravessando em passagem sinalizada
8 ☐☐☐☐	Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica
9 ☐☐☐☐	Em ilhéu ou refúgio na via
10 ☐☐☐☐	Transitando pela direita da faixa de rodagem
11 ☐☐☐☐	Transitando pela esquerda da faixa de rodagem
12 ☐☐☐☐	Transitando pela berma ou passeio

6 UTILIZAÇÃO DE MATERIAL REFLECTOR

a b c d	
1 ☐☐☐☐	Sim
2 ☐☐☐☐	Não

7 GRAVIDADE DAS LESÕES

a b c d	
1 ☐☐☐☐	Morto
2 ☐☐☐☐	Ferido grave
3 ☐☐☐☐	Ferido leve

DATA ___/___/___
Número de boletins utilizados neste acidente [ ]
Nome _____
(Posto) _____

Anexo 5 - Correcção das discrepâncias encontradas

De acordo com as fichas de inquérito

	Localização					Elementos do sistema	
	Distrito	EN	Km	Sentido De	Sentido Para	Inclinação do trainel da estrada (%)	Extensão do declive da estrada (m)
	1.1	1.2	1.3	1.4		4.1	4.2
31	Aveiro	A25	36+050	Viseu	Aveiro	6,00%	4000
32	Aveiro	A25	37+275	Viseu	Aveiro	6,00%	4000
33	Aveiro	A25	38+800	Viseu	Aveiro	6,00%	4000
34	Guarda	A25	150+600	Guarda	Viseu	5,00%	5260
35	Guarda	A25	153+000	Guarda	Viseu	5,00%	5260
36	Guarda	A25	154+200	Guarda	Viseu	5,00%	5260

i>6%	i>4%	i>5%	i>3%
L>2 km	$L*i^2>70$	$L*i^2>60$	p*d> 130
Critério de implementação			
Cr1	Cr2	Cr3	Cr4
OK	144,00	144,00	240
OK	144,00	144,00	240
OK	144,00	144,00	240
KO	131,50	131,50	263
KO	131,50	131,50	263
KO	131,50	131,50	263

Total de Leitos de paragem de emergência	6,00		
Leitos de paragem de emergência que obedecem ao critério de implementação	3	6	6	6
Leitos de paragem de emergência que não obedecem ao critério de implementação	3	0	0	0

Com alteração das discrepâncias encontradas

	Localização					Elementos do sistema	
	Distrito	EN	Km	Sentido De	Sentido Para	Inclinação do trainel da estrada (%)	Extensão do declive da estrada (m)
	1.1	1.2	1.3	1.4		4.1	4.2
31	Aveiro	A25	36+050	Viseu	Aveiro	6,00%	4000
32	Aveiro	A25	37+275	Viseu	Aveiro	6,00%	1225
33	Aveiro	A25	38+800	Viseu	Aveiro	6,00%	1525
34	Guarda	A25	150+600	Guarda	Viseu	5,00%	5260
35	Guarda	A25	153+000	Guarda	Viseu	5,00%	2400
36	Guarda	A25	154+200	Guarda	Viseu	5,00%	1200

i>6%	i>4%	i>5%	i>3%
L>2 km	$L*i^2>70$	$L*i^2>60$	p*d> 130
Critério de implementação			
Cr1	Cr2	Cr3	Cr4
OK	144,00	144,00	240
KO	44,10	44,10	73,5
KO	54,90	54,90	91,5
KO	131,50	131,50	263
KO	60,00	60,00	120
KO	30,00	30,00	60

Total de Leitos de paragem de emergência	6,00		
Leitos de paragem de emergência que obedecem ao critério de implementação	1	2	2	2
Leitos de paragem de emergência que não obedecem ao critério de implementação	5	4	4	4

Anexo 6 - Simulação do comprimento do leito de paragem de emergência

	Localização					Data de construção	Inclinação do leito de paragem (%)	Comprimento de plena largura em metros. Parâmetros considerados V=120 km/h, agregado de seixo ou gravilha descompactada					Valor máximo Situação 4	Comprimento do fosso (m)	Valor mínimo Situação 3
	Distrito	EN	Km	Sentido De	Sentido Para			Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4	Situação 5			
	1.1	1.2	1.3	1.4		1.5	4.6							4.3	
1	Braga	EN 206	51+400	Zona industrial	Guimarães	1989	0,00%	189	567	163	576	565	576	108,5	163
2	Bragança	IP 4	169+150	Bragança	Porto	1993	4,00%	218	405	163	574	563	574	116	163
3	Bragança	IP 4	229+300	Bragança	Porto	1999	12,00%	315	258	163	569	558	569	136	163
4	Guarda	EN 232	0+400	Norte	Sul	2006	0,00%	189	567	163	576	565	576	85	163
6	Guarda	IP 5	156+050	Guarda	Viseu		9,00%	270	298	163	571	560	571	130	163
7	Porto	IP 4	68+000	Norte	Sul	1982	3,00%	210	436	163	574	563	574	140	163
8	Porto	IP 4	71+000	Norte	Sul	1982	3,00%	210	436	163	574	563	574	133	163
11	Vila Real	IP 4	82+200	Amarante	Vila Real	1988	3,00%	210	436	163	574	563	574	122	163
12	Vila Real	IP 4	92+100	Amarante	Vila Real	1987	2,00%	202	472	163	575	564	575	103	163
13	Vila Real	IP 4	100+960	Bragança	Vila Real	1995	11,00%	298	270	163	570	559	570	132	163
14	Vila Real	IP 4	102+600	Bragança	Vila Real	1995	14,00%	354	236	163	568	557	568	123	163
15	Vila Real	IP 4	104+160	Bragança	Vila Real	1995	10,00%	283	283	163	570	559	570	120	163
16	Vila Real	IP 4	111+650	Vila Real	Bragança	1995	8,00%	258	315	163	571	560	571	120	163
17	Vila Real	IP 4	123+920	Vila Real	Bragança	1995	8,00%	258	315	163	571	560	571	150	163
18	Viseu	IP 5	71+450	Aveiro	Viseu	1987	8,00%	258	315	163	571	560	571	99,4	163
19	Viseu	IP 5	73+600	Aveiro	Viseu	1987	8,00%	258	315	163	571	560	571	136	163
20	Viseu	IP 5	123+800	Viseu	Guarda	1989	8,00%	258	315	163	571	560	571	150	163
21	Vila Real	A24	36+100	Sul	Norte	2006	-1,00%	183	630	163	577	565	630	300	163
22	Vila Real	A24	48+900	Sul	Norte	2007	-1,00%	183	630	163	577	565	630	266	163
23	Vila Real	A24	50+900	Sul	Norte	2007	-4,30%	165	995	163	578	567	995	300	163
24	Vila Real	A24	60+200	Norte	Sul	2007	6,00%	236	354	163	573	561	573	217	163
25	Vila Real	A24	62+200	Norte	Sul	2007	1,50%	199	493	163	575	564	575	244	163
26	Vila Real	A24	84+200	Norte	Sul	2004	10,00%	283	283	163	570	559	570	191	163
27	Vila Real	A24	87+400	Norte	Sul	2004	4,00%	218	405	163	574	563	574	265	163
29	Viseu	A24	125+800	Norte	Sul	2002		189	567	163	576	565	576	293	163
31	Aveiro	A25	36+050	Viseu	Aveiro	2003	10,00%	283	283	163	570	559	570	175	163
32	Aveiro	A25	37+275	Viseu	Aveiro	2003	5,50%	231	366	163	573	562	573	225	163
33	Aveiro	A25	38+800	Viseu	Aveiro	2003	10,00%	283	283	163	570	559	570	198	163
34	Guarda	A25	150+600	Guarda	Viseu	2005	6,00%	236	354	163	573	561	573	224	163
35	Guarda	A25	153+000	Guarda	Viseu	2005	6,00%	236	354	163	573	561	573	225	163
36	Guarda	A25	154+200	Guarda	Viseu	2005	9,00%	270	298	163	571	560	571	223	163
37	Lisboa	A8	8+300	Norte	Sul	2003	10,00%	283	283	163	570	559	570	115	163

Total de saídas de emergência de plena largura	32
Total de saídas de emergência de plena largura que excedem o comprimento mínimo	14

Anexo 6 - Simulação do comprimento do leito de paragem de emergência com velocidade de entrada de 120 km / h