

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Ezequiel dos Santos Júnior

**MEDIDAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA NO PROJETO DE  
PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS**

Santa Maria, RS  
2022

Ezequiel dos Santos Júnior

**MEDIDAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA NO PROJETO DE PONTES,  
VIADUTOS E PASSARELAS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheiro Civil**.

Orientador: Prof.º Dr. André Lübeck

Santa Maria, RS  
2022

**Ezequiel dos Santos Júnior**

**MEDIDAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA NO PROJETO DE PONTES,  
VIADUTOS E PASSARELAS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheiro Civil**.

Aprovado em 23 de agosto de 2022:

---

**André Lübeck, Dr. (UFSM)**

---

**Almir Barros da Silva Neto, Dr. (UFSM)**

---

**Alisson Simonetti Milani, Dr. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, RS  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a minha família, em especial a meus pais por todo o amor, carinho, incentivo e esforço imensurável em proporcionar a melhor educação possível durante toda minha vida.

Aos meus amigos, por fazerem dessa trajetória uma experiência inesquecível.

A todos os meus professores, e aqui incluo todos mesmo, desde a educação básica até os de agora na graduação, sem vocês nada disso seria possível.

A todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, o meu eterno agradecimento.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento,  
mais evidente fica nossa ignorância”

John F. Kennedy

## RESUMO

### MEDIDAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA NO PROJETO DE PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS

AUTOR: Ezequiel dos Santos Júnior  
ORIENTADOR: André Lübeck

Pontes, viadutos e passarelas, também conhecidos como obras de arte, são importantes estruturas para nossa sociedade por permitir a transposição de acidentes geográficos, por isso é importante que projetistas e equipe técnica possuam conhecimento sobre as normativas técnicas que abrangem essas estruturas. Para isso foram escolhidas três normas técnicas que devem ser trabalhadas juntas para que tenha-se boas estruturas e que apresentem uma segurança viária para todos os usuários. As normas escolhidas foram a NBR 15486/2016, que versa sobre dispositivos de contenção viária, a NBR 14885/2016, sobre barreiras de concreto, e a NBR 7187/2021 que apresenta os procedimentos de projeto sobre pontes, viadutos e passarelas. Com isso, escolheu-se por analisar estas normas de modo a facilitar e simplificar a compreensão das mesmas e assim ajudar para que se tenha estruturas mais seguras. Para isso foi feita uma análise geral das normas trazendo suas importâncias para o tema discutido. Após mostrou-se parâmetros que devem ser seguidos para a definição sobre o uso de dispositivos de contenção, bem como os critérios necessários para projetar esses dispositivos. Também foi tratado o tema dos dispositivos de contenção pontual, importantes no início de um dispositivo de contenção ou junto a um obstáculo fixo. Por fim foram apresentados os critérios para projeto de barreiras de concreto. Ao fim deste trabalho pode-se concluir que é imprescindível para segurança viária a correta escolha do melhor dispositivo de contenção a ser usado, e para isso diversos aspectos devem ser levados em consideração seguindo as recomendações normativas.

**Palavras-chave:** Segurança Viária. Barreiras de concreto. Pontes.

## ABSTRACT

### ROAD SAFETY AND PROTECTION MEASURES ON PROJECT OF BRIDGES, OVERPASSES AND FOOTBRIDGES

AUTHOR: Ezequiel dos Santos Júnior  
ADVISOR: André Lübeck

Bridges, viaducts and footbridges, also known as works of art, are important structures for our society, so it is important that designers and technical staff have the knowledge about the technical regulations that cover these structures. The security of these structures as well as those who use them is very important. For this, three technical standards were chosen that must be worked together so that we have good structures and that present road safety for all users. The standards chosen were NBR 15486/2016, on road safety devices, NBR 14885/2016, on concrete barriers, and NBR 7187/2021 on bridges, overpasses and footbridges. With this, it was chosen to analyze these standards in order to facilitate and simplify their understanding and thus help to have safer structures. For this, a general analysis of the standards was made, showing their importance for the topic discussed. Afterwards, parameters that must be followed for the definition of the safety devices were shown, as well as the criteria necessary to design these devices. The topic of impact attenuator, important at the beginning of safety barrier or next to a fixed obstacle, was also addressed. Finally, the criteria for the design of concrete barriers were presented. At the end of this work, it can be concluded that it is essential for road safety to correctly choose the best containment device to be used, and for that, several aspects must be taken into account following the normative recommendations.

**Keywords:** Road Safety. Concrete barriers. Bridges.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Barreiras de cabos de alta tensão.....	13
Figura 2 – Defensas metálicas .....	14
Figura 3 – Atenuador de impacto .....	15
Figura 4 – Barreira New Jersey.....	17
Figura 5 – Barreiras mais utilizadas nos Estados Unidos e Austrália.....	18
Figura 6 – Processo de instalação de barreiras pré-fabricadas .....	19
Figura 7 – Guarda-corpo pré-fabricado .....	20
Figura 8 – Necessidade de proteção lateral.....	28
Figura 9 – Taludes recuperáveis .....	29
Figura 10 – Talude não recuperável.....	29
Figura 11 – Talude crítico.....	30
Figura 12 – Necessidade de dispositivo de contenção central.....	32
Figura 13 – Espaço de trabalho .....	35
Figura 14 – Intrusão .....	36
Figura 15 – Deflexão dinâmica.....	36
Figura 16 – Deflexão lateral .....	39
Figura 17 – Atenuador de impacto .....	41
Figura 18 – Perfil New Jersey .....	43
Figura 19 – Terminal – Perfil New Jersey .....	44
Figura 20 – Abertura para pedestres.....	45
Figura 21 – Transição de altura.....	46
Figura 22 – Atenuador de impacto móvel.....	47
Figura 23 – Formas para moldagem <i>in loco</i> .....	48
Figura 24 – Processo de extrusão contínua.....	48
Figura 25 – Barreiras pré-moldadas.....	49



Figura 26 – Juntas de retração.....	49
Figura 27 – Junta de dilatação .....	50
Figura 28 – Processo de ancoragem .....	51

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
3	ANÁLISE GERAL DAS NBRs .....	23
4	DISPOSITIVO DE CONTENÇÃO - NECESSIDADE DE USO .....	26
5	DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO LONGITUDINAL .....	34
6	DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO PONTUAL .....	40
7	NBR 14885 – BARREIRAS DE CONCRETO .....	43
8	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Ruas, avenidas, rodovias são nomes dados a estruturas que todos conhecemos, e é incontestável a importância que essas vias possuem nas vidas e também na sociedade em que vivemos. Elas servem como importantes agentes de integração. Muitas vezes as ligações entre essas estruturas são realizadas através de outras importantes construções. Chama-se essas estruturas de pontes, viadutos e passarelas, também conhecidas na engenharia em função da sua complexidade como Obras de Arte Especiais (OAEs).

Segundo Marchetti (2008) denomina-se ponte quando o obstáculo a ser transportado for um rio e chama-se de viaduto quando esse obstáculo for um vale ou outra via. Bastos e Miranda (2017) definem pontes e viadutos como equipamentos indispensáveis para a vida cotidiana pois estes regulam os principais escoamentos de vias, cruzamentos de grandes avenidas e encurtando caminhos.

Fialho (2004) diz que passarelas são pontes para pedestres que promovem a ligação entre duas áreas da cidade, separadas por algum obstáculo natural ou criado pelo homem. Lebet e Hirt (2013) complementam essa ideia ao dizer que passarelas são pontes para pedestres e ciclistas e tem como característica possuírem um peso próprio menor devido às cargas que atuam nas mesmas serem menores do que as atuantes em pontes convencionais. De modo geral pode-se tratar pontes, viadutos e passarelas da mesma forma.

Pela natureza de utilização, como também o local em que estão inseridas, essas estruturas possuem inúmeras exigências de projeto e segurança. Esses aspectos estão regulamentados por diversas Normas Brasileiras e normas internacionais. Devido a quantidade de normas técnicas existentes que envolvem o tema, foram escolhidas três normas brasileiras, que passaram por revisão recentemente, para serem objeto de estudo, com uma análise mais focada na questão de segurança no tráfego através de dispositivos de contenção viária instalados em obras de arte. A escolha por três normas técnicas se dá pela interconexão entre elas.

A NBR 15486:2016 e a NBR 14885:2016 serão analisadas mais profundamente. A NBR 15486:2016 tem como finalidade estabelecer instruções tanto de projeto como de critérios para a aceitação de dispositivos de contenção viária. Há uma variedade de dispositivos citados na norma, como atenuadores de impacto,

terminais absorvedores de energia, entre outros, entretanto para o desenvolvimento desse trabalho apenas os dispositivos de contenção longitudinal serão apresentados.

Por sua vez a NBR 14885:2016 trata especificamente sobre um modo de contenção longitudinal, denominado barreiras de concreto e os requisitos para projeto e implantação delas.

Ainda, a NBR 7187:2021 que trata sobre os procedimentos e requisitos básicos de um projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto, servirá de apoio à análise das outras duas normas citadas anteriormente.

Souza (2018) cita que é comum serem constatados problemas no projeto e na execução de tais dispositivos de contenção, como por exemplo a utilização de um sistema diferente do projetado, mais barato ou com desempenho inferior. Situação essa que, em caso de acidentes de trânsito, pode colocar a vida das pessoas em risco.

Visto que o modal rodoviário é o mais utilizado pela sociedade e também o que registra o maior número de acidentes (BRASIL, 2021), objetiva-se com este trabalho simplificar o entendimento e compreensão das normas citadas anteriormente, para que assim, seja possível ajudar a assegurar que futuros projetos, manutenções e recuperações dessas estruturas sejam atendidas por profissionais que possuam conhecimento para tal função e entendam a real importância das boas práticas na construção dessas estruturas.

## 1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar de forma sucinta e discutida os apontamentos das normas NBR 15486:2016, NBR 14885:2016 e NBR 7187:2021 quanto aos dispositivos de segurança.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo contextualizar e apresentar uma revisão da literatura relacionada ao tema tratado neste trabalho.

### 2.1 COMPONENTES DE UMA PONTE

De acordo com Pfeil (1979) sob o ponto de vista funcional as pontes podem ser divididas em três partes principais. Sendo elas: a infraestrutura, a mesoestrutura e a superestrutura.

Marchetti (2008) as define da seguinte maneira:

- Infraestrutura é constituída por elementos que se apoiam no terreno e recebem os esforços transmitidos da superestrutura para a mesoestrutura.

- Mesoestrutura é a parte composta pelos pilares, sendo o elemento que recebe os esforços da superestrutura e os transmite para a infraestrutura, também recebe esforços de outras forças solicitantes, como vento e água em movimento

- Superestrutura é formada por vigas e lajes, sendo o elemento de suporte da pista de rolamento por onde se trafega, logo é a parte útil da obra.

É nessa última parte que estão apoiados os dispositivos de contenção viária, como as barreiras de concreto, que agem como ações permanentes na estrutura.

### 2.2 DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO VIÁRIA

Os dispositivos de contenção viária, que também são conhecidos por barreiras de segurança rodoviária ou de tráfego, segundo Souza (2018) são sistemas de proteção instalados juntamente à rodovias de forma pontual ou longitudinal e que tem como objetivo absorver o impacto de veículos desgovernados e direcioná-los de volta à pista, protegendo os ocupantes de obstáculos e outros perigos à margem da via.

Em um primeiro momento essa volta à pista pode parecer uma medida também perigosa, porém esses dispositivos de contenção viária, além de devolverem o veículo com menos energia, evitam que os veículos desgovernados se choquem contra obstáculos que podem ser encontrados a margens de rodovias, ou invadam a pista

contrária e ocasionam colisões frontais que são extremamente perigosas ou ainda, no caso de pontes e viadutos, evitam que esses carros sofram quedas de alturas elevadas ou caiam em corpos de água, o que poderia acarretar em acidentes ainda mais graves.

Grzebieta (2005) traz que dispositivos de segurança rodoviária, quando atingidos por um veículo desgovernado, devem redirecionar esse veículo para longe do perigo, de modo a não acarretar o giro, capotamento ou algum dano significativo ao veículo desgovernado além, é claro, de não provocar desacelerações bruscas que coloquem em perigo a vida dos ocupantes do veículo. Segundo *Roadside Design Guide* (2011 apud Queiroz, 2016) as barreiras de segurança podem ser classificadas em três categorias, flexíveis, semirrígidas e rígidas, o que influencia em sua classificação são as características da deflexão resultante do impacto. Deflexão que é o afastamento máximo da face frontal do sistema de contenção (NBR 15486:2016).

### 2.2.1 Barreiras flexíveis

Segundo Queiroz (2016), as barreiras flexíveis absorvem melhor a energia de impacto, quando comparado as demais categorias de elementos, já que a energia é dissipada devido ao desvio da barreira. Como exemplos dessas barreiras, são citadas as barreiras de cabo de baixa e alta tensão. Na Figura 1 é possível ver um exemplo de utilização desse tipo de barreira instalada no canteiro central de uma rodovia estadunidense no estado de Wisconsin.

Figura 1 – Barreira de cabos de alta tensão



Fonte: (WISCONSIN, 2022)

Queiroz (2016) também traz como exemplo de barreira flexível as defensas metálicas, que são compostas por guias de deslizamento e postes metálicos com grande flexibilidade. Sendo essas amplamente utilizadas no Brasil. Esse tipo de barreira pode ser visto também nas cabeceiras de pontes e viadutos. Na Figura 2 pode-se ver esse sistema em uso em uma rodovia.

Figura 2 – Defensas metálicas



Fonte: (SERGET, 2022)

Apesar de serem muito utilizadas, esse tipo de barreira possui uma grande desvantagem, seu custo de reparo, geralmente após o impacto esse sistema precisa ser trocado por completo na zona atingida. No Brasil, seu uso deve ser de acordo com o disposto na NBR 6970:2022 e NBR 6971:2012.

### 2.2.2 Barreiras semirrígidas

As barreiras semirrígidas são definidas por Queiroz (2016) como sistemas que possuem rigidez intermediária e bom desempenho em absorver a energia de impacto. Porém seu custo de manutenção é uma desvantagem, além de não serem muito eficientes contra veículos pesados. Como exemplo, são citadas as *Box Beam*, também chamados de atenuadores de impacto, que atuam de modo a distribuir a força de impacto para o restante da estrutura. Na Figura 3 é possível ver um exemplo desse

sistema, no caso o exemplo mostrado é chamado de Terminal Absorvedor de Energia (TAE), este sistema é utilizado, geralmente no início de defesa metálica, ou outro tipo de dispositivo de contenção, com o objetivo de iniciar o dispositivo de forma segura.

Figura 3 – Atenuador de impacto



Fonte: (TRANSITMG, 2022)

Outro sistema de barreira semirrígida citada é a defesa metálica MGS que possui características semelhantes as defensas convencionais, as principais diferenças são que as MGS possuem maior altura e o espaçador, que fica entre a lâmina e o poste, é mais largo, essas diferenças ajudam a absorver melhor o impacto e ser mais eficiente contra veículos que possuem o centro de gravidade mais elevado.

### 2.2.3 Barreiras rígidas

As barreiras rígidas são definidas por Queiroz (2016) como sendo mais resistentes e duráveis que os outros sistemas de barreiras. Entretanto, são menos eficientes quando fala-se em absorção de energia de impacto. Devido a sua estrutura,



raramente requerem manutenção ou reparos. Como exemplo pode-se citar as barreiras de concreto e os vários modelos de perfis existentes. Esse tipo de elemento será melhor descrito na sequência do texto.

### 2.3 BARREIRAS DE CONCRETO

De acordo com Ray & McGinnis (1997), não há como afirmar onde ou quando surgiram as primeiras barreiras de contenção central de concreto, porém é de conhecimento que elas foram usadas em Bakersfield, Califórnia em meados da década de 1940, em rodovias na descida das montanhas Tehachapi, para minimizar o número de caminhões desgovernados que penetravam os outros tipos de barreiras usados na época. Devido ao local do surgimento dessas barreiras, elas acabaram ficando conhecidas como “barreiras Califórnia”.

Ainda segundo Ray & McGinnis (1997) essa “primeira geração”, assim chamada por eles, tinha como objetivos, além minimizar o número de caminhões desgovernados que penetravam as barreiras, eliminar os custos e perigos resultantes da manutenção das barreiras, que necessitam de trabalhadores na pista para fazer o reparo ou troca de seções das barreiras danificadas.

Ray & McGinnis (1997) também descrevem o surgimento das “barreiras New Jersey”, novamente o nome é derivado do local de desenvolvimento desse modelo. Um fato curioso observado foi o de que esse modelo foi desenvolvido sem nenhum tipo de teste de colisão ou algo do gênero. O departamento de rodovias do estado de New Jersey apenas instalava as barreiras e observava como aquela versão incidia sobre os índices de acidentes no local instalado.

A barreira New Jersey passou por várias mudanças em seus primeiros anos, principalmente em relação a sua altura, a primeira versão possuía uma altura de 460 mm, depois após problemas observados, a altura foi alterada para 610 mm e então para 810 mm no final da década de 1950. Esta última versão de altura é utilizada até hoje.

Atualmente existem diversos perfis de barreiras aceitos pelo mundo, mas todos derivam em algum ponto dessas primeiras. No Brasil de acordo com a NBR 14885:2016, os modelos aceitos são aqueles aprovados pela NCHRP 350/MASH:2016 ou pela EN1317-2:2012, a primeira é uma norma estadunidense,

chancelada pela Associação Americana de Rodovias do Estado e Funcionários de Transporte (AASHTO na sigla em inglês), já a segunda é uma norma europeia.

Segundo Grzebieta (2005), as barreiras de concreto são amplamente utilizadas onde não há espaço de trabalho para a utilização de barreiras deformáveis, como por exemplo quando há objetos fixos próximos à lateral da via que não podem ser deslocados ou removidos. Pode-se citar como exemplos os canteiros centrais estreitos onde não há espaço para ocorrer essa deformação. Ou ainda em pontes e viadutos onde deve-se garantir que os veículos permaneçam sobre a estrutura em caso de acidente. Na Figura 4 há um exemplo desta situação, a deformação da barreira central não é possível, pois isso implicaria em perigo no sentido contrário de tráfego, por esse motivo foi feita a escolha pela instalação de uma barreira rígida de concreto armado.

Figura 4 – Barreira New Jersey

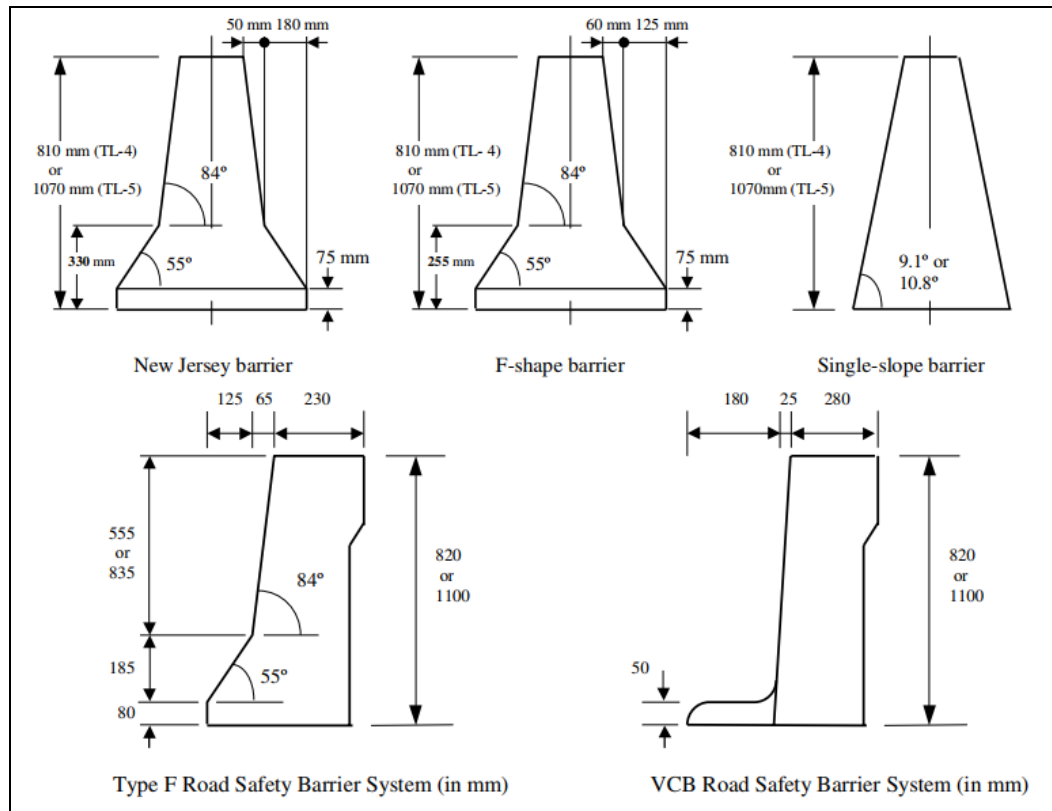


Fonte: (RÁDIO CRICIÚMA, 2010)

A Figura 5 exemplifica os modelos de barreiras de concreto mais utilizados nos Estados Unidos e Austrália de acordo com Grzebieta (2005). Nela pode-se notar a

semelhança de perfil entre os diferentes modelos utilizados. Todos possuem altura superior a 80cm e também possuem algum nível de inclinação na face da barreira mais próxima a via que ajuda a redirecionar o e absorver parte da energia do veículo.

Figura 5 - Barreiras mais utilizadas nos Estados Unidos e Austrália



Fonte: (GRZEBIETA, 2005)

### 2.3.1 Barreiras de concreto pré-fabricado

Queiroz (2016) diz que as barreiras pré-fabricadas de concreto surgiram pela necessidade de obter esse tipo de dispositivo em escala industrial. O fato de ser um produto pré-fabricado acarreta que a produção não depende de condições climáticas, o que para estruturas de concreto é de extrema importância, pois por não depender das condições climáticas, a cura é mais controlada do que as peças moldadas *in loco*.

Assim como as barreiras de concreto, o uso de barreiras pré-fabricadas também não possui uma data específica para seu início de utilização. Albin et al. (2014) afirma que desde o início da década de 1970 já se utilizava esse processo,

tanto para barreiras temporárias, que podem ser usadas em períodos de obras ou manutenção, quanto para barreiras fixas.

Além disso, o fato de possuir um design modular abre a possibilidade da remoção de setores para reparação, substituição, ou até mesmo a abertura para emergências. Também podem ser usadas para desvios e canteiros de obras, possuindo o mesmo nível de segurança das barreiras fixas. Ainda, podem ser removidas para serem reaproveitadas em outro local, como em reconfigurações de pista.

Porém, justamente por se tratar de um sistema modular, se faz necessário a solidarização das peças pré-moldadas. Segundo Queiroz (2016), os vínculos desempenham um papel importante nesse sentido. Além de serem responsáveis pela solidarização, os vínculos ainda atuam na estabilidade do conjunto e também podem servir para absorver impactos, já que possuem maior flexibilidade do que as peças moldadas *in-loco*.

Na Figura 6 é possível visualizar o processo de instalação de uma barreira de concreto pré-fabricado. Santos (2015) comenta que quando bem treinados apenas dois operários podem instalar até 500 metros por dia de serviço. Já Queiroz (2016) traz que uma equipe de seis pessoas juntamente com o auxílio de um caminhão-munck consegue instalar até 600 metros de barreira em um turno de 8 horas.

Figura 6 – Processo de instalação de barreiras pré-fabricadas



Fonte: (SANTOS, 2015)

## 2.4 GUARDA-CORPOS

Em pontes e viadutos o tabuleiro além da pista de rolamento, possui também um passeio para pedestres. As barreiras de segurança podem e devem ser utilizadas para separar a pista de rolamento do passeio, assim servindo de proteção aos pedestres, além disso na extremidade oposta à pista de rolamento são utilizados guarda-corpos que ajudam a evitar quedas de pedestres.

A NBR 7187:2021 define guarda-corpos como um elemento contínuo ou vazado de proteção do pedestre na borda do passeio. Como podem ser feitos de diferentes materiais, podem possuir diferentes formas, o que torna o guarda-corpo muitas vezes, além de um sistema de segurança, também parte importante da arquitetura da estrutura. Na Figura 7 é possível visualizar um guarda-corpos de concreto pré-fabricado instalado em uma ponte.

Figura 7 – Guarda-corpo pré-fabricado



Fonte: (ENGEMOLDE, 2022)

A direita na Figura 7 também é possível visualizar uma barreira de concreto servindo de proteção aos pedestres que usam o passeio sobre a ponte.

## 2.5 RODOVIAS QUE PERDOAM

O Conselho Nacional de Trânsito - CNT (2021) discorre sobre acidentes de trânsito:

Tais acidentes têm graves consequências sociais, com perda precoce de vidas e lesões temporárias ou permanentes, provocando também prejuízos econômicos consideráveis, devido aos danos materiais, às perdas de produção e os custos com saúde e previdência. No Brasil, segundo análise de dados feita pela administradora do seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres (DPVAT), em pelo menos dez estados, acidentes viários matam mais que crimes violentos.

É de conhecimento de todos que acidentes rodoviários podem ser causados por inúmeros fatores. Porém, o CNT (2021) diz que apesar de uma parte significativa dos acidentes ser causada pelo fator humano, uma falha na estrutura viária ou no veículo pode potencializar o acidente.

O CNT (2021) também traz que uma estrutura viária adequada pode favorecer a segurança dos condutores e ainda afirma que uma segurança viária engloba várias medidas que tem o objetivo de impedir acidentes.

Entre essas medidas é possível destacar conscientização dos condutores e usuários das vias, normas de circulação, fiscalização e bons projetos de rodovias. Este último ponto, bons projetos de rodovias, também podem ser denominados “rodovias que perdoam”. Trata-se de rodovias projetadas ou adequadas com o objetivo de implantar medidas que evitem ou tornem os acidentes menos graves.

Segundo o CNT (2021), o conceito de rodovias que perdoam surgiu nos Países Baixos na década de 60, devido ao elevado número de fatalidades que ocorriam nas rodovias. Então optou-se por tornar as vias mais largas e retilíneas em busca de uma redução no número de mortes.

Posteriormente os Estados Unidos também reconheceram a importância de possuir um sistema rodoviário seguro e com isso passaram também a desenvolver o conceito de rodovias que perdoam. Em 1967 foi publicado pela AASHTO o *Highway Design and Operational Related to Highway Safety*, o primeiro documento oficial do país sobre os perigos presentes em rodovias, além de apresentar soluções para muitos deles.

Uma década após essa publicação a AASHTO publicou um novo documento, o *Guide for Selecting, Locating and Designing Traffic Barriers (Barrier Guide)*, que

detalhava como usar e projetar barreiras longitudinais e atenuadores de impacto. No fim da década de 1980, a AASHTO aprova o *Roadside Design Guide*, um manual reunindo várias informações contidas nos outros documentos citados, além de atualizações devido a novas pesquisas. No Brasil, segundo o CNT (2021), o conceito de rodovias que perdoam foi incorporado na NBR 15486:2007 e posteriormente revisado em 2016.

Para que uma rodovia que perdoa possa receber essa denominação é necessário que ela possua alguns elementos de segurança viária. São eles:

- Zona livre: trata-se de um espaço de terreno ao lado da rodovia, livre de obstáculos fixos que possa servir como área de segurança para eventuais veículos desgovernados e que permita ao motorista retomar o controle do veículo ou pará-lo em segurança. A presença ou não dessa zona influencia na implantação dos dispositivos de contenção viária. Dentro da zona livre, em alguns casos, pode ser instalada a chamada área de escape, uma pista lateral a rodovia, geralmente em declives, que ajuda a parar caminhões e ônibus desgovernados que não conseguem parar por métodos próprios evitando assim acidentes graves.

- Dispositivos de contenção viária: O conceito dos dispositivos de contenção viária foi explicado nas sessões anteriores e no próximo capítulo será discutido mais a fundo como devem ser selecionados em função da sua necessidade e como são classificados.

- Sonorizadores e faixas de alerta: Os sonorizadores servem para induzir os motoristas a diminuir a velocidade e alertar para uma possível situação de perigo mais à frente na rodovia. As faixas de alerta por sua vez servem para alertar os motoristas quando eles começam a sair de sua faixa, assim evitando possíveis acidentes.

- Geometria da via: uma rodovia que possui dimensões apropriadas é capaz de fornecer maior segurança aos motoristas.

### 3 ANÁLISE GERAL DAS NORMAS BRASILEIRAS

Periodicamente a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) realiza atualizações nas normas brasileiras (NBRs) existentes ou, quando necessário, ocorre a criação de novas normas ou ainda a extinção/substituição de normas defasadas. Essa atualização ocorre através de estudos, consulta pública e comparação com normas estrangeiras similares ao assunto em questão. Esse processo tem como objetivo evitar que as normas técnicas fiquem obsoletas e por ventura caiam em desuso.

Isso, obviamente, também é válido para as normas que tratam de assuntos referentes a Engenharia Civil. Recentemente três normas técnicas passaram por essa revisão e foram escolhidas para serem objeto de estudo neste trabalho.

São elas:

- ABNT NBR 15486:2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária - Diretrizes de projeto e ensaios de impacto.
- ABNT NBR 14885:2016 – Segurança no tráfego – Barreiras de concreto.
- ABNT NBR 7187:2021 – Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto.

Como previamente citado, foram escolhidas essas normas técnicas por se entender que ainda há espaço para simplificar o entendimento e compreensão desse assunto. Entretanto é necessário lembrar que além dessas normas, outras normas técnicas também são de extrema importância para projetos de boa qualidade e que atendam a critérios de segurança, funcionalidade, durabilidade e economia.

#### 3.1 Escopo Normativo

Cada norma técnica possui logo em seu início um escopo que define a finalidade da norma em questão. Logo é importante a compreensão do escopo das normas objeto de estudo deste trabalho para dar continuidade ao mesmo.

Para a NBR 7187:2021 tem-se que ela estabelece os procedimentos e requisitos básicos para o projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto, sendo possível aplicar suas diretrizes em projetos de recuperação e reforço estrutural de



estruturas existentes. Entretanto, também é feita uma ressalva, a NBR 7187:2021 não abrange sistemas e materiais de reforço, sendo necessário a consulta em outras normas e materiais técnicos que tratem desse assunto. Além disso, essa norma aplica-se somente a estruturas que usem concretos do grupo I de resistência (C20 a C50) e do grupo II (C55 a C90), chamados concretos normais, e que possuam massa específica seca maior que  $2000 \text{ kg/m}^3$  e menor que  $2800 \text{ kg/m}^3$ .

A NBR 14885:2016 por sua vez traz um escopo simples ao dizer que: “Esta Norma especifica os requisitos mínimos exigíveis para o projeto construtivo e implantação de barreiras de concreto para segurança no tráfego”.

Já a NBR 15486:2016 estabelece diretrizes para o projeto de dispositivos de contenção. Assim como os critérios de aceitação destes por meios de ensaios de impacto.

### 3.2 Referências Normativas

Nenhuma norma técnica atua sozinha, sempre há uma interconexão de assuntos entre diferentes normas técnicas e manuais que apresentam diretrizes a serem seguidas. No caso das normas aqui estudadas, juntas elas citam cerca de outras 20 normas técnicas ou manuais nacionais e internacionais para estruturar suas diretrizes e recomendações.

Esse detalhe serve para mostrar a importância de sempre consultar as normas citadas no item “Referências normativas” de cada norma em busca de informações e diretrizes a serem seguidas, visto que constantemente esses documentos passam por revisões e atualizações.

### 3.3 Importância da NBR 7187:2021

Segundo o Engenheiro Civil Júlio Timerman, vice-presidente do IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto) em palestra virtual para o Instituto de Engenharia (2021) e coordenador da comissão que desenvolveu a nova versão da NBR 7187:2021, a nova norma é para os engenheiros de pontes, viadutos e passarelas de concreto tão importante quanto a NBR 6118:2014, comumente conhecida como “norma-mãe” para estruturas de concreto, por possuir uma grande abrangência na

área de edificações, o mesmo conceito vale agora para a nova versão da NBR 7187:2021 no quesito pontes, viadutos e passarelas de concreto.

#### 3.4 Importância da NBR 15486:2016

A NBR 15486:2016 tem sua importância por ser a norma técnica que trata sobre a segurança no tráfego, é ela que define diretrizes de projeto dos dispositivos de contenção, além de determinar os requisitos para os ensaios de impacto que estes dispositivos devem ser submetidos para serem aceitos como seguros e então poderem ser utilizados nas rodovias, pontes e viadutos brasileiros.

#### 3.5 Importância da NBR 14855:2016

Por fim, a NBR 14855:2016, que trata também sobre segurança no tráfego, mas mais especificamente sobre barreiras de concreto, é importante por definir padrões adequados a normas internacionais, que devem ser seguidos ao se projetar barreiras de concreto, seja esse concreto do tipo simples, armado ou protendido.

## 4 DISPOSITIVO DE CONTENÇÃO - NECESSIDADE DE USO

Vários são os fatores que determinam a necessidade ou não da utilização de dispositivos de contenção viária, além de indicar qual dispositivo deve ser usado em cada situação. A NBR 15486:2016, em seu capítulo 4 - Necessidade de dispositivos de contenção, define parâmetros para essa escolha, são eles:

### 4.1 Em função de obstáculos fixos

Em um primeiro momento é necessário ser realizada uma análise para averiguar se existem obstáculos às margens da via e quais são esses tipos de obstáculos presentes, com esses dados é possível prosseguir com o projeto. Como está-se aqui tratando de medidas de segurança viária para pontes, viadutos e passarelas, cabe citar que a altura apresentada por essas estruturas é um obstáculo fixo que deve ser considerado.

#### 4.1.1 Cálculo da largura da zona livre

O objetivo de se ter uma zona livre é gerar segurança aos veículos na vizinhança da rodovia. Essa zona deve ser prevista em uma área lateral à via para rodovias e vias expressas urbanas com velocidade superior a 60 km/h. Onde não for possível o uso de zona livre, os obstáculos fixos devem ser tratados conforme descrito na próxima seção. Para o cálculo da largura da zona livre é necessário levar em consideração:

- A velocidade de projeto, que pode variar de 60 km/h a 110 km/h, sendo que para velocidades inferiores a 60 km/h, a aplicação da zona livre fica a critério do projetista;
- O VDM (Veículo Diário Médio), que é o volume médio de tráfego durante um dia na rodovia e;
- A declividade lateral, que é a inclinação do talude as margens da rodovia.

Com estes dados, busca-se o valor na *Tabela 1 – Cálculo da zona livre, em metros* da NBR 15486:2016. Este valor, juntamente com o fator de correção para

curvas horizontais, que depende do raio da curva e da velocidade de projeto, encontrado na *Tabela 2 – Fator de correção da curva horizontal (Kcz)* da NBR 15486:2016, resulta no valor aproximado da largura de zona livre.

Ainda, a NBR 15486:2016 define que para pistas simples deve-se utilizar o VDM total em ambos os sentidos, já para pistas duplas utiliza-se o VDM da pista no sentido do tráfego que está em análise.

#### 4.1.2 Tratamento de obstáculos fixos

Em alguns casos se faz necessário o tratamento de obstáculos às margens da rodovia para isso deve-se obedecer a alguns critérios. São eles:

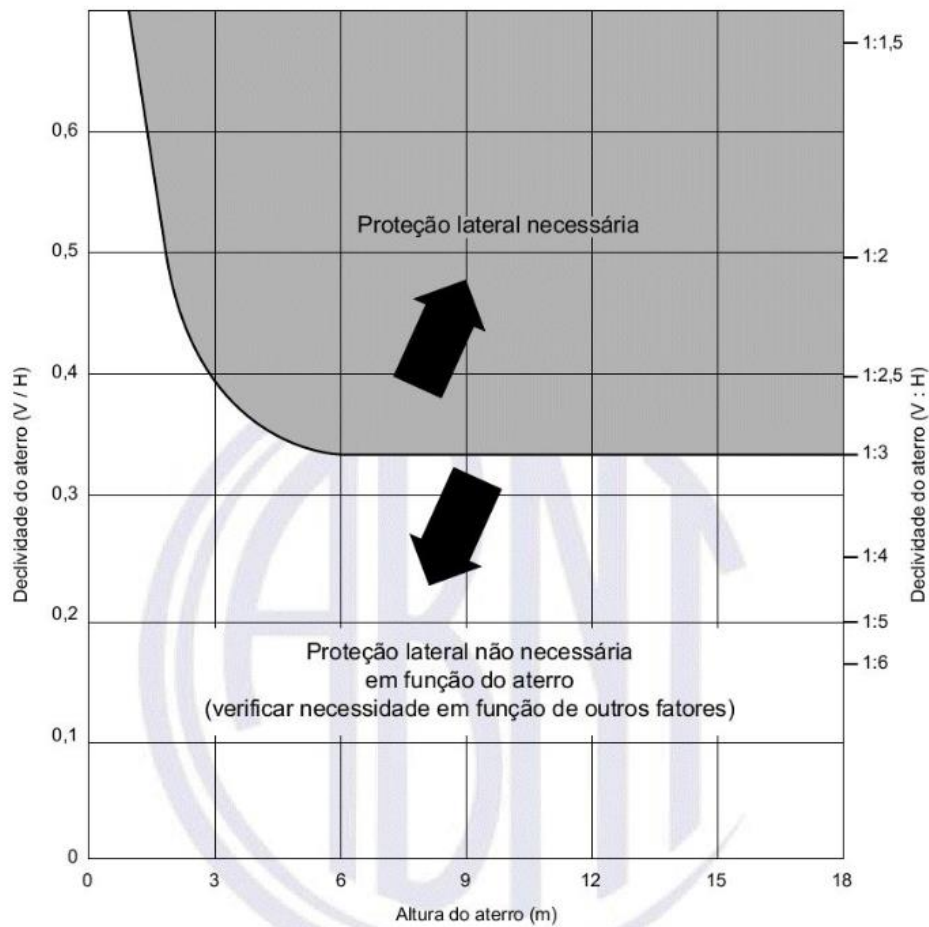
- i) Quando possível realizar a remoção do obstáculo;
- ii) Redesenhar o obstáculo para que possa ser atravessado com segurança;
- iii) Relocar o obstáculo para um lugar onde a possibilidade de ser atingido seja menor;
- iv) Utilizar um dispositivo colapsável para reduzir a severidade do impacto;
- v) Utilizar de dispositivo de contenção lateral ou atenuador de impacto para proteger do perigo;
- vi) Sinalizar o obstáculo, quando não houver a possibilidade de se utilizar as opções anteriores.

Em pontes, viadutos e passarelas os itens *iv*, *v* e *vi* são amplamente utilizados para prover segurança aos usuários dessas estruturas.

#### 4.2 Em função de taludes de aterro

A NBR 15486:2016 traz a Figura 8, onde de forma rápida, é possível visualizar se é necessário o uso de proteção lateral em virtude da declividade do terreno e da altura do aterro. Terrenos onde a altura e a declividade fiquem abaixo ou sobre a curva não requerem o uso proteção lateral.

Figura 8 – Necessidade de proteção lateral

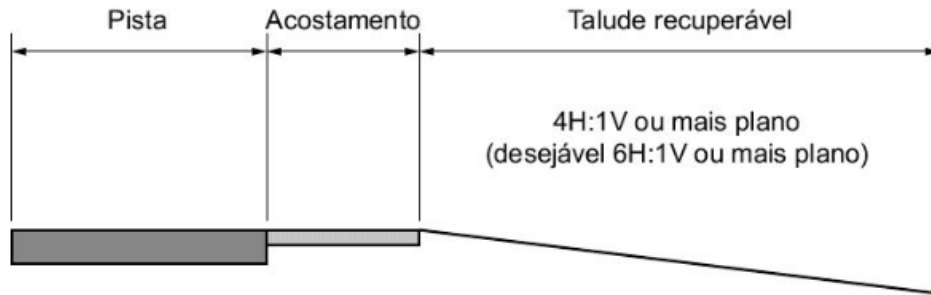


Fonte: (NBR 15486:2016)

#### 4.2.1 Taludes recuperáveis

Os taludes com declividade 4H:1V ou mais planos, livres de obstáculos fixos, onde os condutores podem conduzir seus veículos a uma parada ou redução de velocidade de forma segura, são denominados taludes recuperáveis. E, portanto, não se faz necessário o uso de dispositivos de contenção. A Figura 9, exemplifica esse tipo de talude.

Figura 9 – Taludes recuperáveis

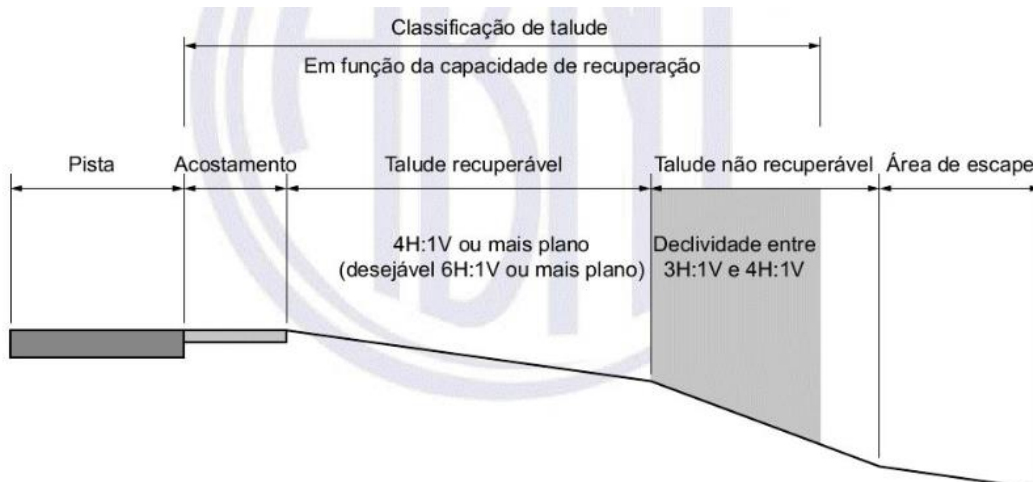


Fonte: (NBR 15486:2016)

#### 4.2.2 Taludes não recuperáveis

Por sua vez a NBR 15486:2016 traz, também, que taludes com declividade entre 3H:1V e 4H:1V são considerados transpassáveis se forem suaves e livres de obstáculos fixos, porém são taludes onde na maioria dos casos os veículos não conseguem parar ou retornar à pista com facilidade. A Figura 10, exemplifica esse tipo de talude e traz duas observações.

Figura 10 – Talude não recuperável



NOTA 1 A área de escape é a zona livre necessária em função da parte de talude não recuperável (área hachurada).

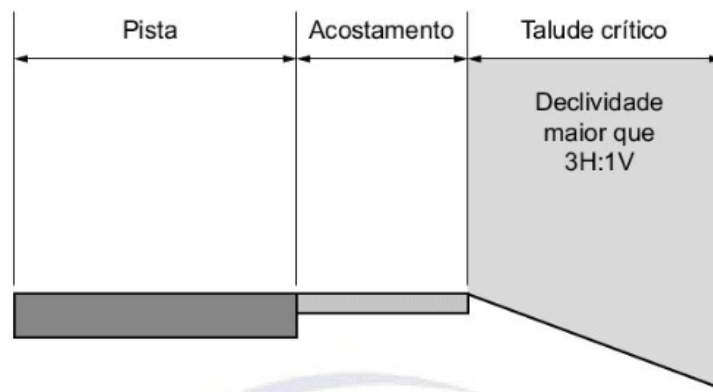
NOTA 2 A largura de área de escape deve ser no mínimo igual a da parte do talude não recuperável.

Fonte: (NBR 15486:2016)

### 4.2.3 Taludes críticos

Taludes críticos são aqueles com declividade maior que 3H:1V e são aqueles onde a maioria dos veículos tende a capotar. A Figura 11 exemplifica esse tipo de talude e o mostra dentro da zona livre, nesse caso é necessário a utilização de um dispositivo de contenção.

Figura 11 – Talude crítico



Fonte: (NBR 15486, 2016)

### 4.3 Em função de taludes de corte

Os taludes de corte por sua vez podem ser considerados transpassáveis, porém, essa classificação depende dos seguintes requisitos: da uniformidade da superfície, da baixa rugosidade e da ausência de obstáculos fixos. Cortes em rochas são considerados perigos quando sua superfície puder causar enganchamento dos veículos. Em casos que os taludes de corte não atendam aos requisitos citados anteriormente o corte deverá ser tratado como obstáculo fixo e deverá ser colocado dispositivos de contenção longitudinal.

### 4.4 Em função de taludes transversais

De acordo com a NBR 15486:2016, taludes transversais são criados por cruzamentos em canteiro central, acessos laterais ou por interseções, e são

obstáculos comuns nas laterais da via e podem acabar sendo atingidos frontalmente por veículos errantes, sendo assim, mais críticos que os taludes laterais, para vias de alta velocidade, a norma sugere taludes com inclinação de 6H:1V ou menos. Quando necessário devem ser instalados dispositivos de contenção lateral.

#### 4.5 Em função de drenagem lateral

Os canais de drenagem além de serem projetados para sua função principal, devem ser projetados e construídos tendo em vista a segurança das laterais da pista. Canais que não atendam as recomendações devem ser redesenhados ou então convertidos em sistema fechado, se for prático fazê-lo, em alguns casos também podem ser escudados por dispositivos de contenção.

#### 4.6 Em função de estruturas de drenagem

Sistemas de drenagem são compostos por diversas estruturas de drenagem, como guias, linhas de tubos, caixa de inspeção, entre outros. Assim como os canais de drenagem, estas estruturas devem ser projetadas para sua função principal e também em relação a segurança lateral das vias. Para isso deve-se tentar aplicar as seguintes recomendações:

- Projetar ou modificar as estruturas de modo que sejam transpassáveis ou que apresentem obstrução mínima aos veículos errantes;
- Quando a estrutura não puder ser adaptada ou relocada, ela deve ser escudada por um dispositivo de contenção, quando estiver dentro da zona livre.

A NBR 15486:2016 ainda traz recomendações para casos específicos onde é necessária uma atenção especial a suas particularidades, entre esses casos estão: guias, drenagem transversal à via, drenagem paralela à via, caixas de captação.

#### 4.7 Em função de suportes para placas e luminárias

Os suportes para placas e luminárias devem ser adequados estruturalmente para suportar o fim a que foram designados, resistindo às cargas de incidência.



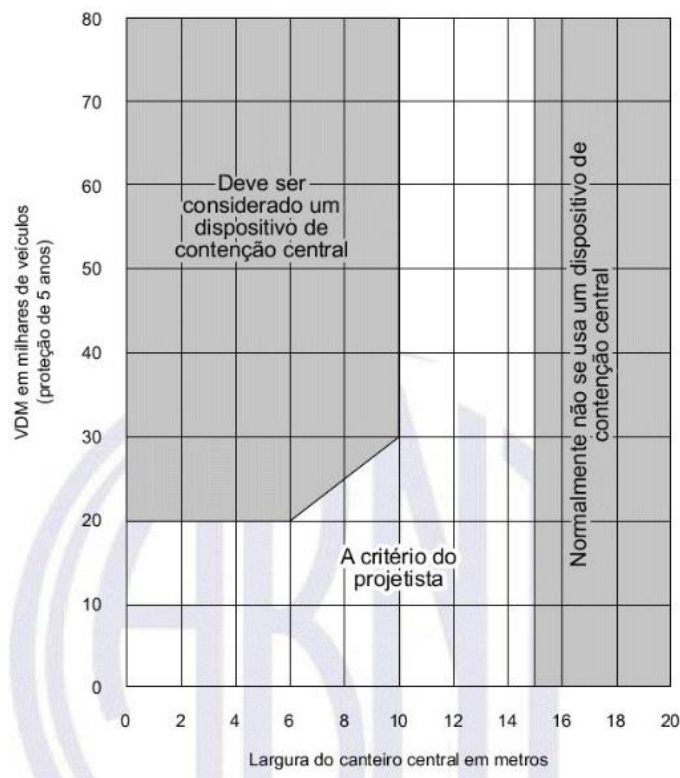
Quando possível devem ser implantados atrás de dispositivos de contenção já existentes ou áreas inacessíveis ao fluxo de veículos. Em caso contrário, podem ser utilizados dispositivos colapsáveis ensaiados conforme a EN12767:2019, NCHRP 350/ MASH:2016. Ainda, quando o uso desse tipo de dispositivo não for prático poderá ser usado um dispositivo de contenção longitudinal ou atenuador de impacto.

#### 4.8 Em função de canteiro central

Os mesmos requisitos e recomendações citados anteriormente para os dispositivos de contenção lateral são aplicados para os dispositivos de contenção central, com a única diferença que esses últimos podem ser impactados em ambas as faces.

A Figura 12 auxilia a definição de uso ou não de dispositivo de contenção central em vias de alta velocidade que possuem canteiros atravessáveis.

Figura 12 – Necessidade de dispositivo de contenção central



Fonte: (NBR 15486:2016)

O VDM utilizado aqui trata-se do total da rodovia, sendo considerado a possibilidade de impacto frontal com o fluxo oposto e desconsiderando o VDM das marginais segregadas.

## 5 DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO LONGITUDINAL

A NBR 15486:2016, em seu capítulo 5, trata de apresentar diversos critérios para projetar um dispositivo de contenção longitudinal, seja ele na lateral da via, na mediana ou em pontes, assim como, suas características de segurança, critérios de locação e posicionamento.

De acordo com a NBR 15486:2016:

*Os aspectos básicos a serem considerados na questão de conter e redirecionar o veículo desgovernado, dentro de uma desaceleração suportável, são:*

- a) a massa do veículo;
- b) a velocidade do impacto;
- c) o ângulo de impacto.

### 5.1 Classificação dos dispositivos de contenção

Segundo a NBR 15486:2016 os dispositivos são classificados de acordo com alguns critérios principais, são eles:

#### 5.1.1 Nível de contenção

Para receber uma classificação de determinado nível de contenção, o dispositivo de contenção deve passar por ensaios de impacto realizados em laboratórios credenciados por órgãos competentes, considerando os seguintes critérios: velocidade de impacto, ângulo de impacto, massa total do veículo e tipo de veículo. Seguindo esses critérios, é possível determinar o nível de contenção através do ensaio realizado ou através de uma combinação de ensaios.

#### 5.1.2 Severidade do impacto

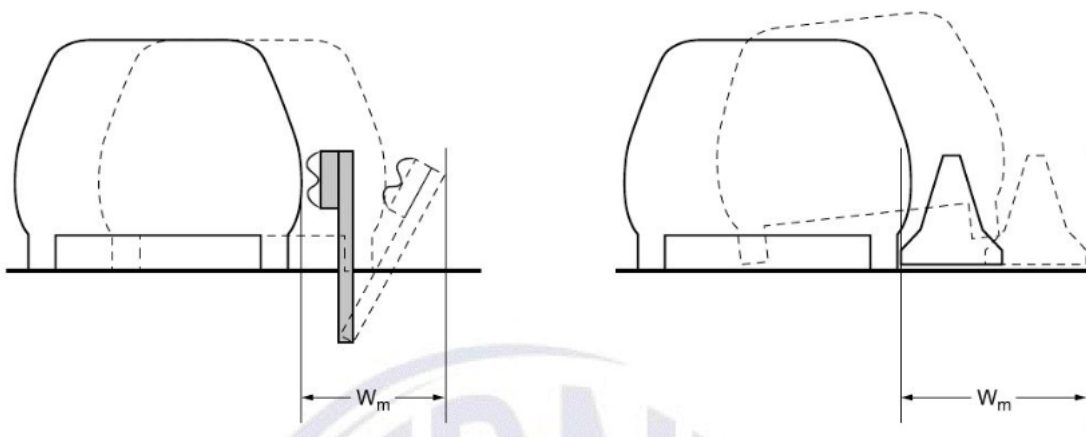
A severidade do impacto serve para classificar o nível de segurança para os ocupantes do veículo. Classificações nível A são as mais seguras para os ocupantes,

nível B possui segurança intermediária, e nível C é o menos seguro das três classificações.

### 5.1.3 Espaço de trabalho

Espaço de trabalho é a distância medida entre a face voltada ao tráfego do dispositivo de contenção, antes do impacto, até o ponto mais externo desse dispositivo, em fase dinâmica, decorrente do impacto. A Figura 13 exemplifica essa situação.

Figura 13 – Espaço de trabalho



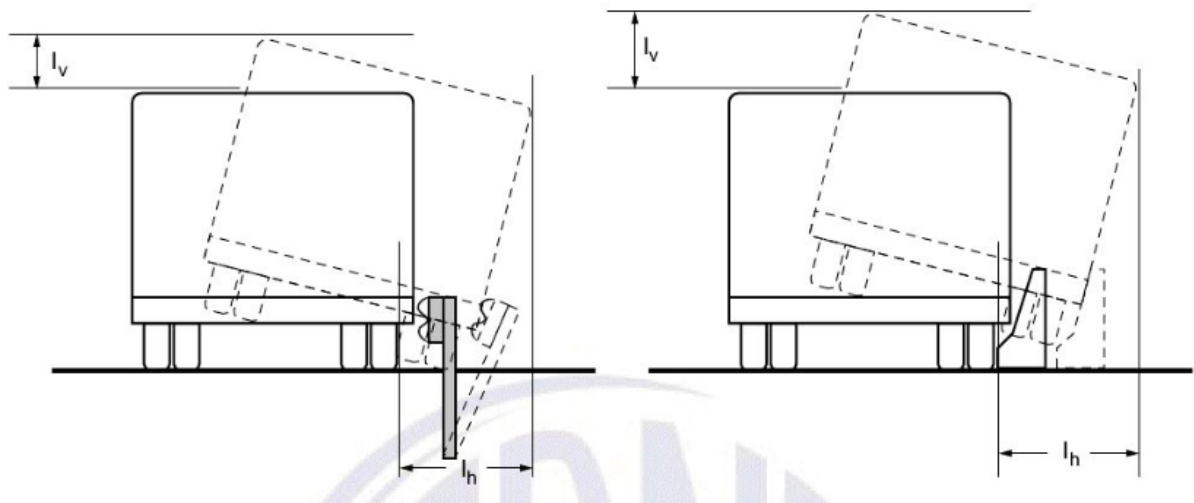
Fonte: (NBR 15486:2016)

Conforme o material, o tipo de dispositivo de contenção e severidade do impacto essa distância pode variar de poucos centímetros, no caso de barreiras fixas de concreto, até a algumas dezenas de centímetros para as defensas metálicas.

### 5.1.4 Intrusão

Em alguns casos quando ocorre o impacto de um veículo com o dispositivo de contenção, o veículo pode gerar uma intrusão no espaço acima, por este motivo, atrás do dispositivo de contenção deve ser considerado um espaço adicional para evitar colisões com obstáculos fixos. A Figura 14 exemplifica essa ocorrência.

Figura 14 – Intrusão

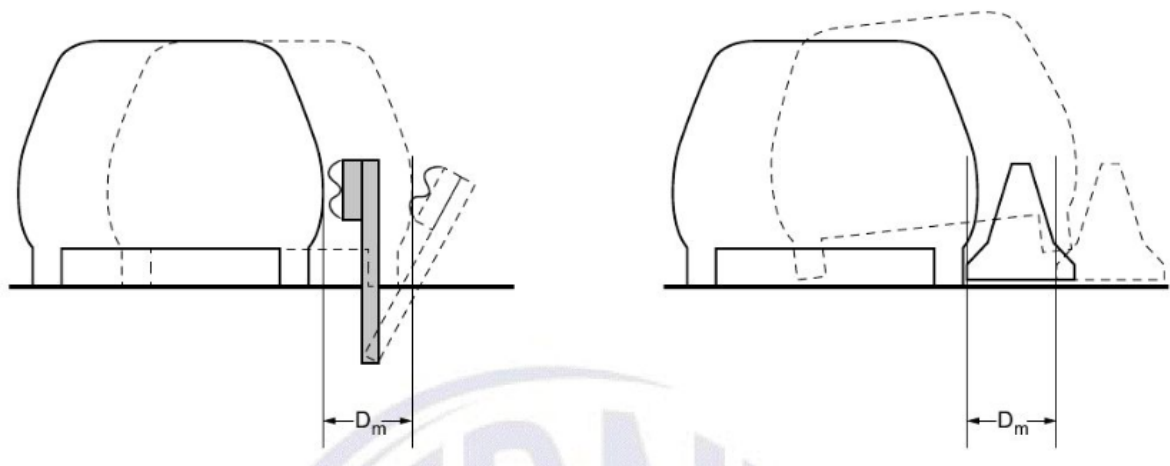


Fonte: (NBR 15486:2016)

### 5.1.5 Deflexão dinâmica

A deflexão dinâmica é semelhante ao espaço de trabalho, porém esta trata da distância medida entre a face voltada ao tráfego do dispositivo, antes do impacto, até o mesmo ponto, em fase dinâmica, decorrente do impacto.

Figura 15 – Deflexão dinâmica



Fonte: (NBR 15486:2016)

## 5.2 Fatores de seleção do dispositivo de contenção

Considerando os critérios estabelecidos na NBR 15486:2016, os dispositivos de contenção devem ser selecionados e instalados seguindo alguns fatores, são eles:

- a) *velocidade da via;*
- b) *características do tráfego, seu volume e a porcentagem de veículos pesados na composição do tráfego;*
- c) *características físicas da via e do seu entorno, condições geométricas adversas, como curvas e rampas acentuadas, geralmente combinadas com distância de visibilidade baixa, e condições das laterais da pista;*
- d) *consequências caso um veículo pesado penetre ou ultrapasse o sistema de contenção em locais de risco alto;*
- e) *natureza do risco e dos obstáculos existentes na rodovia;*
- f) *estatísticas de acidentes.*

## 5.3 Seleção de dispositivos de contenção viária por níveis de contenção

A seleção deve ser feita por trechos homogêneos na via, porém pode ser feita também em pontos específicos que demandam maior atenção quanto à segurança viária. Para realizar essa seleção alguns passos devem ser seguidos, são eles:

- Passo 1: cálculo da zona livre. Quando há uma zona livre conforme os critérios estabelecidos, não é necessário o uso de dispositivos de contenção;
- Passo 2: verificação da existência de obstáculos fixos dentro da zona livre;
- Passo 3: determinar o risco existente no local;
- Passo 4: verificar a classe e velocidade da rodovia;
- Passo 5: consideração do VDM e da porcentagem de veículos pesados;
- Passo 6: as condições geométricas da via atravessando terrenos suaves, ondulados ou montanhosos.

É importante salientar que todo dispositivo de contenção longitudinal prevê uma ancoragem adequada e uma resistência do solo ou da estrutura que está ancorado de acordo com ensaios realizados em laboratório. Além disso, em caso de danos por

impacto, os dispositivos devem ser reparados de forma a garantir seu correto funcionamento, igual as condições anteriores ao impacto.

#### 5.4 Recomendação de projeto

O subitem “Recomendações de projeto” da NBR 15486:2016, traz que o dispositivo deve ser especificado conforme o nível de contenção e o espaço de trabalho, em função do afastamento dos obstáculos fixos da via. Também traz a necessidade de especificar o leiaute exato da posição do dispositivo de contenção. Esse leiaute deve incluir o afastamento lateral em relação à pista, o comprimento necessário, a declividade lateral e os efeitos do terreno.

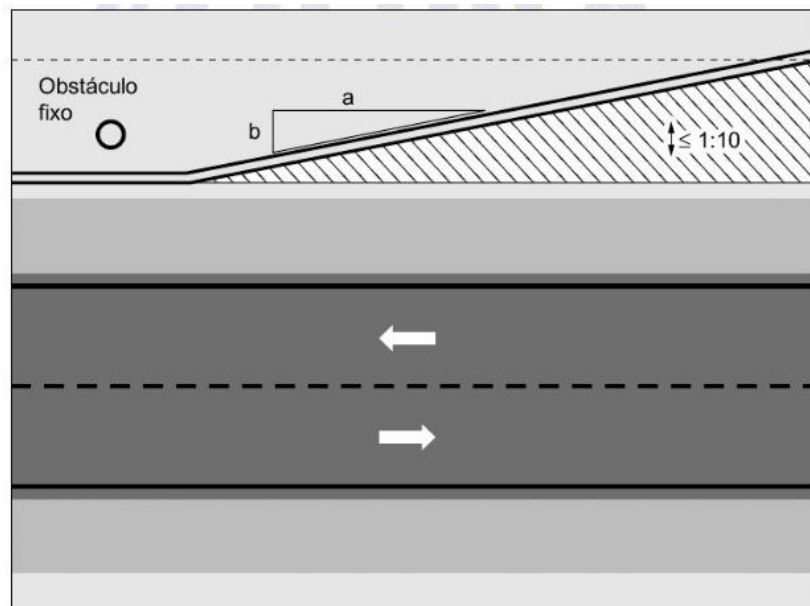
- Afastamento lateral: a distância mínima entre a linha de bordo e o dispositivo de contenção deve possuir medida mínima de 0,30m em vias urbanas e 0,50m em vias rurais. Além disso, a distância do dispositivo para o obstáculo fixo não pode ser menor que o espaço de trabalho do dispositivo de contenção;

- Efeitos de terreno: independente do sistema de contenção adotado, recomenda-se que no momento do impacto, o veículo esteja com as rodas no chão e a suspensão não esteja nem comprimida nem estendida;

- Deflexão lateral: recomenda-se que os dispositivos de contenção sejam instalados paralelos à via, porém em alguns casos é necessário que o dispositivo seja iniciado mais afastado da via e se aproxime gradualmente da via de modo a proteger os veículos de um obstáculo fixo.

Na Figura 16 é possível visualizar como a deflexão lateral deve ser implementada. Porém, ao utilizar a deflexão lateral o ângulo de impacto e a severidade do impacto aumentam, além de ser possível o redirecionamento do veículo em direção ao tráfego oposto no caso de vias de mão dupla. Por isso, para evitar esse redirecionamento, geralmente a deflexão lateral é desenvolvida com barreiras não rígidas que absorvem melhor a energia e ajudam a controlar o veículo errante.

Figura 16 – Deflexão lateral



Fonte: (NBR 15486:2016)

É comum ver essa aplicação próximo a pontes e viadutos para proteger de queda veículos que se aproximem de forma desgovernada dessas estruturas, geralmente essa deflexão é feita com o uso de defensas metálicas, que por serem estruturas mais flexíveis absorvem mais energia e não devolvem o veículo para a pista, evitando assim um acidente mais grave.

- Comprimento mínimo necessário em situações de obstáculo fixo: esta medida serve para proteger veículos errantes de atingirem um obstáculo fixo, para isso deve atender ao cálculo geométrico, determinando um comprimento para o dispositivo que intercepte a trajetória do veículo;

- Transições e conexões: serve para gerar uma transição segura entre um sistema menos rígido e um sistema mais rígido de modo a evitar o efeito de enganchamento.

### 5.5 Dispositivos de contenção em zonas de obras

Em zonas de obras é importante o uso de dispositivos de contenção de modo a evitar que um veículo avance na zona de obras, podem ser usados diversos dispositivos de contenção, móveis ou fixos, para realizar essa proteção.



## 6 DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO PONTUAL

Dispositivos de contenção pontual são utilizados para prevenir impactos com o início de um dispositivo de contenção ou com um obstáculo fixo, desacelerando gradualmente o veículo. Esses dispositivos devem atender critérios de avaliação de acordo com as EN 1317-3:2012, EN 1317-4:2012 e NCHRP 350/MASH:2016. Os dispositivos devem ser especificados conforme a velocidade de impacto, modo de aproximação ou ângulo de impacto e a massa total do veículo.

### 6.1 Terminais de dispositivos de contenção longitudinal

Todo terminal de dispositivo de contenção que possa ser atingido por um veículo deve sofrer alguma intervenção para minimizar os efeitos desse possível impacto. Um terminal é necessário quando o dispositivo de contenção começa dentro de uma zona livre ou está em um local onde possa ser impactado. Existem diversos modelos de terminais de entrada, sendo eles:

- Terminal abatido (enterrado): composto por defensas, variando a altura desde a posição de projeto até a extremidade totalmente enterrada, devendo ser firmemente fixado ao solo. É vedado o seu uso em locais com velocidade de projeto maior ou igual a 60 km/h.

- Terminal absorvedor de energia: ao ser atingido absorve a energia do veículo, conduzindo-o a uma parada segura

- Terminais em defesa defletida: as defensas são defletidas horizontalmente, prosseguindo até o talude de corte

- Terminal desviado: quando há uma área lateral relativamente plana a defesa pode ser iniciada afastada da pista, de modo a reduzir o comprimento necessário.

### 6.2 Dispositivo atenuador de impacto

Atenuadores de impacto servem para impedir que veículo errantes atinjam obstáculos fixos, atuam desacelerando gradualmente o veículo até sua parada segura. São ideias para situações onde os obstáculos fixos não podem ser removidos.

Também podem ser usados como proteção em zonas de obras e de equipes de manutenção, através da utilização de unidades portáteis ou temporárias.

Figura 17 – Atenuador de impacto



Fonte: (MARANGONI, 2022)

Na Figura 17 é possível observar que o atenuador de impacto está na frente de um pilar de sustentação de uma estrutura que cruza a faixa inferior da rodovia. Desse modo como não era possível remover a estrutura optou-se por um atenuador para diminuir os riscos aos veículos.

Embora não sejam projetados para impactos de veículos pesados, como caminhões, os atenuadores também têm um efeito positivos sobre esse tipo de veículo.

### 6.3 Características do local de implantação

Os projetos e ensaios dos atenuadores de impacto são em terreno nivelado. Portanto para que os mesmos funcionem da forma para que foram projetados e ensaiados, a sua instalação deve ser feita em terrenos com uma declividade igual ou

inferior a 10H:1V e estar livre de obstruções e irregularidades, caso contrário, a eficiência dos dispositivos fica comprometida. Além disso não podem ser instaladas guias próximas aos atenuadores visto que elas podem fazer com que o veículo errante decole e atinja o dispositivo em um ângulo não favorável.

#### 6.4 Características estruturais e de segurança

Quando houver a possibilidade de se utilizar mais de um sistema em um local, o projetista deve avaliar diversas características estruturais e de segurança, sendo elas: desacelerações produzidas, capacidade de redirecionamento, ancoragem, necessidades de estrutura de retenção e detritos produzidos em função do impacto.

#### 6.5 Características de manutenção

Os atenuadores de impacto e terminais requerem baixa manutenção, porém requerem manutenção imediata após impactos, pois com sua estrutura danificada não apresentam mais o mesmo nível de segurança.

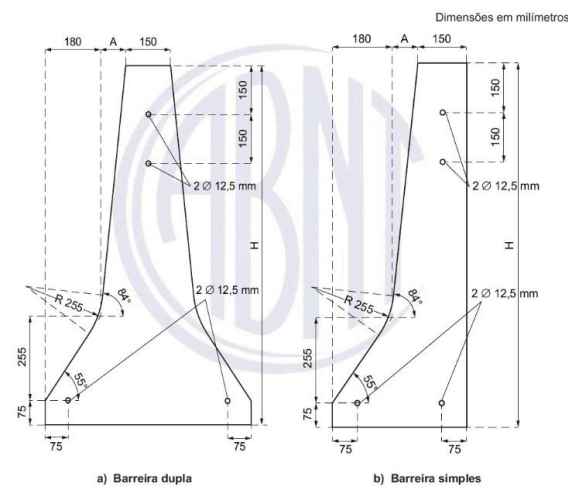
## 7 NBR 14885:2016 – BARREIRAS DE CONCRETO

A NBR 14885:2016 trata especificamente sobre barreiras de concreto, todavia alguns aspectos já foram discutidos nos capítulos anteriores. Portanto, esse capítulo analisará tópicos ainda não discutidos, bem como, retomará outros previamente discutidos. Vale destacar que a NBR 7187:2021 menciona apenas o uso de barreiras rígidas para proteção veicular, logo, é possível aferir que estas são as mais recomendadas e, por consequência, as mais frequentemente usadas em pontes, viadutos e passarelas.

### 7.1 Modelos

Os modelos de barreiras de concreto aceitos são somente aqueles ensaiados e aprovados de acordo com as especificações da NBR 15486:2016. A NBR 14885:2016 por sua vez traz em seu *Anexo A* exemplos de modelos de domínio público já ensaiados e aprovados. Os modelos mostrados são: Perfil New Jersey, Perfil tipo F e Perfil tipo Ontário *tall wall* (muro alto), Perfil tipo Texas e *Slope/Califórnia.*, bem como, os terminais para esses modelos. Nas Figura 18 e 19 é possível visualizar o Perfil New Jersey, um dos mais usados atualmente, e suas recomendações de armaduras

Figura 18 – Perfil New Jersey



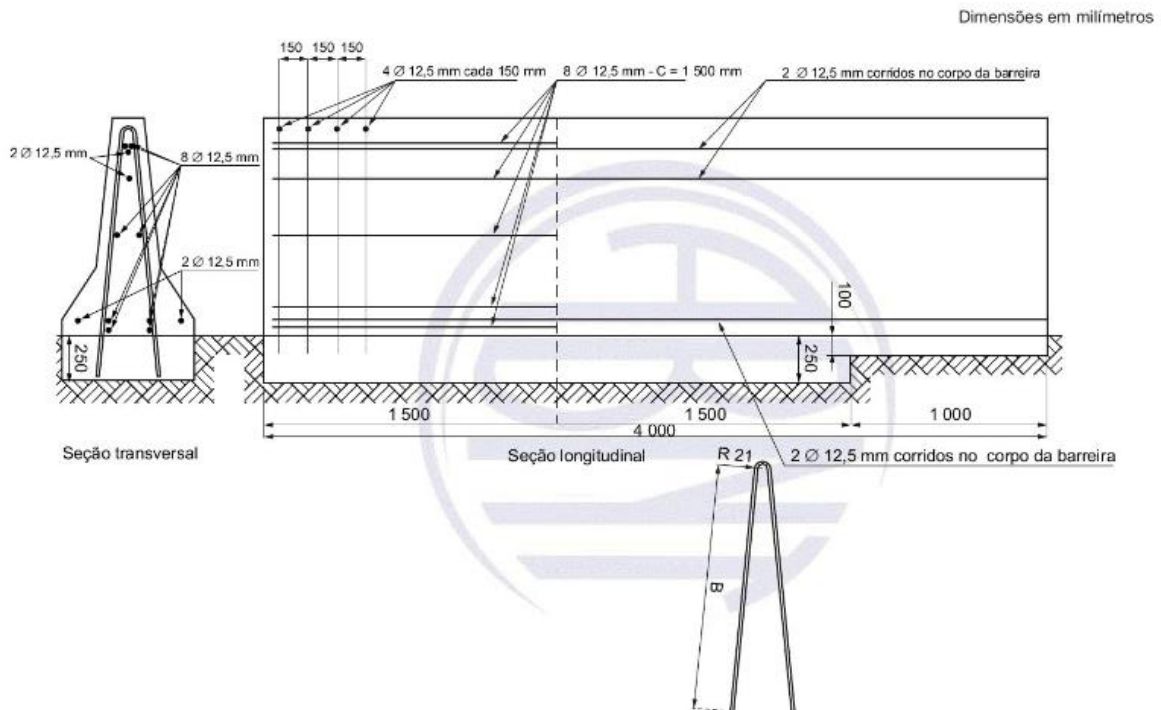
Concreto Fck 30 Mpa  
Aço CA-50  
Aço 40 Ø 12,5 mm CA-50 corridos

Sistema	A	H	Nível
SGM 11a	50 mm	810 mm	TL4
SGM 11b	80 mm	1 070 mm	TL5

NOTA O raio de 255 mm pode ser suprimido, mantendo o ângulo obtuso.

Fonte: (NBR 14885:2016)

Figura 19 – Terminal - Perfil New Jersey



Fonte: (NBR 14885:2016)

## 7.2 Solidarização de peças pré-moldadas

As barreiras pré-moldadas devem possuir dispositivos de transferência dos esforços transversais, a resistência a estes esforços deve ser dimensionada para cada local de implantação, conforme a NBR 15486:2016.

## 7.3 Descontinuidade do perfil

Em alguns casos se faz necessário a descontinuidade do perfil por diferentes motivos. São eles:

- Aberturas de construção: devido ao modelo construtivo, fendas ou sulcos, espaçamento entre peças pré-moldadas podem ocorrer, porém estas não podem oferecer agravamento a acidentes.

- Aberturas de operação: estas devem ser dotadas de dispositivos removíveis de acordo com a NBR 15486:2016 e, quando em operação, devem dispor de dispositivos de contenção pontual.

- Aberturas para pedestres: em geral devem ser evitadas e substituídas por passagem inferior ou superior, quando não é possível a sua substituição devem ser protegidas com o uso de deflexão lateral da barreira.

Figura 20 – Abertura para pedestres



Fonte: (ENGEPLUS, 2014)

#### 7.4 Disposição da barreira em relação à pista

- Em transições, tanto horizontal, quando é necessária uma redução da distância da borda da barreira até a pista, quanto na vertical, quando é necessário um aumento da altura da barreira, deve-se ter atenção para seguir o mesmo padrão da deflexão lateral da barreira dado pela *Tabela 1* da NBR 14885:2016. Esse cuidado é necessário para não ocorrer mudanças bruscas no dispositivo de contenção e, assim, evitando agravamento em caso de acidentes.

Outro ponto que se deve ter atenção é na zona de transição e conexão entre diferentes sistemas, geralmente essa transição se dá entre dispositivos de concreto e defensas metálicas, para a correta transição é importante seguir o disposto na NBR 15486:2016 e na NBR 6971:2012. Na Figura 21 é possível visualizar a implantação da transição de altura de uma barreira de concreto.

Figura 21 – Transição de altura



Fonte: (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015)

- Meio fio ou valetas de drenagem: essas estruturas não devem estar entre a barreira e a borda do pavimento por haver a possibilidade de mudarem o ângulo de impacto que o veículo errante atinge a barreira, afetando assim sua segurança.
- Passeio: o espaço destinado aos pedestres deve estar atrás da barreira, assim a barreira serve de proteção aos pedestres.
- Altura adicional: quando necessário, é possível aumentar a altura da barreira de modo que melhore sua função antiofusante, impeça a travessia de pedestres ou ainda em função do tráfego.

### 7.5 Terminais e atenuadores

Este conceito já foi tratado anteriormente, mas é importante ratificar a importância desses elementos visto que sem eles a segurança da barreira fica comprometida. Terminais são pontos de concentração de tensões, e por isso sua estrutura e ancoragem devem ser reforçadas. Também é importante que os terminais estejam localizados em pontos onde sejam visualizados de forma fácil pelos motoristas, de modo a minimizar o risco de acidentes frontais. Na Figura 22 é possível visualizar um atenuador de impacto móvel.

Figura 22 – Atenuador de impacto móvel



Fonte: (WORLD CENTER, 2022)

Os atenuadores de impacto móveis são geralmente utilizados em situações em que há obstáculos temporários como, por exemplo, durante manutenções na via ou ainda em casos de acidentes em que se precisa isolar a área.

#### 7.6 Técnicas construtivas

- Concreto: a resistência característica à compressão simples ( $f_{ck}$ ) do concreto utilizado nas barreiras deve possuir valor mínimo de 25 MPa, e deve seguir a NBR 6118:2014, NBR 12655:2022 e NBR 14931:2004.

Modelos de construção: seguindo a NBR 14885:2016 e a NBR 14931:2004 as barreiras de concreto pode ser:

Moldadas *in loco* com forma fixa – onde são executadas com formas fixas e utilizando vibradores de imersão. A Figura 23 mostra uma sequência de formas em posição para a concretagem das barreiras moldadas *in loco*.



Figura 23 – Formas para moldagem in loco



Fonte: (ORGUEL, 2017)

Moldadas *in loco* com formas deslizantes – através de um processo de extrusão contínua e com um equipamento que possua vibradores com no mínimo 10000 rotações por minuto. A Figura 24 mostra o processo de extrusão do concreto para a execução das barreiras. Na imagem é possível ver que a armadura já está previamente posicionada e ancorada no que aparenta ser uma base de concreto magro.

Figura 24 – Processo de extrusão contínua



Fonte: (ARTERIS, 2019)

Pré-moldagem: fabricadas em escala industrial e não dependem do clima para seu processo de cura o que acarreta em peças mais padronizadas e seguras. Outro ponto importante é no momento de sua instalação onde as barreiras devem ser solidarizadas. Por se tratar de peças modulares apresentam uma absorção de impacto melhor do que as barreiras moldadas *in loco*. Além disso, podem ser configuradas de forma rápida conforme a necessidade da ocasião e local que estão sendo usadas. Geralmente são utilizadas para sinalizações de obras ou interferências no trânsito.

Figura 25 – Barreiras pré-moldadas



Fonte: (SOLVE BRASIL, 2022)

### 7.7 Juntas

Juntas de retração: juntas de retração do tipo seção enfraquecida devem ser executadas a no máximo 6 m uma da outra. Na Figura 26 é indicado pelas setas um chanfrado que produz a junta de retração na estrutura da barreira.

Figura 26 – Junta de retração



Fonte: (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015)

Juntas de dilatação: juntas de dilatação devem ser feitas a cada 30 m. No caso de pavimentos rígidos ou sobre obras de arte, as juntas do dispositivo devem acompanhar as juntas do pavimento ou obra de arte. Na Figura 27 é possível ver o processo de posicionamento da junta de dilatação.

Figura 27 – Junta de dilatação



Fonte: (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015)

Juntas de construção: devem ser executadas sempre que houver interrupção da concretagem, assegurando-se a continuidade da armadura.

### 7.8 Armadura

A densidade de armadura deve ser calculada de acordo com o nível de contenção desejado, conforme dispositivos ensaiados. Além disso, a armadura também pode ser dimensionada seguindo a NBR 6118:2014 ao se considerar as cargas de impacto dos níveis de contenção segundo a NBR 15486:2016.

### 7.9 Ancoragem

A ancoragem das barreiras moldadas *in loco* deve ser compatível com o método construtivo e dimensionada de acordo com os níveis de contenção requeridos de acordo com a NBR 15486:2016, e pode ser obtida de duas formas, são elas:

- Fundação direta: ocorre através da fresagem do pavimento com espessura especificada conforme modelo de barreira adotado. Caso não for possível realizar a fresagem, pode ser construída uma base de concreto armado para apoio e ancoragem da barreira. Na Figura 28 é possível visualizar as barras de aço que estão fixadas ao concreto magro da base e que servem de ligação entre o concreto magro e a barreira de concreto.

Figura 28 – Processo de ancoragem



Fonte: (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2015)

- Fundação especial: dimensionada para situações que requeiram tratamento adequado em função de solos instáveis e níveis de contenção previstos na NBR 15486:2016.

#### 7.10 Acabamento e cura

As superfícies de deslizamento das barreiras de proteção não devem apresentar saliências ou reentrâncias maiores que 10mm. Além disso as barreiras moldadas *in loco* devem ser curadas com um produto de cura química, formador de película plástica, ou por procedimento equivalente, de modo a evitar a perda de água do concreto sem danificar a superfície executada.

Por fim, eventuais defeitos na execução das barreiras, como abatimentos de bordas, fissuras, depressões, entre outros, devem ser corrigidos imediatamente.

## 8 CONCLUSÃO

Sabendo da importância que as pontes, viadutos e passarelas tem para a sociedade como agentes de integração, tanto social quanto econômico, este trabalho teve como objetivo apresentar de forma resumida e simplificada um conjunto de normas que possa ajudar a assegurar a segurança viária tanto nas estruturas citadas como em seu entorno.

Para isso, em um primeiro momento, através de uma breve revisão bibliográfica tratou-se de padronizar diversos termos para a melhor compreensão do desenvolvimento deste trabalho.

Em um segundo momento, foram apresentadas as normas objetos de estudo deste trabalho e seus diversos conceitos, requisitos e recomendações para que seja possível a execução de bons projetos de segurança viária.

Já em sua parte final foi apresentado de forma mais detalhada conceitos e definições sobre as barreiras de concreto, o método de contenção atualmente mais usado para prover segurança viária em pontes e viadutos.

Munido de todas essas informações é possível concluir que uma correta implantação de dispositivos de contenção viária, com todas as suas particularidades que vão desde local de implantação, classificação da via, tráfego atual e projeção futura, correta escolha do dispositivo a ser instalado, custos de implantação e manutenção, entre outros aspectos, é imprescindível para segurança viária.

Por fim, cabe reforçar que por se tratar de dispositivos de segurança, o projetista e toda a equipe técnica devem estar sempre atualizados com as normas e manuais técnicos, para assim realizarem projetos de engenharia da forma mais segura possível.

## REFERÊNCIAS

ALBIN, Richard B., et al. **Washington State Precast Concrete Barrier**. Washington State Department of Transportation. Disponível em: [https://wsdot.wa.gov/publications/fulltext/design/roadsidesafety/trb\\_report.pdf](https://wsdot.wa.gov/publications/fulltext/design/roadsidesafety/trb_report.pdf)

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO** Highway Design and Operational Related to Highway Safety. Washington D.C. 1967.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO** Guide for Selecting, Locating and Designing Traffic Barriers (Barrier Guide). Washington D.C. 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7187**: Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14885**: Segurança no tráfego - Barreiras de concreto. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15486**: Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária - Diretrizes de projeto e ensaios de impacto. Rio de Janeiro, 2016.

ARTERIS. **Arteris Fernão Dias investe em tecnologia e segurança na rodovia**. 2019. Disponível em: <https://www.arteris.com.br/noticias/arteris-fernao-dias-investe-em-tecnologia-e-seguranca-na-rodovia/>. Acesso em 30/07/2022.

BRASIL. **Anuário Estatístico de Transportes 2010-2020**. 5. ed. Brasília. 2021. Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Anuario-Estatistico-de-Transportes-2020-QR-code-30.07.2020.pdf> Acesso em: 09/07/2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Transporte em foco: Rodovias que perdoam**. 2021. Disponível em:

<https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/5d10ad26-e26e-4979-9092-024503d49dfc.pdf>. Acesso em: 15/07/2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Infraestrutura deficiente é fator preponderante na ocorrência de acidentes com vítimas.** 2018. <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/infraestrutura-deficiente-causa-acidentes-com-vitimas>. Acesso em: 15/07/2022

**EN 12767:2019** - Passive safety of support structures for road equipment - Requirements and test methods.

**EN 1317-2:2012** – Part 2: performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers including vehicle parapets.

**EN 1317-3:2012** – Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions.

**EN 1317-4:2012** – Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions.

ENGEMOLDE. **Soluções\Guarda-corpo.** Disponível em: <http://www.engemolde.com.br/solucoes/detalhe.asp?cod=13>. Acesso em: 15/07/2022

ENGEPLUS. **Espaço em proteções garante travessia de pedestres na BR-101.** Disponível em: <https://engeplus.com.br/noticia/geral/2014/espaco-em-protecoes-garante-travessia-de-pedestres-na-br-101> Acesso em: 31/07/2022

EXÉRCITO BRASILEIRO. **GUIA DE TRABALHO DE ENGENHARIA:** Lançamento da Barreira New Jersey. 2015. Disponível em: [http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo15\\_Barreira\\_New\\_Jersey\\_BN\\_J\\_Versao1.pdf](http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo15_Barreira_New_Jersey_BN_J_Versao1.pdf) Acesso em 06/08/2022.

FIALHO, A. P. F. **Passarelas urbanas em estrutura de aço**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas: Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. 2004.

GRZEBIETA, Raphael H. et al. **Roadside hazard and barrier crashworthiness issues confronting vehicle and barrier manufactures and government regulators**. Publisher National Highway Traffic Safety Administration, v. 3, p. 24, 2005.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Considerações sobre a revisão da ABNT NBR 7187:2021**. Palestra Virtual. 202.1 Disponível em: <https://player.vimeo.com/video/546550240>. Acesso em: 12/07/2022.

LEBET, J. P., HIRT, M. A. **Steel bridges: Conceptual and Structural Design of Steel and Steel-Concrete Composite Bridges**. Lausanne: EPFL, 2013.

MARANGONI. **Linha AIR H(\*)V**. Disponível em: <https://www.marangoni.com.br/produtoseservicos/seguranca-viaria/atenuadores-de-impacto/linha-air-h-v>. Acesso em: 29/07/2022.

MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 2008.

PFEIL, W. **Pontes em concreto armado**. Rio de Janeiro. LTC, 1979.

**MASH**. Manual for Assessing Safety Hardware, Second Edition. 2016.

ORGUEL. **Barreiras New Jersey evitam acidentes graves**. Disponível em: <https://orguel.com.br/barreiras-new-jersey-evitam-acidentes-graves/> Acesso em: 29/07/2022

QUEIROZ, P. C. O. **Avaliação do desempenho estrutural de barreiras de segurança de concreto armado para uso em rodovias**. 2016. 203 p. Tese (Doutorado em Ciências, Programa de Engenharia Civil (Estruturas)) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.



RÁDIO CRICIÚMA. **Barreiras New Jersey são edificadas na BR-101 em Criciúma.** 2010. Disponível em: <http://www.radiocriciuma.com.br/portal/vernoticia.php?id=15786>. Acesso em 15/07/2022.

RAY, M. H.; MCGINNIS, R. G. **Guardrail and Median Barrier Crashworthiness: A Synthesis of Highway Practice.** A Synthesis of Highway Practice, Transportation Research Board / National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C. 1997.

SANTOS, A. **Barreiras New Jersey: Garantia de segurança nas estradas.** 2015. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/barreiras-new-jersey-seguranca-nas-estradas/>. Acesso em: 11/07/2022

SERGET. **Defensas Metálicas.** Disponível em: <http://www.serget.com.br/defensas-metalicas/>. Acesso em: 15/07/2022.

SOLVE BRASIL. **Barreira New Jersey Pré Moldada.** Disponível em: <https://solvebrasil.com.br/barreira-new-jersey-pre-moldada/>. Acesso em: 30/07/2022

SOUZA, T. V. **Procedimentos de Auditoria para Fiscalização de Dispositivos de Contenção Viária.** Monografia de Especialização, Instituto Serzedello Corrêa, Tribunal de Contas da União, Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 127p. 2018.

TRANSITMG. Disponível em: <https://transitmg.com.br/>. Acesso em: 15/07/2022.

WISCONSIN. Department of Transportation **High tension cable barrier.** Disponível em: <https://wisconsin.gov/Pages/safety/safety-eng/high-tension.aspx>. Acesso em 15/07/2022.

WORLD CENTER. **Atenuador de Impacto Móvel TTMA – Scorpion III.** <https://wimport.com.br/produto/trailer-atenuador-de-impactos/> Acesso em 07/08/2022.