

19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

AS SOLUÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA NAS PONTES ESTREITAS DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UM ESTUDO DE CASO NA BR-226/RN

Eider Gomes de Azevedo Rocha¹; Fábio Alves Lisboa¹

RESUMO

Este trabalho consiste em um estudo de caso que considera as soluções de segurança viária implantadas junto às pontes estreitas da BR-226/RN. Tais soluções foram projetadas e executadas nos contratos que previam a elaboração do projeto e a execução das obras no âmbito do programa BR-Legal, de responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. As soluções de segurança propostas nos contratos geridos pela Superintendência Regional do DNIT no Rio Grande do Norte foram avaliadas com fulcro nas determinações das normas nacionais, com destaque para a DNER-ES 144/85, NBR-6.971 e NBR-15.486. Das vinte e cinco pontes inseridas no trecho da BR-226/RN em estudo, dezesseis promoviam o estrangulamento da plataforma rodoviária e tiveram as soluções de segurança focadas na implantação de defensas metálicas. Nos segmentos que antecedem e sucedem o tabuleiro da ponte foram empregadas defensas metálicas de perfil dupla onda e poste metálico cravado em solo, mas, no tabuleiro, os perfis foram fixados diretamente no guarda-corpo das obras de arte especiais. A solução adotada dentro dos limites das pontes mostrou-se incorreta e em desacordo com as determinações das citadas normas, não evitando o possível impacto dos veículos contra o guarda-rodas das obras de arte especiais. O estudo também apontou outras possíveis soluções para minimizar ou corrigir as falhas de concepção, como por exemplo, a fixação das lâminas em postes metálicos com base chata aparafusados diretamente no guarda-rodas, adequando-as às exigências das normas envolvidas.

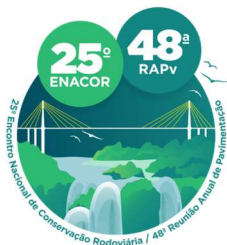
PALAVRAS-CHAVE: ponte estreita; segurança viária; defesa metálica; guarda-corpo; BR-Legal.

ABSTRACT

This paper consists of case study that considers the road safety solutions implemented along the narrow bridges in road BR-226/RN. These solutions were designed and executed in the contracts that forecasted the elaboration of the project and execution of the activities on the BR-Legal program, responsibility of the Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (National Department of Transportation Infrastructure). The security solutions proposed in the contracts managed by the Regional Superintendence of DNIT in Rio Grande do Norte were evaluated with based in the determinations of the national rules, especially DNER-ES 144/85, NBR-6.971 and NBR-15.486. Of the twenty-five bridges inserted in the section under study, sixteen promoted the narrowing of the road platform and had the security solutions focused on the implantation of metallic barrier. In the segments that preced and follow the bridge deck, metallic barrier with a double wave shape and metal pole spike into the ground were used, but on the deck, the barrier were fixed directly to the guardrail of the bridges. The solution adopted within the limits of the bridges is shown to be incorrect and in disagreement with the determinations of the norms, not avoiding the possible impact of the vehicles against the bridges guardrails. The study also pointed out other possible solutions to minimize or correct design flaws, for example, using metallic posts with a flat base screwed directly to the concrete, adapting them to the requirements of the standards involved.

KEY WORDS: narrow bridge; road safety; metallic barrier; guardrail, BR-Legal.

¹ Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, eider.rocha@dnit.gov.br; fabio.lisboa@dnit.gov.br.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

A rodovia BR-226/RN é uma das mais importantes rodovias federais do Estado do Rio Grande do Norte e liga a capital do estado à região Seridó, tendo uma extensão de cerca de 421,0 km. A maior parte dos segmentos rodoviários que a compõe foi implantada há mais de quatro décadas, já tendo sido submetida a diversas obras de melhoramentos. No entanto, em quase toda a sua extensão, uma característica permaneceu inalterada até os dias atuais: a largura de suas obras de arte especiais – OAE, que é, quase sempre, inferior à largura da plataforma rodoviária.

Por esse motivo, há necessidade de maior cuidado e atenção no tocante à definição de soluções de segurança viária e este assunto fora contemplado no Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-Legal, uma vez que consolida estudos para proposição de melhorias das condições de segurança da malha rodoviária federal sob circunscrição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT.

É exatamente nos segmentos rodoviários em que se inserem as OAEs estreitas da BR-226/RN que este trabalho foi desenvolvido, tendo por objetivo principal avaliar as soluções propostas no âmbito deste programa e o atendimento às prescrições normativas do DNIT e ABNT.

AS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS ESTREITAS DA BR-226/RN

A rodovia BR-226/RN tem o seu km 0,0 definido no entroncamento com a BR-101 (Viaduto da Urbana – Natal), estendendo-se até a divisa RN/CE, no km 421,1. No segmento compreendido entre os quilômetros 83,9 e 290,3 (exceto o intervalo entre o km 178,1 e o km 218,7) a rodovia está sob circunscrição da Unidade Local de Currais Novos, sede regional do DNIT no Seridó Potiguar.

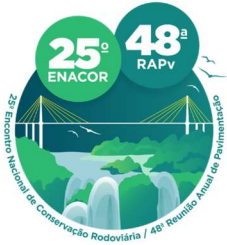
Nesse segmento, tomando-se por base os dados constantes do Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte – SGO, do DNIT, localizam-se vinte e cinco pontes. Deste total, há dezesseis pontes estreitas, situadas entre os quilômetros 83,9 e 245,3, as quais apresentam largura inferior à da plataforma rodoviária, tal como demonstram as figuras 1 e 2, correspondentes às Pontes Maniçoba e Maxixe, localizadas nos quilômetros 165,2 e 143,4, respectivamente. No restante do segmento, encontram-se as outras nove pontes, mas pelo fato de terem a mesma largura da plataforma rodoviária, não serão incluídas na análise.



Figura 1. Vista geral da ponte sobre o Rio Maniçoba.
(Fonte: SGO – DNIT, 2019).



Figura 2. Vista geral da ponte sobre o Riacho do Maxixe.
(Fonte: SGO – DNIT, 2019).



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



As dezesseis pontes foram construídas na década de 70 e apresentam características muito semelhantes, principalmente com relação à concepção, dimensões e processo construtivo, podendo ser sintetizadas da seguinte forma:

- Largura total do estrado/tabuleiro: 10,0m;
- Largura total da pista: 8,30m;
- Guarda-rodas em ambos os lados, medindo 0,30m de altura por 0,90m de largura;
- Guarda-corpos em peças pré-moldadas de concreto, em ambos os lados, medindo 0,15m de largura por 0,90m de altura.

Para ilustrar estas informações, pode-se recorrer às duas figuras já apresentadas, além do croqui da seção transversal da ponte sobre o Rio Maniçoba, localizada no km 165,2 da BR-226/RN, apresentado na figura 3.

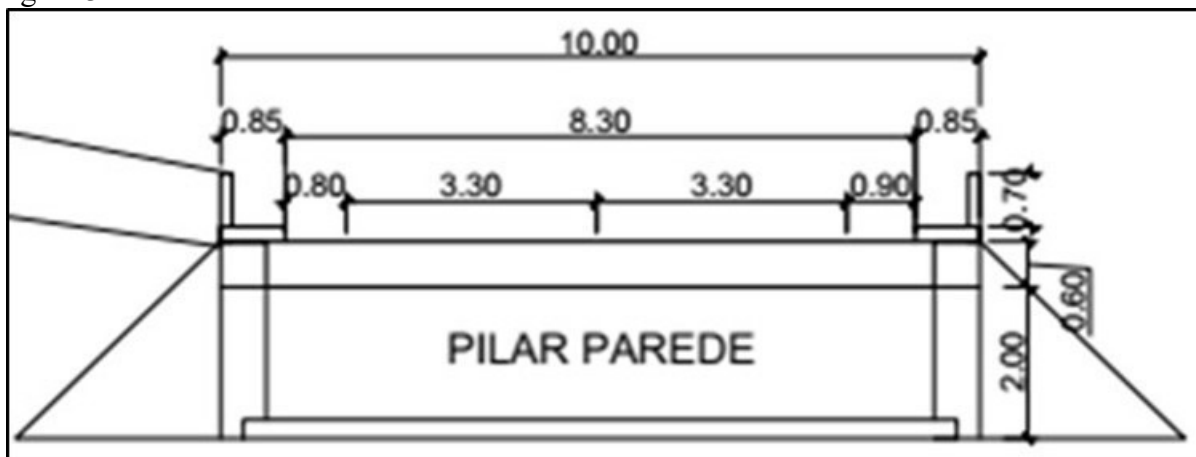
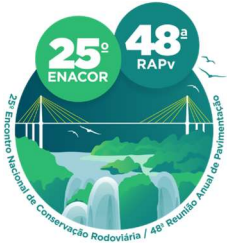


Figura 3. Croqui da seção transversal da Ponte do Rio Maniçoba. (Fonte: SGO – DNIT, 2019)

De acordo com as normas DNIT 088/2006 – ES (BRASIL, 2006) e DNIT 122/2009 – ES (BRASIL, 2009), os guarda-rodas correspondem a balizadores de tráfego com guia medindo 0,30m de altura, que oferecem pouca ou nenhuma proteção lateral aos veículos. Tais dispositivos foram concebidos com peso aliviado e com seção fragilizada em “L” invertido, sendo uma continuidade da laje estrutural em balanço.

Ainda segundo essas normas, os guarda-corpos são elementos destinados à proteção exclusiva de pedestres, concebidos com a redução das dimensões das peças de concreto para se tornarem mais leves. Esses elementos quase sempre são concebidos de peças pré-moldadas de concreto armado, com comprimento básico de 2,0m, formando assim uma peça padrão. Cada peça é constituída por dois montantes externos e duas barras horizontais interligadas no centro, por um pequeno montante. Os elementos que formam o guarda-corpo têm normalmente a seção quadrada, com cantos biselados, cujos lados medem 10,0cm, 12,0cm e 15,0cm, com armaduras fracas e cobrimentos insuficientes, características que comprometem a sua durabilidade.

Essa conclusão é ratificada pelo Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais (BRASIL, 1986), que em sua seção 2.4.3.3.2 destaca que: “as pontes antigas do DNER eram projetadas com sistemas de proteção lateral, guarda-rodas e guarda-corpos, pouco eficazes”. Acrescenta ainda que os guarda-rodas são, na verdade, simples balizadores de tráfego que também possibilitam, com grande risco, o trânsito de pedestres.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Soluções de segurança viária existentes

As dezesseis pontes em estudo estão, em sua maioria, localizadas em segmentos de tangente, com seções transversais praticamente idênticas, além de apresentarem os mesmos elementos constituintes na superestrutura. As pontes, em sua maior parte, possuem características geométricas muito semelhantes, variando apenas em relação ao seu comprimento. Desse modo, podem ser adequadamente representadas pelo esquema da figura 3. Exceções feitas às Pontes sobre os Rios Sussuarana e Totoró, situadas nos quilômetros 171,13 e 176,7, respectivamente. A primeira delas difere das demais por estar situada em trecho curvo, enquanto a segunda tem largura menor, com estrado e pista possuindo uma largura de 8,50m e 7,30m, respectivamente. Os detalhes destas pontes podem ser visualizados nas figuras 4 a 6.



Figura 4. Vista superior da Ponte sobre o Rio Sussuarana. (Fonte: SGO – DNIT, 2019).



Figura 5. Vista superior da Ponte sobre o Rio Totoró. (Fonte: SGO – DNIT, 2019).

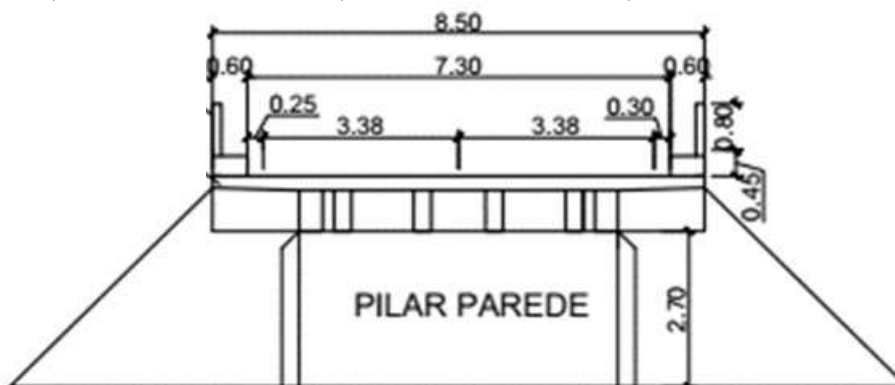
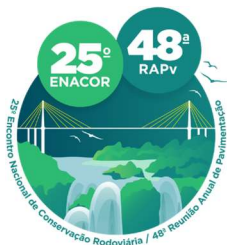


Figura 6. Croqui da seção transversal da Ponte sobre o Rio Totoró. (Fonte: SGO – DNIT, 2019).

Em todos os segmentos onde tais OAEs foram implantadas, pode-se verificar uma situação comum: a rodovia tem velocidade regulamentar de 80,0km/h e largura total de 11,0m, sendo drasticamente reduzida para 8,30m na passagem sobre as pontes. Nos dois encontros das pontes e em ambos os lados da rodovia foram implantadas defensas metálicas, seguindo as disposições e comprimentos mostrados no esquema da figura 7, que segue as orientações da norma DNER – ES 144/1985.

As figuras apresentadas até então permitem identificar que os dispositivos de segurança previstos nas dezesseis pontes estreitas da BR-226/RN se resumem a defensas metálicas do tipo semimaleável, dispostas nas bordas das rodovias, imediatamente antes e após as OAEs. Sobre estas e ao longo de todo o seu comprimento não há dispositivos de segurança para os veículos.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

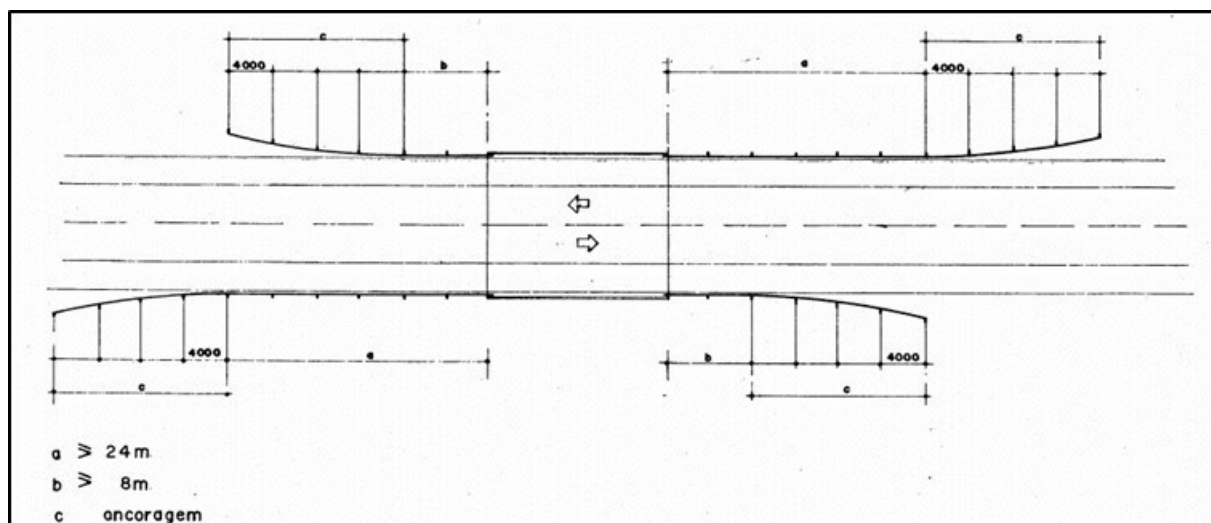


Figura 7: Esquema de instalação de defensas junto às OAEs em pistas simples. (Fonte: DNER – ES 144/1985).

Algo que merece destaque é o fato de as lâminas das defensas metálicas não terem qualquer ligação com os elementos estruturais das pontes, terminando ou iniciando a poucos centímetros de seus guarda-corpos, como pode ser notado em algumas das figuras já apresentadas. Tal situação é considerada crítica do ponto de vista da segurança viária, contrariando inclusive os normativos atuais que tratam do assunto.

Soluções de segurança viária projetadas no âmbito do programa BR-Legal

Em setembro de 2013 o DNIT lançou o Edital de Licitação nº 337/2013-00, com o objetivo de contratar empresa de engenharia especializada para elaboração de projeto básico e executivo de engenharia, além da execução dos serviços técnicos de aplicação e manutenção de dispositivos de segurança, bem como de sinalização rodoviária, no âmbito do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-Legal, abrangendo as Rodovias BR-101/110/226/304/405/406/427 no Estado do Rio Grande do Norte e BR- 101/153/158/293/470/471/473 no Estado do Rio Grande do Sul, pelo Regime Diferenciado de Contratação – RDC, subdividido em seis lotes. O segmento rodoviário em estudo está contemplado no lote 82, objeto do contrato TT-493/2014.

As diretrizes para elaboração do projeto constavam nos termos de referência do edital, com destaques para as especificações técnicas do Programa BR-Legal e para os procedimentos de elaboração, que estavam estruturados em cinco fases: 1- Pré-análise do trecho, 2 – Classe homogênea e análise do trecho, 3 – Contagem e consolidação, 4- Dimensionamentos, e 5 – Confecção do projeto.

Seguindo essas diretrizes, a empresa contratada elaborou e apresentou o projeto básico, seguido do projeto executivo, este último composto por quatro volumes de projeto, assim identificados: I – APRESENTAÇÃO (complementado pelos Anexos I e II), II – Contagem Volumétrica, III – Projeto, e IV – Detalhamentos. Nos dois últimos volumes constam as soluções de segurança viária projetadas para as pontes.

Com o objetivo de detalhar estas soluções, que seguem um padrão único, são apresentadas pranchas com os dispositivos propostos na Ponte sobre o Rio Trairi, situada no km 85,6 da BR-226/RN. As figuras 8 a 10 trazem os detalhes apresentados na prancha 5/497 do volume III – Projeto (Tomo I) e 85.1 (folha 3 e 4) do volume III – Dispositivos de Segurança, respectivamente.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br

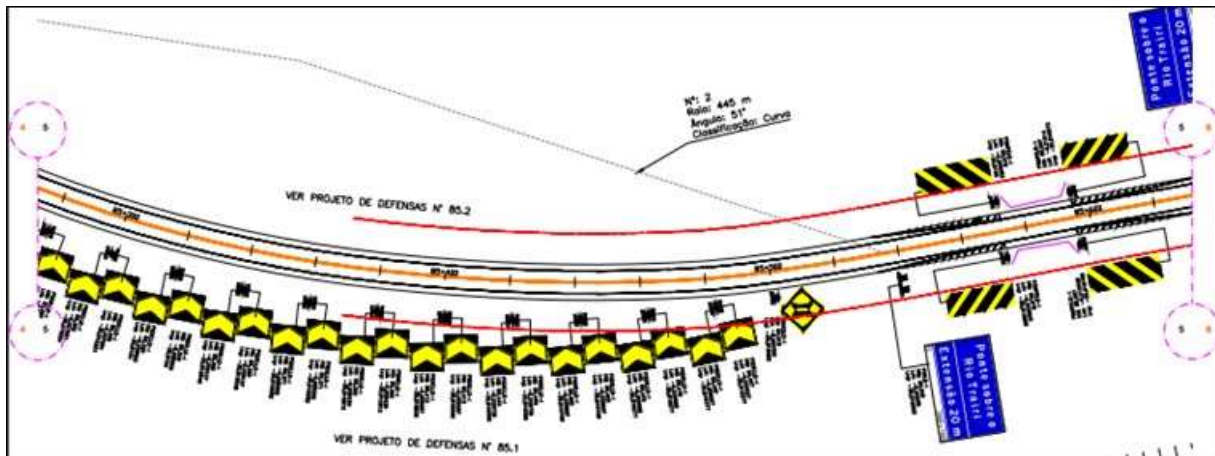


Figura 8. Planta baixa com as soluções de sinalização e segurança viária do segmento próximo à Ponte sobre o Rio Trairi. (Fonte: Volume III – Projeto – Contrato nº 493/2014).

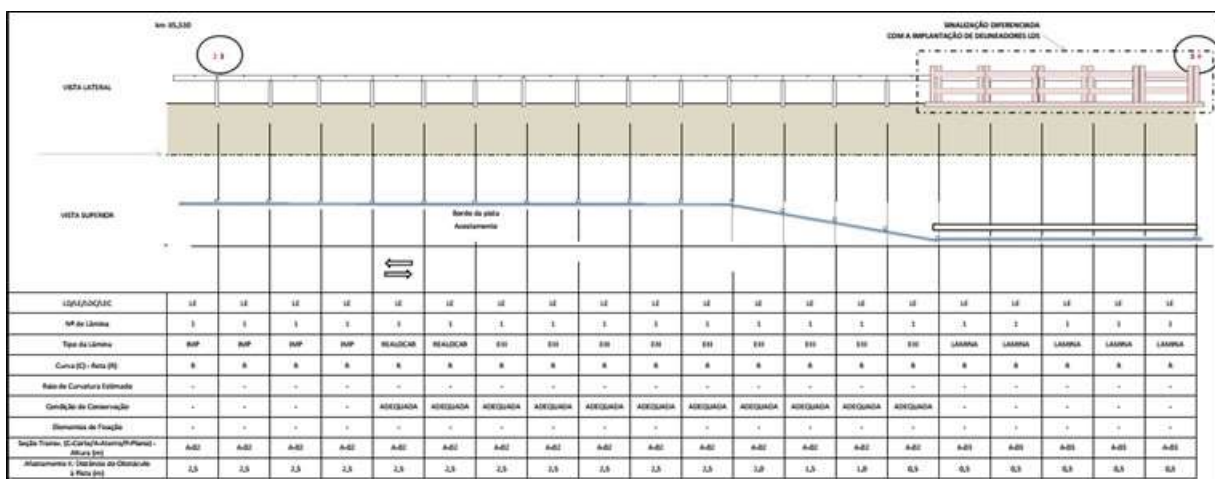


Figura 9. Vista lateral e superior com as soluções definidas para os itens segurança viária do segmento próximo à Ponte sobre o Rio Trairi. (Fonte: Volume III – Projeto – Folha 3 - Contrato nº 493/2014).

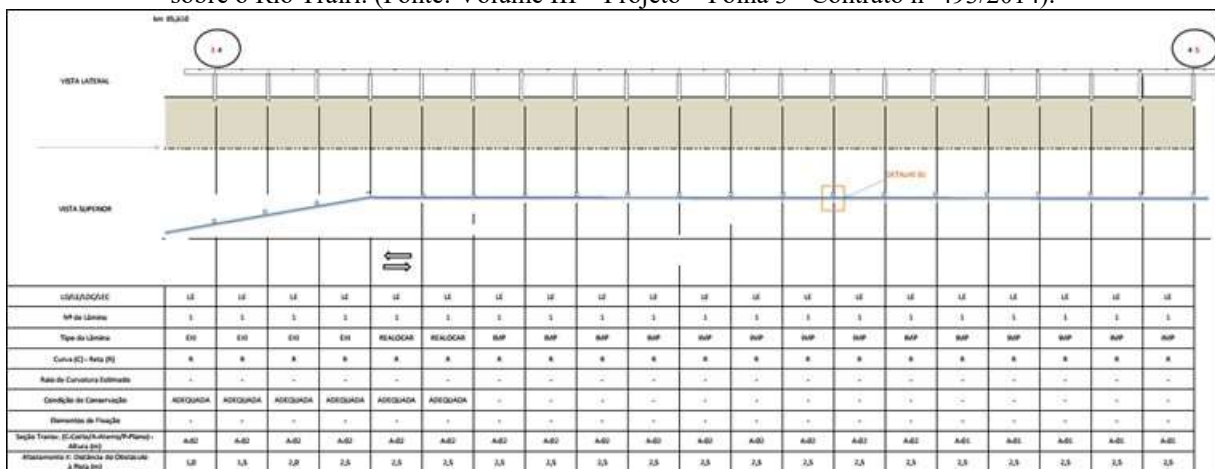
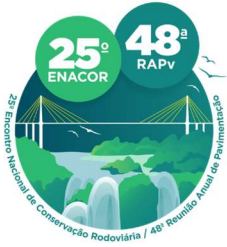


Figura 10. Vista lateral e superior com as soluções definidas para os itens segurança viária do segmento próximo à Ponte sobre o Rio Trairi. (Fonte: Volume III – Projeto – Folha 3 - Contrato nº 493/2014).



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Pode-se notar que as soluções previstas compreendem a implantação de defesa metálica semimaleável, com perfil dupla onda, em ambos os lados da rodovia e em ambos os encontros, estendendo-se pela superestrutura da ponte. Os locais de início e fim das defensas não mais seguem o esquema da figura 7, mas sim os critérios constantes nas normas do DNIT e da ABNT, em especial a norma NBR-6.971 (ABNT, 2012) e NBR-15.486 (ABNT, 2016).

As duas últimas figuras permitem entender que a solução definida no âmbito do BR-Legal previu que as defensas fossem implantadas junto aos bordos das rodovias, com o alinhamento horizontal coincidindo com as sarjetas de aterro. Nos 12,0m que antecedem o início da ponte ocorre uma deflexão neste alinhamento, promovendo a concordância com o estreitamento da plataforma. Ao longo de todo o comprimento da OAE, a defesa tem sua lâmina presa ao guarda-corpo, seguindo o mesmo alinhamento deste. Nos 12,0m que sucedem a ponte, ocorre nova deflexão no alinhamento horizontal do dispositivo de contenção, trazendo-o para sua posição original, coincidente com a sarjeta de aterro, conforme nota-se nas figuras 11 e 12.



Figura 11. Defesa metálica fixada junto ao guarda-corpo da Ponte sobre o Rio Sussuarana. (Fonte: próprio autor, 2019)



Figura 12. Defesa metálica fixada junto ao guarda-corpo da Ponte sobre o rio Maniçoba. (Fonte: próprio autor, 2019).

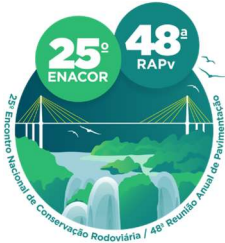
ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS NO CONTRATO 493/2014

A partir do detalhamento dos cenários existente e projetado, bem como valendo-se da pesquisa bibliográfica das principais fontes que abordam o tema segurança viária é que este trabalho foi desenvolvido, valendo-se de um estudo de caso que foca nas soluções previstas para segmentos rodoviários em que existem pontes estreitas.

No tocante às concepções de projeto, a norma NBR-15.486 estabelece a necessidade de implantação de dispositivos de segurança viária em função dos seguintes critérios: 1 – Obstáculos fixos; 2 – Taludes de aterro; 3 – Taludes de corte; 4 – Taludes transversais; 5 – Drenagem lateral; 6 – Estruturas de drenagem; 7 – Suportes de placas e luminárias; e 8 – Canteiro central.

Uma vez definida a necessidade de implantação, a escolha do tipo de dispositivo de contenção deverá tomar por base um dos seguintes critérios: nível de contenção, índice de severidade da aceleração e espaço de trabalho.

De acordo com o primeiro desses critérios, a seleção do tipo de dispositivo deverá ser feita por trechos homogêneos ou ainda em pontos específicos que demandem maior atenção sob o ponto de vista da segurança viária, seguindo-se os passos listados na seção 5.3.1 da norma citada. A partir dessas orientações, e considerando os dados de entrada requeridos, faz-se uso do diagrama apresentado na



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



figura 13, que permitirá definir o nível de contenção que o dispositivo projetado requer: muito alto (MA), alto (A), normal (N) e temporário.

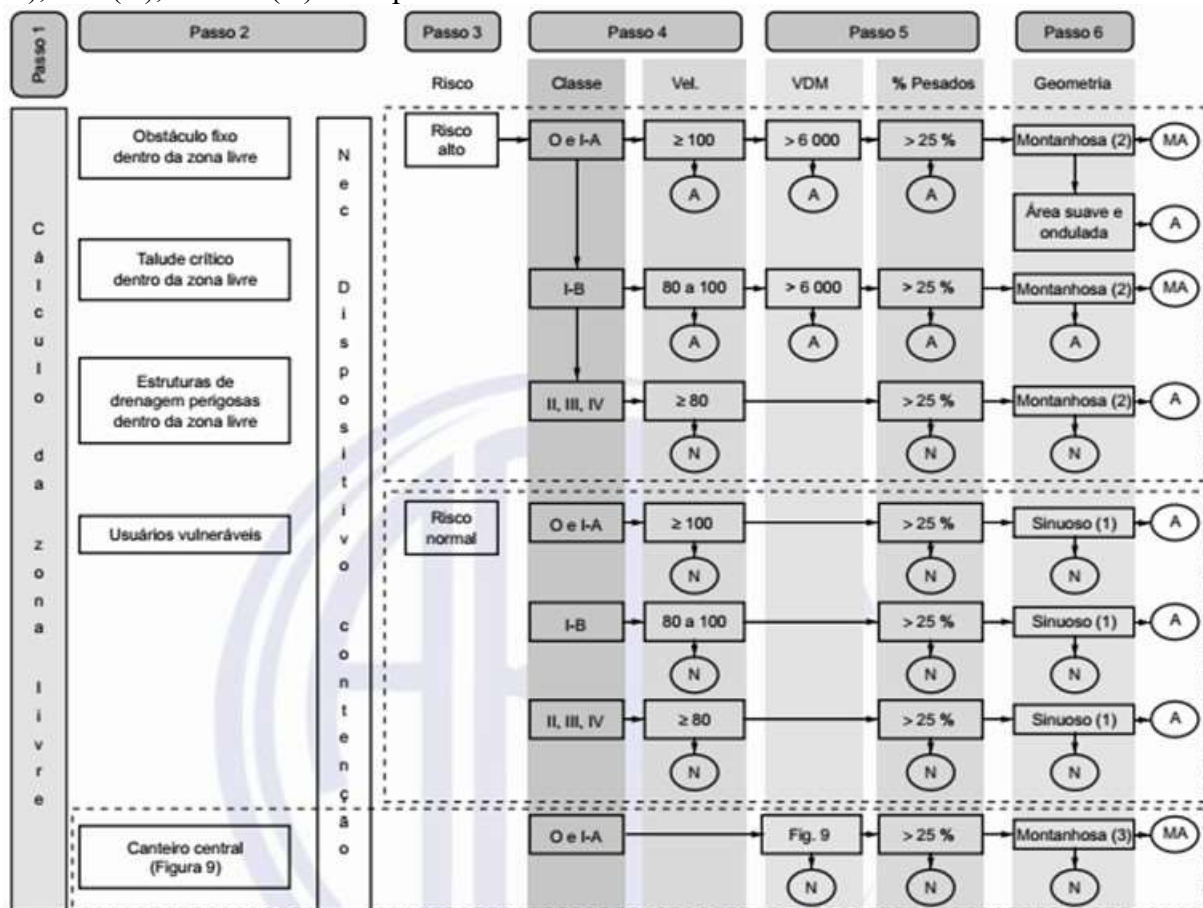


Figura 13. Diagrama para seleção do dispositivo de segurança viária segundo o critério nível de contenção. (Fonte: NBR-15.486/2016).

Tais níveis de contenção são classificados segundo os normativos EN-1317-2 e NCHRP 350, conforme as tabelas 1 e 2. Cada nível de contenção considera um conjunto de ensaios de impacto, realizados com parâmetros definidos, e que normalmente envolvem as seguintes variáveis: tipo de veículo, massa do veículo, velocidade de deslocamento, ângulo de impacto, dentre outros. Para complementar os parâmetros que serão considerados na análise proposta por este trabalho, faz-se necessário, ainda, considerar dois importantes tópicos da NBR-15.486. O primeiro deles está relacionado aos conceitos de obstáculo e obstáculo fixo, enquanto o segundo, associa-se à definição de zona livre.

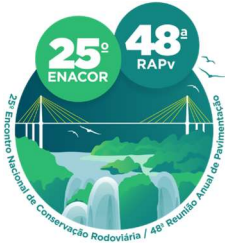
Tabela 1. Classificação dos níveis de contenção segundo a norma EN-1317-2.

Classificação	EN-1317-2
Muito Alto	H4a, H4b, L4a e L4b
Alto	H1, H2, H3, L1, L2 e L3
Normal	N1 e N2
Temporário	T1, T2 e T3

Tabela 2. Classificação dos níveis de contenção segundo a norma NCHRP 350.

Classificação	NCHRP 350
Muito Alto	TL5 e TL6
Alto	TL4, TL5 e TL6
Normal	TL3
Temporário	TL1, TL2 e TL3

De acordo com a citada norma brasileira, obstáculo é “qualquer objeto ou estrutura, sobre a pista ou adjacente a ela, que possa constituir um perigo aos usuários da via”, enquanto obstáculo fixo corresponde a “elementos naturais (árvores de diâmetro maior que 10cm, bambuzal, rochas etc.), ou construídos (postes de sinalização, pilares de ponte, elementos de drenagem, edificações etc.), ou



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



qualquer elemento rígido **afiorando mais do que 10 cm**, situados na lateral da via ou introduzidos durante sua construção, que, pela sua proximidade, em caso de acidente, produzem desacelerações acentuadas ou paradas abruptas” (grifo nosso). Por sua vez, a zona livre é definida como a “área lateral à pista de rolamento que seja traspassável, sem obstruções e sem obstáculos fixos, podendo ser utilizada por veículos errantes para recobrar o controle ou chegar a uma parada segura”.

No que atine à zona livre, sua largura pode ser verificada a partir da tabela 3, aplicando-se um fator de correção caso o trecho em estudo situe-se em curva.

Tabela 3. Medida da zona livre em metros. (Fonte: NBR-15.486 – adaptado pelo autor).

Velocidade projeto (km/h)	VDM	Declividade lateral						
		Declividade			Declividade			
		Pista			Pista			
		1V:6H ou mais plano	1V:5H a 1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H a 1V:4H	1V:6H ou mais plano	
70 - 80	< 750		3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	b	2,5 – 3,0	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5
	750 – 1500		4,5 – 5,0	5,0 – 6,0	b	3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0
	1500 – 6000		5,0 – 5,5	6,0 – 8,0	b	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0	5,0 – 5,5
	> 6000		6,0 – 6,5	7,5 – 8,5	b	4,5 – 5,0	5,5 – 6,0	6,0 – 6,5

Legenda: b – neste talude, pela possibilidade do veículo não recuperar o controle e prosseguir até o final do aterro, o pé do aterro deve estar livre de obstáculos fixos.

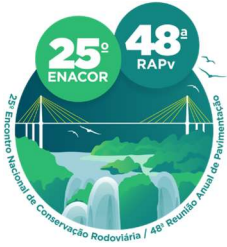
A análise a que esse trabalho se propõe considera os trechos rodoviários com estrangulamento de largura da plataforma, por ocasião da existência de pontes de concreto armado, providas de guarda-rodas e guarda-corpos. Tais elementos podem ser enquadrados como obstáculos fixos, considerando os conceitos anteriormente apresentados.

No que concerne à zona livre, foram considerados os seguintes dados de entrada: trecho em tangente, VMD entre 1500 e 6000 (as contagens volumétricas realizadas em três diferentes postos resultaram em 4.101, 3.249 e 1.925 veículos / dia), velocidade de projeto de 80km/h e declividade do aterro mais suave que 1V:6H (como os elementos da superestrutura da ponte em questão estão inseridos no acostamento da rodovia, considerou-se a declividade deste elemento). Assim, a partir dos dados apresentados e, consultando-se a tabela 3, obtém-se o valor de 5,0 a 5,5m de zona livre.

Todos os guarda-rodas e guarda-corpos, de todas as dezesseis pontes em estudo, estão dentro da zona livre calculada (o mais próximo está a 25cm, enquanto o mais distante está a aprox. 120cm). Diante disso, deve-se tratar o obstáculo fixo seguindo uma das recomendações constantes no item 4.1.2, quais sejam: a - remover o obstáculo; b - redesenhar o obstáculo de forma que se torne traspassável; c - relocar o obstáculo para local com menor possibilidade de ser atingido; d - reduzir a severidade do impacto utilizando dispositivo colapsável; e - proteger com dispositivo de contenção lateral; e f - delinear o obstáculo caso as alternativas anteriores não sejam possíveis.

A partir da análise realizada, conclui-se que há necessidade de tratar o obstáculo fixo. A opção escolhida, qual seja, implantar um dispositivo de contenção, figura entre uma das possibilidades elencadas pela norma. Tal escolha, a princípio, parece adequada, já que alternativas como a remoção do guarda-rodas e/ou do guarda-corpo (com a conseqüente substituição por outros elementos); a modificação da geometria destes elementos; ou ainda possíveis relocações, mostram-se inapropriadas, requerendo, inclusive, maiores investimentos, com escopos que ultrapassam as pretensões e diretrizes do Programa BR-Legal.

No entanto, uma vez definida a necessidade de implantação de dispositivo de contenção, dever-se-ia verificar qual é o mais apropriado. Para tal, considera-se o critério do nível de contenção, bem como os seguintes dados de entrada: obstáculo fixo dentro da zona livre (passo 2), risco alto (passo 3),



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



rodovia classe I-B e velocidade de projeto de 80km/h (passo 4). A partir desses dados, com base no diagrama da figura 13, chega-se ao seguinte resultado: nível de contenção alto.

Embora não se encontrem, dentro dos volumes de projeto ou em outros documentos do contrato TT-493/2014, atestados de aferição dos fabricantes com o enquadramento do dispositivo empregado em um dos níveis de contenção já detalhados, há uma boa chance destes se enquadrarem no nível de contenção normal, haja vista que empregam defensas semi-maleáveis de perfil dupla onda, fixados em postes do tipo C-150, espaçados de 4,0 em 4,0m.

Além disso, vale destacar que, ao longo de toda a extensão da ponte, as lâminas estão sendo ancoradas aos guarda-corpos. A fixação é feita por meio de postes metálicos, implantados pelo lado externo daqueles elementos, utilizando-se parafuso e porca, conforme pode ser visualizado nas figuras 14 e 15. Ressalte-se que a referida solução não é padronizada, não encontrando semelhança com qualquer modelo ou diretriz constantes nas normas que tratam do tema.



Figura 14. Vista lateral com detalhe da fixação da lâmina ao guarda-corpo. (Fonte: próprio autor, 2019).



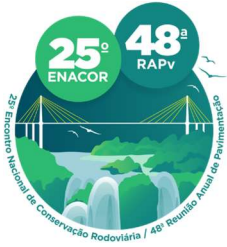
Figura 15. Vista superior com detalhe da fixação da lâmina ao guarda-corpo. (Fonte: próprio autor, 2019).

Outro aspecto que deve ser avaliado diz respeito ao alinhamento das lâminas da defesa em relação ao guarda-rodas. As figuras 9, 10, 11 e 12 deixam claro que as lâminas da defesa estão posicionadas cerca de 0,5m atrás da guia dos guarda-rodas, contrariando as recomendações da NBR-15.486 e da DNER-ES -144/85.

A primeira dessas normas recomenda, na seção 4.6.1 que, as guias devem ser posicionadas preferencialmente atrás das defensas metálicas, podendo, em situações de restrição de espaço, facear a parte frontal da lâmina. Já em relação ao segundo normativo, em sua seção 3.2.1, recomenda-se que, sobre as OAEs sem acostamentos, as defensas devem sejam implantadas conforme a figura 16, mantendo-se as lâminas da defesa alinhadas com as guias do guarda-rodas. Para tanto, as lâminas devem ser instaladas em postes do tipo C-150, providos de placas de base e fixados por meio de parafusos, tal como pode ser visualizado na figura 17.

Ainda segundo o National Cooperative Highway Research Program (USA, 2005), apud Rocha (2015), nas situações em que os sistemas de barreiras são utilizados em conjunto com guias, verificou-se que os veículos, ao passarem por cima destes elementos, podem ter sua trajetória alterada, interferindo assim no mecanismo de funcionamento daqueles, prejudicando seu desempenho.

Ademais, quando se observa o conteúdo da seção 5.4.1 da NBR-15.486, nota-se que o dispositivo de contenção longitudinal deve ser especificado não só quanto ao critério nível de serviço, mas também quanto ao espaço de trabalho. Novamente não foram encontrados detalhes, nos volumes de projeto ou nos demais documentos contratuais, quanto ao enquadramento dos dispositivos empregados em



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



relação a tal critério. Contudo, como as defensas metálicas fazem parte dos sistemas flexíveis, espera-se que sua deflexão dinâmica possa superar 1,0m.

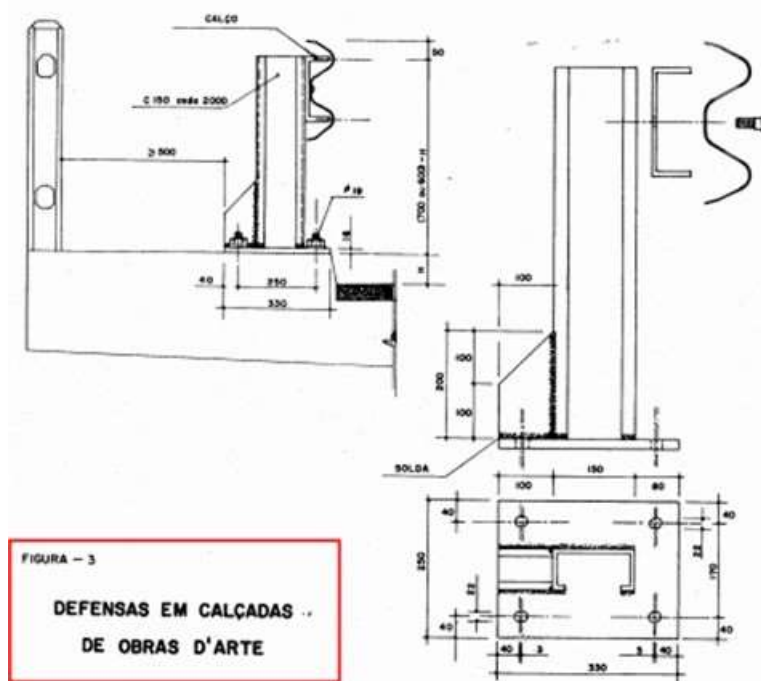


Figura 16. Instalação de defensas junto aos guarda-rodas. (Fonte: DNER-ES 144/85).

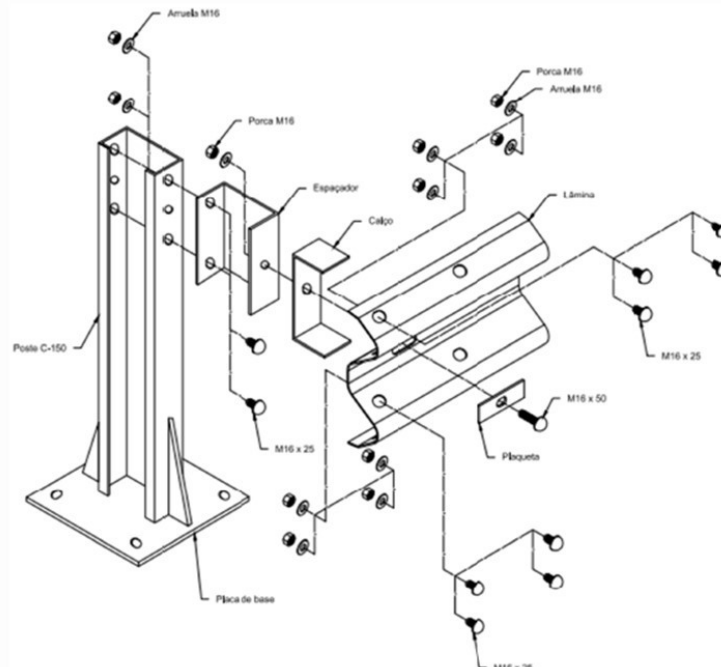
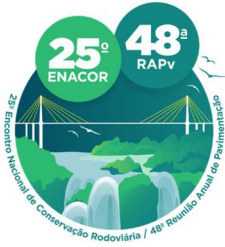


Figura 17. Postes tipo C-150 recomendados para aplicação nas pontes estudadas. (Fonte: NBR-6971/2023).

Deste modo, ao colidir com o dispositivo de contenção instalado ao longo das OAEs, o veículo encontra alta possibilidade de tombar, uma vez que a deformação sofrida pelo dispositivo resultará em espaço de trabalho superior ao espaço físico disponível para a deflexão, sem que haja qualquer elemento de apoio ou de sustentação. Essa situação será ainda mais grave nos períodos invernosos, onde normalmente as calhas dos rios estão cheias e a altura da lâmina d'água pode cobrir o veículo.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha acertada do tipo de dispositivo de contenção revela-se como fator tão importante quanto a análise dos critérios da necessidade de implantação ou não destes. Como demonstrado ao longo deste trabalho, as soluções providas no âmbito do programa BR-Legal, para os casos objeto da presente análise, mostram-se inadequadas não só por conta do tipo de dispositivo empregado, mas também por causa da sua disposição e local de instalação.

Ainda que se pense em manter os dispositivos instalados, seria imprescindível rever o posicionamento das defensas, de modo a garantir que as lâminas sejam fixadas com os postes adequados e com o mesmo alinhamento das guias dos guarda-rodas. Isto não só garantiria que as lâminas passassem a ter a mesma projeção vertical do início das guias, arestando com estas, como também garantiria um espaço de trabalho mínimo, já que passaria a contar com uma folga de pelo menos 0,50m.

Já para o caso específico da Ponte sobre o Rio Totoró, inserida na zona urbana da cidade de Currais Novos, devido à pequena largura dos guarda-rodas (além da obstrução de um deles por tubulação de ferro fundido), além do intenso trânsito de pedestres e veículos de tração animal, a separação entre a circulação destes e dos veículos automotores é fator imperativo e de extrema relevância. Para este caso, poderia ser realizado o alargamento do estrado da ponte, com incorporação de passeios, ou ainda a implantação de estrutura complementar, ao lado da ponte existente, destinada exclusivamente ao tráfego não motorizado.

Vale ressaltar que o programa BR-Legal possibilitou a melhoria das condições de segurança viária em muitas e diferentes rodovias do Brasil, principalmente por meio do aumento significativo da quantidade de dispositivos de contenção, mas situações pontuais como as demonstradas neste estudo despertam a necessidade de retificações, a fim de aprimorar tal programa.

Ademais, vale ressaltar como boa prática de engenharia, a necessidade de complementação do BR-Legal por outros programas com investimentos equivalentes ou mesmo superiores, provendo soluções que pudessem contemplar o alargamento definitivo de tais OAEs, adequando-as aos novos padrões de pontes executadas nos atuais contratos de obras do DNIT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 15.486: segurança no tráfego – dispositivos de contenção viária - diretrizes. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT. NBR 6.971: segurança no tráfego – defensas metálicas - implantação. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Norma Rodoviária. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. DNER-ES 144: defensas metálicas, 1985.

BRASIL. Norma Rodoviária. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. DNIT 088/2006-ES: dispositivos de segurança lateral – Guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras – Especificação de serviço, 2006.

BRASIL. Norma Rodoviária. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. DNIT 122/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto armado – Especificação de serviço, 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. IPR-698: Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais. 1 ed. Rio de Janeiro, 1996.

CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2017: relatório gerencial. Brasília, CNT/SEST/SENAT, 2017.

ROCHA, E. G. A. Drenagem Superficial: Aspectos Hidráulicos versus Aspectos de Segurança. 44 RAPv, Foz do Iguaçu, 2015.

USA. Transportation Research Board. National Cooperative Highway Research Program. Report 537. Washington, 2005.