



XVII Congresso Internacional sobre Patologia e  
Reabilitação das Construções

XVII Congreso Internacional sobre Patología y  
Rehabilitación de las Construcciones

XVII International Conference on Pathology and  
Constructions Rehabilitation

FORTALEZA (Brasil), 3 a 5 de junho de 2021

<https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.023>

## Manifestações patológicas em lajes de OAEs devido ao tráfego de cargas superiores às dimensionadas

### *Pathologies in bridges and viaducts caused due to traffic of loads greater than the designed*

Rodrigo Pereira<sup>1</sup>, Vitor Araújo Martins<sup>2</sup>, Pedro Henrique Lucena<sup>3</sup>, Debora Luz Moura<sup>4</sup>, Ana Carolina Vasconcelos Salles<sup>5</sup>, Thomás Henrique de Almeida Brito<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [rodrigoestruturas@gmail.com](mailto:rodrigoestruturas@gmail.com)

<sup>2</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [vitoraraujomartins@outlook.com](mailto:vitoraraujomartins@outlook.com)

<sup>3</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [pedrohenri\\_que@outlook.com](mailto:pedrohenri_que@outlook.com)

<sup>4</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [debora.luz.moura@gmail.com](mailto:debora.luz.moura@gmail.com)

<sup>5</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [anasalles1304@gmail.com](mailto:anasalles1304@gmail.com)

<sup>6</sup> Strata Engenharia Ltda., Belo Horizonte, Brasil, [thenriquebrito@gmail.com](mailto:thenriquebrito@gmail.com)

**Resumo:** Desde a década de 40, a malha rodoviária federal vem se transformando e se aperfeiçoando cada vez mais. Com as Obras de Arte Especiais (OAEs), a realidade não é diferente. Ao longo dos anos, várias versões de normas técnicas que versavam sobre o cálculo, execução e detalhamento de estruturas em concreto armado foram elaboradas, permitindo que pontes com geometrias e dimensionamentos distintos coexistissem. No entanto, muitas obras antigas não estão de acordo com os parâmetros vigentes, o que provoca o surgimento de manifestações patológicas específicas. Este trabalho tem como objetivo estudar as manifestações patológicas ocasionadas devido ao tráfego de cargas superiores ao dimensionado, e os impactos percebidos ao longo da vida útil da obra, bem como definir metodologias de avaliação que possam auxiliar em inspeções rotineiras em OAEs

**Palavras-chave:** Obras de Arte Especiais, manifestações patológicas, inspeções.

### 1. Introdução

As primeiras Obras de Arte Especiais (OAEs) surgiram da necessidade de vencer cursos d'água, vãos livres e obstáculos, utilizando-se de elementos da natureza, como rochas e troncos de árvores. O surgimento de novas necessidades por parte do homem veio acompanhado da evolução da engenharia e das ciências e, conseqüentemente, da descoberta de novas tecnologias e matérias primas. Com isso, os meios de transporte de cargas tornaram-se responsáveis pelo tráfego de cargas cada vez maiores, assim como as pontes e viadutos, que passaram a ser dimensionadas para resistir a tal demanda.

Sendo assim, com o passar das décadas, as normas técnicas responsáveis pela regulação do dimensionamento de Obras de Arte Especiais foram constantemente atualizadas, de forma a atender a evolução das cargas móveis. A primeira norma sobre estruturas de concreto em geral foi a NB-1 (ABNT, 1940), enquanto a mais atual é a NBR 6118 (ABNT, 2014). Tratando-se especificamente de OAEs, a NBR 7188 (ABNT, 2013) - Carga móvel em pontes rodoviárias e de passarelas de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas é a mais recente (ALMEIDA; FORTES, 2016).

Entretanto, as estruturas já existentes não foram reforçadas com o mesmo rigor com que as frotas de caminhões se renovaram, gerando assim um fluxo de veículos com cargas móveis superiores às do dimensionamento das estruturas. Sartorti (2008) indica que essa sobrecarga é responsável pela deterioração das estruturas e do surgimento de diversas manifestações patológicas, como fissuras, trincas e deformações permanentes.

Dessa maneira, o presente trabalho abordará as normas brasileiras e as suas definições, as manifestações patológicas mais comuns advindas da sobrecarga em OAEs, as técnicas de recuperação dessas estruturas e um estudo de caso, tendo como objetivo apontar as consequências a curto, médio e longo prazo, tal como definir metodologias para a correta identificação do problema.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1 Definições Normativas

O dimensionamento de OAEs no Brasil é regido por um grupo de normas técnicas, tendo como textos principais a NBR 6118 (ABNT, 2014), NBR 7188 (ABNT, 2013) e a NBR 6122 (ABNT, 2019). A NBR 6118 (ABNT, 2014) destaca em seu início que pode ser utilizada para o projeto estrutural de pontes e viadutos, mas que estes devem ser complementados por documentos específicos.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) destaca ainda que para o caso de OAEs, deve-se levar em conta a ação de cargas cíclicas e seus efeitos deletérios, uma vez que estes tornam as estruturas mais deformáveis e, conseqüentemente, mais susceptíveis a ruptura por fadiga. Sendo assim, deve-se verificar o ELU (Estado Limite Último) pela fadiga e deve ser levado em conta a maior microfissuração do concreto na verificação do ELS (Estado Limite de Serviço).

A primeira norma técnica elaborada sobre estruturas de concreto foi a NB-1 (ABNT, 1940), nomeada como “Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado”. Diante da necessidade de uma normatização mais abrangente, surgiram posteriormente a NB-2 (ABNT, 1961), “Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado” e a NB-6 (ABNT, 1946), “Cargas Móveis de Pontes Rodoviárias” (ANDRADE, 2017).

Até 1950, as OAEs eram dimensionadas conforme a NB-6 (ABNT, 1946), com carga móvel composta por um compressor de 240 kN e caminhões de 9 kN para cada faixa de tráfego, multidão variável com o vão teórico de 4,5 kN/m<sup>2</sup> e coeficiente de impacto  $\varphi = 1,3$ . Entre 1950 e 1960, passou-se a considerar caminhões de 120 kN por faixa de tráfego, multidão conforme a peça e vão teórico de 5 kN/m<sup>2</sup>, mantendo os outros parâmetros (SANTOS; NUNES, 2016).

Com a publicação da NB-6 (ABNT, 1960), as OAEs projetadas entre 1960 e 1975 tiveram a inclusão do trem tipo composto por um veículo de 360 kN, multidão de 5 kN/m<sup>2</sup> na frente e atrás do veículo e de multidão de 3 kN/m<sup>2</sup> no restante da pista e nos passeios, além de um novo coeficiente de impacto, dado pela função do comprimento  $\varphi = 1,4 - 0,007 L$  (SANTOS; NUNES, 2016). As características das classes estão detalhadas no Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1** – Carregamentos da NB-6/1960 conforme a sua classe (ANDRADE, 2017)

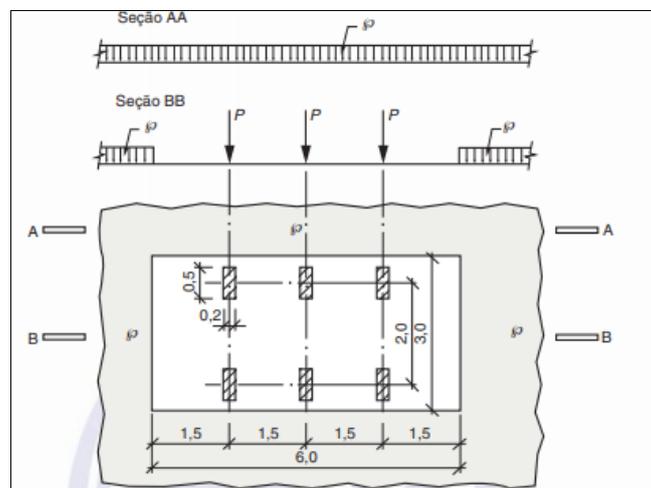
Classe da Ponte	Veículo			Carga Uniformemente Distribuída		
	Tipo	Carga/eixo (kN)	Peso Total (kN)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q' (kN/m <sup>2</sup> )	Distribuição da Carga
36	36	120	360	5	3	Carga q à frente e atrás do veículo
24	24	80	240	4	3	
12	12	40/80	120	3	3	Carga q' situada no restante da pista e passeios

A atualização seguinte da norma foi a NB-6/1982, que passou a vigorar como NBR 7188 (ABNT, 1982). Nesta, as classes 24 e 36 foram substituídas por 30 e 45, respectivamente, tendo a classe 12 mantida (ANDRADE, 2017). As demais informações estão representadas no Quadro 2 abaixo.

**Quadro 2** – Carregamentos da ABNT NBR 7188/2013 conforme a sua classe (ANDRADE, 2017)

Classe da Ponte	Veículo			Carga Uniformemente Distribuída		
	Tipo	Carga/eixo (kN)	Peso Total (kN)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q' (kN/m <sup>2</sup> )	Distribuição da Carga
36	36	120	360	5	3	Carga q à frente e atrás do veículo
24	24	80	240	4	3	
12	12	40/80	120	3	3	Carga q' situada no restante da pista e passeios

Com a publicação mais recente da ABNT NBR 7188 (ABNT, 2013), passou-se a adotar apenas 2 classes, sendo a classe 450 e a classe 240. O trem tipo TB-45 é definido por um veículo de 450 kN de seis rodas,  $P = 75$  kN, três eixos de carga afastados por 1,5 m, área de ocupação de 18 m<sup>2</sup> e carga uniformemente distribuída constante de 5 kN/m<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1** – Disposição das cargas estéticas segundo a NBR 7188 (ABNT (2013))

Para a classe 240, a NBR 7188 (ABNT, 2013) adota-se o veículo tipo de 240 kN de seis rodas,  $P = 40$  kN, com os três eixos possuindo o mesmo afastamento da classe anterior, porém com a carga uniformemente distribuída de 4 kN/m<sup>2</sup>.

## 2.2 Manifestações Patológicas

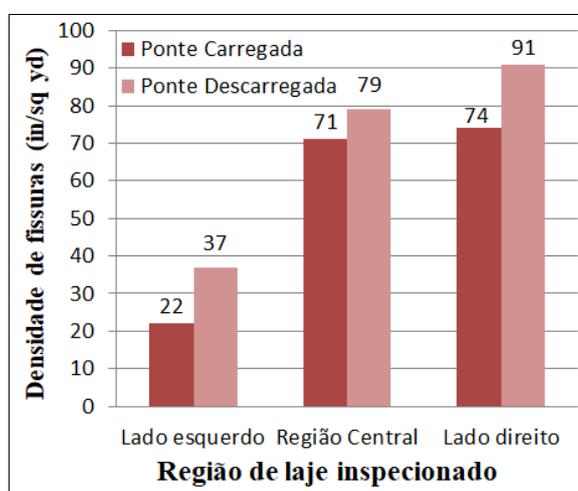
A deterioração de rodovias e de suas estruturas apresenta um grande desafio para o sistema viário de um país, como apontado por James et al. (1987). Com a crescente demanda gerada ao longo dos anos, torna-se imprescindível para a manutenção da produtividade do setor de transportes avaliar os impactos e efeitos do tráfego de veículos de grande porte em OAEs, peça importante na malha urbana. Segundo dados disponibilizados pelo DNIT, publicado por Mendes (2009), das 5.600 pontes registradas, 90% delas foram calculadas utilizando valores de cálculo inferiores aos recomendados pela norma vigente. Vale ressaltar que

*Manifestações patológicas em lajes de OAEs devido ao tráfego de cargas superiores às dimensionadas*

mesmo veículos com cargas dentro dos limites atuais permitidos por norma, quando transmitem seu peso a estruturas com capacidades inferiores a estrutura reage da mesma maneira que se estivessem com sobrecarga.

Os danos em lajes devido à sobrecarga em Obras de Arte Especiais podem tomar diversas formas, sendo o processo de fissuração a mais relevante dentre elas. Segundo Sartorti (2008), o concreto, por apresentar somente 10% de resistência à tração em relação à sua resistência à compressão, pode apresentar fissuras sem que isso constitua perigo ao elemento. Porém, ao apresentar fissuras causadas por esforços de compressão, a estrutura pode estar em uma condição crítica, trabalhando sob efeitos de esmagamento e/ou ruptura frágil. Ainda segundo o autor, em fissuras de compressão por esforço de flexão, ocorre o esmagamento da região comprimida, podendo gerar o rompimento do elemento.

De forma a estudar a distribuição de fissuras em lajes causadas por sobrecarga, James et al. (1987) analisaram dois estudos de caso de OAEs no estado do Texas, na rodovia FM-730, sendo uma delas submetidas a tráfego intenso de veículos pesados, enquanto a outra apresentava fluxo regular, indicadas como “ponte carregada” e “ponte descarregada”, respectivamente. Também foram definidas 9 regiões ao longo do vão da OAE, de forma que houvesse 3 delas situadas ao longo do comprimento e três ao longo da largura. Para cada uma, o levantamento da densidade de fissuras foi feito, conforme a Figura 2.



**Figura 2** – Densidade de fissuras transversais em lajes de concreto armado submetidas a diferentes níveis de fluxo viário (JAMES et al. (1987), adaptado)

É possível notar que, para os estudos de caso, há uma diferença grande entre a densidade de fissuras encontrada para a ponte carregada e para a ponte descarregada, especialmente na região esquerda ao fluxo de tráfego

## 2.4 Manutenção e Recuperação da estrutura

Antes da escolha do método a ser utilizado para recuperação da estrutura é necessário realizar testes para aferir na prática o seu limite de resistência, para isso geralmente são realizados provas de carga estáticas e dinâmicas, ensaios com extração de corpos de prova cilíndricos (destrutivos), ensaios de esclerometria (não destrutivos), além da análise estrutural dos esforços solicitantes e das deformações da ponte original. Também é necessário que haja avaliações sobre os acréscimos de carga resultantes das intervenções nos demais elementos da OAE.

Para fissuras inativas, o reparo sugerido pelo Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos do DNIT (DNIT, 2010) é realizado através da compressão de argamassa de concreto ou o alargamento em forma de “V” e a recomposição da superfície com a argamassa. Já para fissuras ativas de pequena abertura é recomendada a injeção de resina epóxi. Para fissuras ativas de grande abertura o procedimento sugerido é que seja iniciado o tratamento com a abertura da cavidade ao longo da fissura e tal abertura será preenchida com um selante elástico adequado.

Uma forma de aumentar a área de aço, para que haja o aumento da rigidez desses elementos, é o reforço das vigas com armadura externa de protensão, conforme a Figura 6. Nesta técnica, ancoram-se cabos à

face externa dos elementos de forma a introduzir esforços que combatem as solicitações da estrutura (podendo ser momentos positivos, negativos e esforços cortantes). Em geral, usa-se barras de aço CP85/105 para protensões transversais e CP190 para reforços longitudinais (PINHEIRO, 2018).

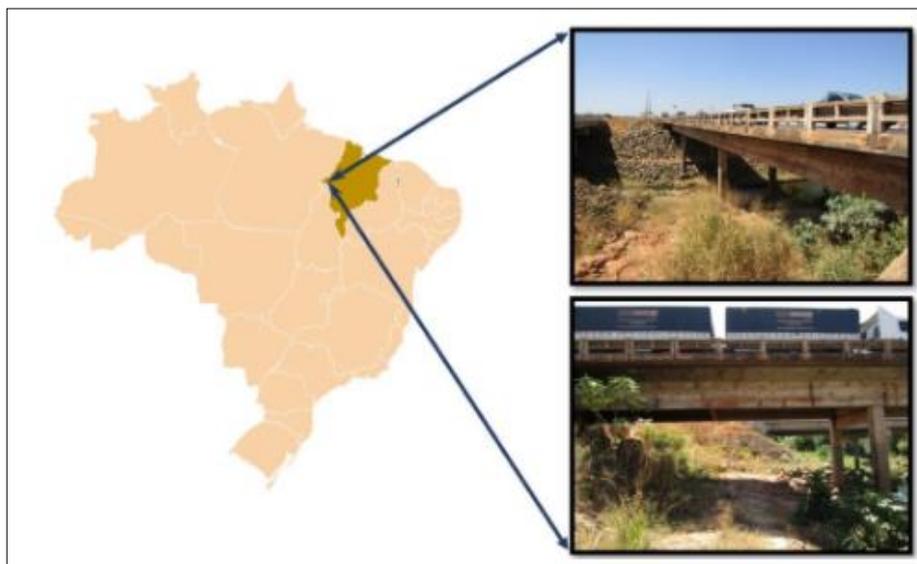


**Figura 6** – execução de acréscimo da seção transversal da viga (Vitório (2007))

### 3. Estudo de Caso

Para exemplificar os efeitos da ação de sobrecargas nas lajes de Obras de Artes Especiais, foi realizado um estudo de caso da Ponte sobre o Rio Cacau, localizada no estado do Maranhão, rodovia BR-010, no município de Imperatriz, indicado no mapa da Figura 7.

Segundo a NBR 9452 (ABNT, 2019), dar-se o nome de inspeção o conjunto de técnicas que visam prover um diagnóstico acerca da condição da estrutura em relação aos requisitos de segurança, funcionalidade e durabilidade. Dentre os tipos de inspeção citados na norma, o estudo de caso se deu a partir da inspeção cadastral e rotineira da obra.



**Figura 7** – Localização da Ponte sobre o Rio Cacau (5°32'40.58"S; 47°27'48.79"O) (Autores)

O município de Imperatriz encontra-se na divisa com o estado do Tocantins e a ponte está localizada em um dos acessos à cidade, o que faz com que receba um grande fluxo diário de veículos. A Ponte sobre o Rio Cacau possui 58,95 metros de extensão e 10,00 metros de largura. O sistema longitudinal é composto por 3 vãos, sendo 2 de 17,95 metros e um vão central de 22,65 metros.

As características da concepção estrutural dessa obra indicam que a ponte foi projetada entre os anos de 1960 a 1975, com capacidade de cargas móveis de 360 kN. (DNIT, 2004). Segundo Vitório (2013), pontes construídas nesse período possuem características que necessitam de adequação às cargas móveis exigidas pela norma atual.

De acordo com a norma brasileira NBR 7188 (ABNT, 2013), as pontes e viadutos devem ser projetados para uma carga padrão de 45 toneladas. No entanto, a resolução do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) nº 210 de 13/11/2006 (BRASIL, 2006) estabelece os limites de peso bruto total e peso bruto total combinado, permitindo pesos de até 57 toneladas, a depender do tipo de veículo. O CONTRAN estabelece ainda uma tolerância de até 5% desse valor (BRASIL, 2020).

No Brasil, a inspeção das Obras de Arte Especiais das rodovias federais é de responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT). As Inspeções Rotineiras são realizadas em intervalos normalmente de dois anos com o objetivo de identificar anomalias e alterações nas condições estruturais e de conservação das OAEs (DNIT, 2004).

Em inspeção rotineira realizada em setembro de 2020, foram verificadas fissuras finas profundas na laje de concreto armado, localizadas no vão central da obra, como ilustrado na Figura 9. Na imagem também é possível identificar manchas de lixiviação, que representam indícios da percolação de água através das fissuras.



**Figura 9** – Fissuras profundas finas na laje da OAE (Autores)

Os registros da inspeção confirmam que a ponte não passou por nenhum processo de alargamento ou reforço ao longo dos anos. Dessa forma, a estrutura permanece com as características projetadas para cargas de 36 kN, estando inadequada de acordo com as normas vigentes.

Além do movimento local do município, a Ponte sobre o Rio Cacau recebe ainda um tráfego intenso de caminhões. A BR-010 realiza a ligação entre o Distrito Federal e o extremo norte o Maranhão, funcionando como rota de veículos de carga que realizam o transporte entre as regiões sul, sudeste, norte e nordeste do país. No entanto, não existem pontos de pesagem no trecho, impossibilitando a fiscalização da carga dos veículos que transitam no local (RAMOS, 2018).

Para uma melhor análise do comportamento estrutural da OAE diante das solicitações de carga móvel, podem ser realizados ensaios dinâmicos, os quais permitem avaliar as deformações da estrutura durante a passagem de carga em diferentes velocidades. Os resultados desses ensaios permitem avaliar a possibilidade de reforço da estrutura.

Como mencionado neste trabalho, as OAEs são dimensionadas e executadas mediante as normas vigentes da época. Os documentos produzidos no século passado, tal como as pontes e viadutos neles embasadas, encontram-se obsoletos em relação a uma série de características como geometria, drenagem e segurança viária, mas principalmente em relação aos seus sistemas estruturais. Além disto, as obras devem ser reforçadas atendendo as indicações de normas e instruções de serviços quanto à segurança e a trafegabilidade do usuário.

Conforme identificado anteriormente na Figura 9, a Ponte sobre o Rio Cacau desenvolveu um quadro transversal intenso de fissuras profundas finas, que por sua vez deram início ou aceleraram o processo de deterioração do concreto por meio da lixiviação e, possivelmente, um processo de degradação das armaduras a partir da entrada de intempéries e umidade.

## 5. Conclusões

Considerando o tráfego de cargas dinâmicas superior ao dimensionado, o surgimento das fissuras pode ser atribuído à sobrecarga de veículos atuando sobre a estrutura. Para uma melhor análise do comportamento estrutural da OAE diante das solicitações de carga móvel, podem ser realizados ensaios dinâmicos, os quais permitem avaliar as deformações da estrutura durante a passagem de carga em diferentes velocidades. Os resultados desses ensaios permitem avaliar a possibilidade de reforço da estrutura.

Como mencionado neste trabalho, as OAEs são dimensionadas e executadas mediante as normas vigentes da época. Os documentos produzidos no século passado, tal como as pontes e viadutos neles embasadas, encontram-se obsoletos em relação a uma série de características como geometria, drenagem e segurança viária, mas principalmente em relação aos seus sistemas estruturais. Além disto, as obras devem ser reforçadas atendendo as indicações de normas e instruções de serviços quanto à segurança e a trafegabilidade do usuário.

Dessa maneira, por meio de um estudo de caso, demonstrou-se como uma OAE dimensionada anteriormente a ABNT NBR 7188 (ABNT, 2013) encontra-se vulnerável a sobrecarga advinda da ação de cargas móveis e, conseqüentemente, sujeita a ação de manifestações patológicas. Conforme identificado anteriormente na Figura 9, a Ponte sobre o Rio Cacau desenvolveu um quadro transversal intenso de fissuras profundas finas, que por sua vez deram início ou aceleraram o processo de deterioração do concreto por meio da lixiviação e, possivelmente, um processo de degradação das armaduras a partir da entrada de intempéries e umidade.

Por fim, destaca-se a necessidade da atualização da NBR 7188 (ABNT, 2013), de maneira a contemplar parâmetros de projeto compatíveis com as cargas móveis permitidas atualmente pelo CONTRAN. Em paralelo, sugere-se para trabalhos futuros, o acompanhamento das estruturas dimensionadas para TB-45 expostas às sobrecargas atuais.

## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, E. P.; FORTES, A. S. (2016). *Análise da carga móvel em pontes e viadutos rodoviários*. In: Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 9., 2016, Rio de Janeiro. [Anais]. Rio de Janeiro: IXCBPE, 2016. p. 1-10.
- ANDRADE, L. G (2017). *Avaliação de modelos de carga móvel para projeto de pontes rodoviárias de pequenos vãos*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1940). NB-1: *Cálculo e execução de obras de concreto armado*. Rio de Janeiro, 1940.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1961). NB-2: *Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado*. Rio de Janeiro, 1961.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1946). NB-6: *Cargas Móveis de Pontes Rodoviárias*. Rio de Janeiro, 1946.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1960). NB-6: *Cargas Móveis de Pontes Rodoviárias*. Rio de Janeiro, 1960.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2014). NBR 6118: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. Rio de Janeiro, 2014.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2019). NBR 6122: *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1982). NBR 7188: *Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre*. Rio de Janeiro, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013). NBR 7188: *Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre*. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2019). NBR 9452: *Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento*. Rio de Janeiro, 2019.
- DNIT. (2010). *Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários*. Rio de Janeiro, 2010.
- DNIT. (2004). *Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias*. Rio de Janeiro, 2004.
- BRASIL. (2020). *Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 803 de 22 de outubro de 2020*. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/resolucoes-contran>>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- BRASIL. (2006). *Resolução nº 210 de 13 de novembro de 2006*. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/resolucoes-contran>>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- PINHEIRO, L. H. B (2018). *Reforço de pontes em concreto armado por protensão externa*. 2018. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.
- JAMES, R.W.; ZIMMERMAN, R.A.; MCCREARY, C.R. JR. (1987). *Effects Overloads on Deterioration of Concrete Bridges*. In: Annual Meeting of the Transportation Board, 66.,1987, Washington, [Proceedings]. Washington: TRB, 1987. p. 65-78.
- MENDES, P. T. C. (2009). *Contribuição para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras*. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- RAMOS, M. M. (2018). *Gerenciamento de pavimentos flexíveis - Acompanhamento de um caso real de estudo: Rodovia BR 010/MA*. 2018. Dissertação (Mestrado em Construções Civas) - Instituto Politécnico da Guarda, Guarda, 2018.
- SANTOS, I. C.; NUNES, F. P.; SANTOS, T. A. (2018). *Retro-análise do projeto de recuperação da ponte sobre o rio Cubículo na BR-101/SC*. Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia, v. 2, n. 15, p. 138-156, 30 jan. 2017.
- SARTORTI, A. L. (2008). *Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- VITÓRIO, J. A. P. (2007). *Acidentes Estruturais em Pontes Rodoviárias – Causas, diagnósticos e soluções*. In: Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 2., 2007, Rio de Janeiro. [Anais]. Rio de Janeiro: CBPE, 2007. p. 1-20.
- VITÓRIO, J. A. P. (2015). *Pontes e viadutos rodoviários: conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural*. Curso de Especialização Em Inspeção, Manutenção e Recuperação de Estruturas. Escola Politécnica de Pernambuco. Recife, 2015.
- VITÓRIO, J. A. P. (2013). *Um estudo comparativo sobre métodos de alargamento de pontes rodoviárias de concreto armado com a utilização das normas brasileiras e eurocódigos*. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Especialização em Estruturas) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.