

## Artigos técnicos

# Principais aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016, a importância das atividades de manutenção em pontes e viadutos e as dificuldades das condições de acesso às inspeções

*Main aspects covered in ABNT NBR 9452: 2016, the importance of maintenance activities in bridges and viaducts and the difficulties of the conditions of access to the inspections*

Ciro José Ribeiro Villela Araujo<sup>a</sup>

## Resumo

As Obras de Arte Especiais, mais conhecidas como pontes, viadutos e passarelas são estruturas de extrema importância no desenvolvimento econômico e social do país. Estas obras estão sujeitas a todo tipo de ação do meio ambiente, tais como desgastes naturais e carregamentos acidentais durante sua vida útil. Para preservação das condições estruturais, funcionais e de durabilidade, o novo texto da ABNT NBR 9452 apresenta, com melhor clareza, um conjunto de diretrizes e especificações, para a realização das atividades de inspeção, facilitando a interpretação e análise dos dados levantados e proporcionando um trabalho eficiente e eficaz com informações realísticas para as atividades de manutenções. Este trabalho apresenta os principais aspectos observados na nova versão da norma de inspeção em pontes, viadutos e passarelas, mostra importância dos trabalhos de manutenção na vida útil dessas estruturas e as dificuldades nas condições de acesso aos trabalhos de inspeção. Foi realizada uma pesquisa exploratória dos requisitos da norma atual NBR 9452, simulou-se também uma situação hipotética de aumento da vida útil de uma obra de arte especial com atividades de manutenção e foram mostrados casos de dificuldades de acesso em inspeções realizadas e apresentadas algumas alternativas para facilitar os trabalhos de inspeção e manutenção.

<sup>a</sup> Seção de Engenharia de Estruturas, Centro Tecnológico de Obras, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

\*E-mail: ciroaraujo@ipt.br

### Palavras-chave:

inspeção; manutenção; ponte; viaduto; passarela; norma ABNT NBR 9452.

### Keywords:

inspection; maintenance; bridge; viaduct; walkway, ABNT NBR 9452 standard.

## Abstract

*The Special Works of Art, better known as bridges, viaducts and catwalks are extremely important structures in the economic and social development of the country. These works are subject to all kinds of environmental action, such as natural wear and accidental loading during their lives. To preserve the structural, the functional and the durability conditions, the new text of ABNT NBR 9452 presents, with greater clarity, a set of guidelines and specifications for conducting the inspection activities, facilitating the interpretation and the analysis of the data collected and providing an efficient and an effective work with realistic information for maintenance activities. This work presents the main aspects observed in the new version of the inspection standard in bridges, overpasses and walkways, shows the importance of maintenance work in the life of these structures and the difficulties in the conditions of access to the inspection work. An exploratory research was carried out on the requirements of the current standard NBR 9452, a hypothetical situation was also simulated to increase the useful life of a special work of art with maintenance activities and cases of access difficulties in Inspections were shown and some alternatives have been presented to facilitate inspection and maintenance work.*

## 1 Introdução

As estradas e demais vias terrestres são importantes para o desenvolvimento social e econômico do país, uma vez que promovem o escoamento da riqueza interna, permitindo o transporte dos alimentos, da matéria prima, dos produtos, das exportações, importações, etc.

Para que esse desenvolvimento seja contínuo e efetivo, é necessária a construção e manutenção permanente das estradas, bem como de todos os elementos que as constituem, tais como, pavimentos, elementos de drenagem, obras de arte especiais, sistemas de sinalização, etc., com atividades de inspeções e intervenções por meio de manutenções periódicas.

A cultura de inspeção e manutenção de Obras de Arte Especiais (OAE's) (pontes rodoviárias, ferroviárias, viadutos, etc.) no Brasil é recente, sendo da década de 80 os primeiros estudos de patologias nas estruturas. Em 2003, foram apresentados com maior destaque aspectos relacionados à durabilidade e degradação das estruturas, com as publicações das revisões das Normas Técnicas, como é o caso da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

O controle de manutenção das edificações em geral (prédios, residências, indústrias, etc.) é regido por normas técnicas que apresentam requisitos, procedimentos e programas de manutenção preventiva dos elementos estruturais e suas partes constituintes, como acabamentos, revestimentos, instalações elétricas, equipamentos de ar condicionado, elevadores, etc., mencionados nas normas técnicas NBR 14037 e NBR 5674 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011; 2012). A Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 2012) apresenta conceitos e critérios para uma avaliação sistêmica das edificações, classificando as não conformidades constatadas quanto a sua origem, grau de risco e fornecendo orientações técnicas necessárias à melhoria da manutenção dos sistemas e elementos construtivos.

Assim como nos edifícios, as pontes e viadutos também necessitam de um sistema de gestão de controle do estado de conservação. Essas obras estão na sua grande maioria submetidas a diversos tipos de ações do meio ambiente e de carregamentos. Existe uma norma técnica específica para os trabalhos de inspeções em pontes, viadutos e passarelas de concreto, que é a NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

Os trabalhos de inspeções em pontes e viadutos são atividades fundamentais na verificação das condições de conservação em que se encontram essas obras e dão subsídios ao planejamento dos trabalhos de manutenção. Também, cabe salientar a importância das condições de acesso aos locais a serem inspecionados, pois em muitas dessas estruturas não existem acessos adequados para os trabalhos de inspeções, principalmente nas regiões das juntas de dilatação e dos aparelhos de apoio, locais que apresentam grande incidência de anomalias.

O objetivo deste trabalho é apresentar os principais aspectos abordados na nova versão dessa norma de inspeção em pontes, viadutos e passarelas, mostrar a importância dos trabalhos de manutenção na vida útil dessas estruturas e abordar as dificuldades nas condições de acesso para os trabalhos de inspeção.

Para isso foi realizada uma pesquisa exploratória dos requisitos da norma atual

NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) em que foram identificados, avaliados e analisados os principais aspectos abordados na nova versão revisada. Com base em revisão bibliográfica mostrou-se a vida útil de uma obra de arte especial, pela relação entre atividades de manutenção e a degradação temporal da obra em questão, simulou-se também uma situação hipotética de aumento da vida útil com atividades de manutenção. Finalmente, foram mostrados casos de dificuldades de acesso em inspeções realizadas e apresentadas algumas alternativas para facilitar os trabalhos de inspeção e manutenção.

## 2 Breve descrição de alguns aspectos da atual norma de inspeção em pontes, viadutos e passarelas de concreto

O novo texto da NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) proporciona uma "padronização" quanto à identificação e avaliação dos elementos constituintes das OAE's. Fornece parâmetros destinados à sua classificação quanto ao estado de conservação e proporciona subsídios para priorizar ações com o objetivo de manutenção e intervenção das obras quanto à gravidade dos problemas observados.

Na sua especificação técnica os elementos pertencentes às pontes e viadutos são identificados em função do nível de importância em relação à segurança estrutural. Nesse aspecto, são designados como elementos principais os elementos que, caso ocorra um dano, podem ocasionar o colapso parcial ou total da obra. Em seguida, vêm os elementos secundários que, por sua vez, são aqueles que podem ocasionar a ruptura em apenas uma parte de um vão e, por fim, os elementos complementares sendo aqueles cujos danos não ocasionarão nenhum comprometimento estrutural.

Essa norma apresenta quatro tipos de inspeções, sendo elas: cadastral, rotineira, especial e extraordinária, essa última foi acrescentada nessa versão de 2016.

Segundo a NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) as inspeções cadastrais possuem a finalidade de montar um registro da estrutura, sendo a primeira a ser realizada, devendo ser efetuada imediatamente após a conclusão da obra ou quando há uma alteração na configuração da mesma, como reforço estrutural, alargamento e acréscimo da estrutura e mudanças no sistema estrutural.

As inspeções rotineiras são atividades que visam acompanhar o estado de conservação e detectar eventuais anomalias existentes ou que venham a surgir, elas são realizadas com ou sem utilização de equipamentos especiais para análise ou acesso, sendo realizadas à distância, a partir do terreno, do nível d'água ou sobre o tabuleiro, devendo ser realizada num prazo não superior a um ano.

Nas inspeções rotineiras, deve ser verificada a evolução de anomalias já observadas em inspeções anteriores, bem como novas ocorrências, reparos ou recuperações já efetuadas, dando subsídios em tempo hábil ao planejamento dos trabalhos de inspeções especiais, cuja função é diagnosticar de maneira precisa as patologias existentes apresentando os tipos de terapias que as atividades de manutenção devem realizar.

Conforme já mencionado anteriormente, as inspeções especiais são realizadas com base nas inspeções rotineiras devendo ter uma periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada para até oito anos, desde que se enquadre economicamente em obras com intervenções de longo prazo, conforme nota de classificação apresentada na NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) e em obras que seja possível o acesso a todos os seus elementos constituintes, vistoriados durante as inspeções rotineiras.

Em determinados casos as inspeções especiais devem ser antecipadas quando a inspeção anterior indicar uma classificação de intervenção de curto prazo em relação aos parâmetros de desempenho estrutural e de durabilidade, e também quando forem previstas adequações de grande porte, como alargamentos, prolongamentos, reforços e elevação de classe portante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

As inspeções especiais requerem meios e equipamentos que permitam a aproximação aos locais, áreas e pontos inspecionados da estrutura, podendo ser, por exemplo: escadas telescópicas; andaimes tubulares; caminhões com plataforma; caminhões dotados de dispositivos hidráulicos especiais; treliças móveis; guindastes, dispositivos de segurança do trabalho instalados sob os tabuleiros, como redes tensionadas para inspeção, etc.

Em muitos países, inclusive no Brasil, estão sendo utilizados "*DRONES*", que são veículos aéreos não tripulados controlados a distância por meios eletrônicos e computacionais, para auxiliar nos trabalhos de inspeção e monitoramento das estruturas de pontes e viadutos. Ressalta-se que, mesmo com o uso dessa tecnologia, não é dispensável o acompanhamento de profissionais habilitados para realização dos trabalhos de inspeção (ARAUJO, 2014).

Atualmente, o Japão utiliza sistemas de inspeção que podem ser empregados na investigação de superfícies de concreto, com uso de câmeras de alta resolução com infravermelho integrada a softwares. Esses sistemas são capazes de captar imagens a longas distâncias e com alta definição, podendo-se analisar fissuras com aberturas mínimas de até 0,1 mm, rastrear mudanças no comportamento dessas fissuras e avaliar regiões em que o concreto apresenta patologias.

As inspeções extraordinárias estão associadas às necessidades não programadas, por ocorrência de impactos de veículos, trem ou embarcações nas obras, ocorrências de eventos da natureza, como inundações, vendaval, sismos e outros, e quando é necessário avaliar mais criteriosamente um elemento ou parte da obra de arte especial.

Na NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), são considerados os parâmetros estruturais, de durabilidade e de funcionalidade quanto à avaliação das OAEs, de modo que, para cada parâmetro analisado, são atribuídas notas de classificação, sendo elas: crítica (1), ruim (2), regular (3), boa (4) e excelente (5), o que permite uma visão qualitativa e quantitativa do estado de conservação, que reflete o quão grave podem ser os problemas detectados. A revisão anterior dessa norma, datada de 2012, não apresentava tão detalhadamente essa classificação (NBR 9452 da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Esses parâmetros de notas de classificação eram apresentados somente em especificações técnicas ou manuais de inspeção de órgãos governamentais reguladores de transportes, como a ARTESP e o DNIT (AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007; DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2004).

Além dessa melhoria sob os aspectos de classificação, essa norma fornece roteiros e modelos de fichas de inspeções bem elaborados e detalhados e, também, desenhos esquemáticos com indicações da nomenclatura dos elementos das obras, facilitando a compreensão da equipe técnica para a identificação da tipologia das obras e dos elementos inspecionados e avaliações quanto às condições de conservação em que se encontram.

Outro aspecto importante que deve ser mencionado é a apresentação de um fluxograma de gerenciamento de Obras de Arte Especiais, que mostra a sequência das inspeções cadastrais, rotineiras, especiais e extraordinárias nas obras de arte, com as respectivas ações de intervenção quando necessárias.

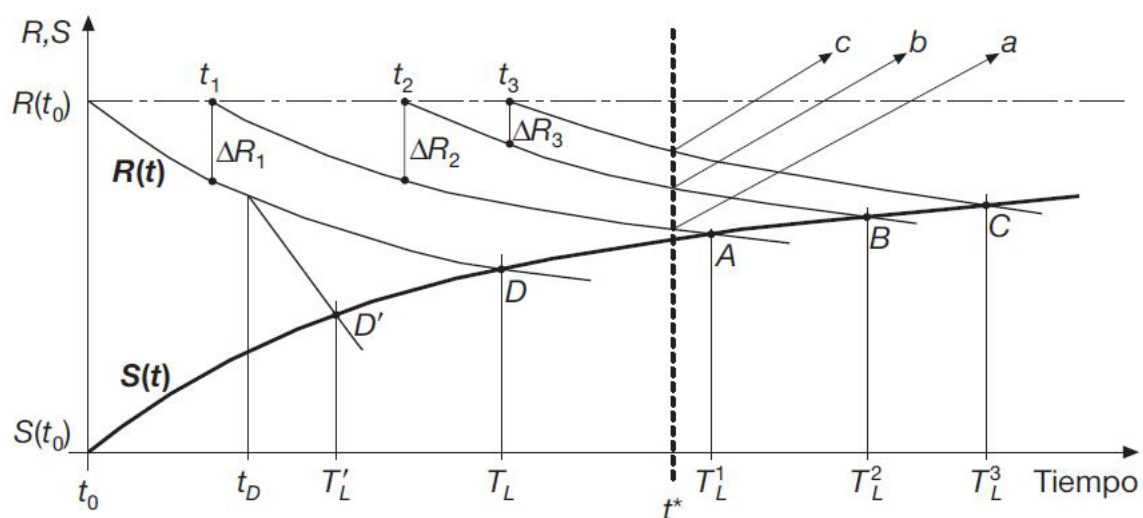
### 3 A importância das manutenções na melhoria da vida útil das obras de arte especiais

As manutenções em obras de arte especiais são trabalhos destinados à preservação do patrimônio, visando manter e prolongar os aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade das obras, retardando as anomalias que venham a surgir e tratando as que se desenvolvem ao longo da vida útil das estruturas.

A garantia de maior vida útil, com satisfatório desempenho funcional e estrutural, depende basicamente de uma adequada manutenção ao longo do tempo. Essa manutenção, tanto preventiva como corretiva, deverá fazer parte de um processo amplo de gestão das rodovias com suas respectivas obras de arte, compreendendo vistorias periódicas que visem identificar as falhas estruturais porventura existentes, diagnosticando-as e, em seguida, definindo as ações de recuperação, caso necessário (VITÓRIO, 2002).

Na **Figura 1**, é apresentado um gráfico que representa as atividades de manutenção em relação à vida útil da estrutura. O eixo da abscissa indica o tempo desde o início da construção ( $t_0$ ) até a vida útil prolongada da estrutura, promovida por intervenções benéficas realizadas ao longo do tempo ( $T_L^3$ ). O eixo da ordenada indica a capacidade resistente, sob os aspectos de durabilidade, segurança e resistência ( $R$ ), e as solicitações ( $S$ ), são as ações atuantes na estrutura.

A partir do tempo ( $t_0$ ) a curva  $R(t)$  apresenta o comportamento referente à perda de capacidade resistente da estrutura com o passar dos anos e a curva  $S(t)$  as solicitações aplicadas na estrutura ao longo do tempo (ESPAÑA, 2011).



**Figura 1 – Gráficos representando as Atividades de manutenção pelo Prolongamento do tempo de vida útil da estrutura.**

Fonte: Espanha (2011).

O ponto (D) representa o tempo de vida útil da estrutura sem que tenham sido realizadas atividades de manutenção durante todo o período de vida útil da obra. Nota-se que a curva  $S(t)$  é crescente, devido ao acréscimo das solicitações, como o aumento do tráfego de veículos e incrementos de carga devido a atividades realizadas sobre o tabuleiro das OAE's (recapeamentos do pavimento sem a remoção dos pavimentos degradados, etc.). A curva  $R(t)$  é decrescente, indicando a perda de capacidade resistente da estrutura com o passar dos anos, devido à degradação da estrutura por ações do meio ambiente e por ausência de manutenções adequadas (ESPAÑA, 2011).

O ponto (D') indica uma situação indesejada, em que o tempo de vida útil da estrutura não é atingido, por falta de manutenção associada a perda de capacidade resistente prematura da estrutura com a degradações dos elementos estruturais.

Os pontos A, B e C indicam os limites em que a obra apresenta segurança estrutural [momento em que as curvas  $R(t)$  e  $S(t)$  se interceptam]. Observa-se que nos três casos o tempo de vida da estrutura foi prolongado, devido às intervenções realizadas pelas manutenções, em  $\Delta R1$ ;  $\Delta R2$  e  $\Delta R3$  (ESPAÑA, 2011).

Verifica-se, no gráfico mostrado na **Figura 1**, que as intervenções realizadas pelas atividades de manutenção ( $\Delta R1$ ;  $\Delta R2$  e  $\Delta R3$ ) contribuem para um maior tempo de vida útil da estrutura ( $T_L^1$ ;  $T_L^2$ ; e  $T_L^3$ ), se comparado com a mesma estrutura sem a realização das atividades de manutenção  $T_L$  (ESPAÑA, 2011).

No intuito de exemplificar o gráfico mostrado na **Figura 1**, imaginemos a situação de uma ponte que será submetida a diversos tipos de manutenção ao longo de sua vida útil. A **Figura 2** mostra a situação de vida útil da estrutura sem a realização de atividades de manutenção. A intersecção das curvas  $R$  e  $S$ , no ponto  $D$  é o momento em que a vida útil é atingida no tempo  $t_f$ .

Na **Figura 3**, é representada uma manutenção  $R1$ , decorrente de pintura dos elementos estruturais da ponte e pequenos reparos nas barreiras rígidas e passeios. Com a aplicação de pintura adequada, reduz-se o tempo de carbonatação do cobrimento de concreto das armaduras, prolongando o tempo de vida útil da estrutura em  $t_1$ .

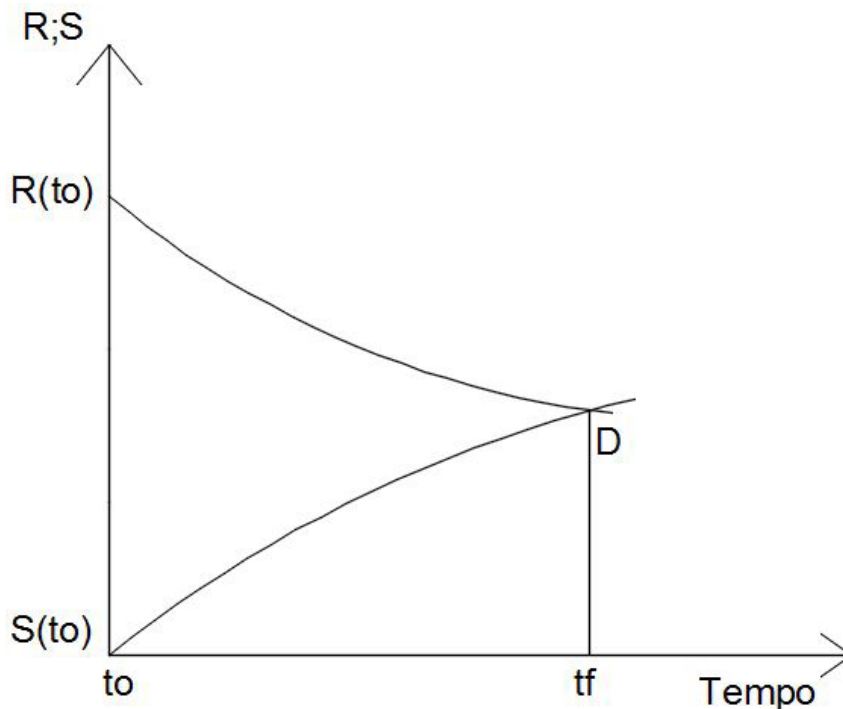


Figura 2 – Comportamento da estrutura sem ações de intervenção.

Fonte: elaboração própria.



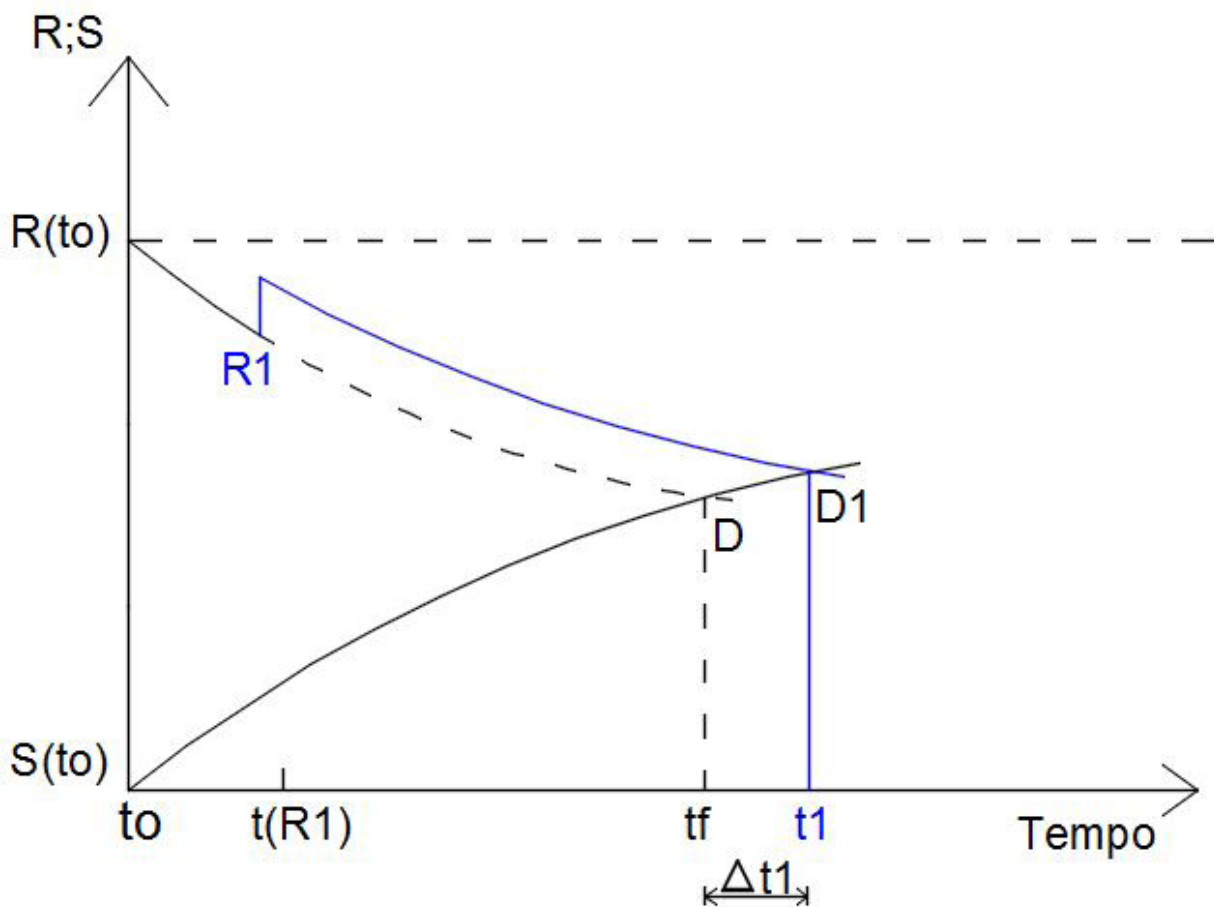


Figura 3 – Comportamento da estrutura com intervenções de manutenção por meio de pintura (R1), e o respectivo prolongamento da vida útil.

Fonte: elaboração própria.

Em continuidade aos trabalhos de manutenção apresentados na **Figura 3**, a intervenção R2 representada na **Figura 4**, indica ações de tratamento de corrosão inicial em armaduras das vigas longitudinais da superestrutura e melhoria do sistema de drenagem. Essa corrosão era provocada pela drenagem inadequada da tubulação de captação de águas pluviais da região dos passeios que despejavam as águas nas laterais das vigas, provocando a aceleração do processo de corrosão das armaduras. Com esta intervenção, houve um prolongamento da vida útil da estrutura em  $t2$  ( $\Delta T1 + \Delta T2$ ).

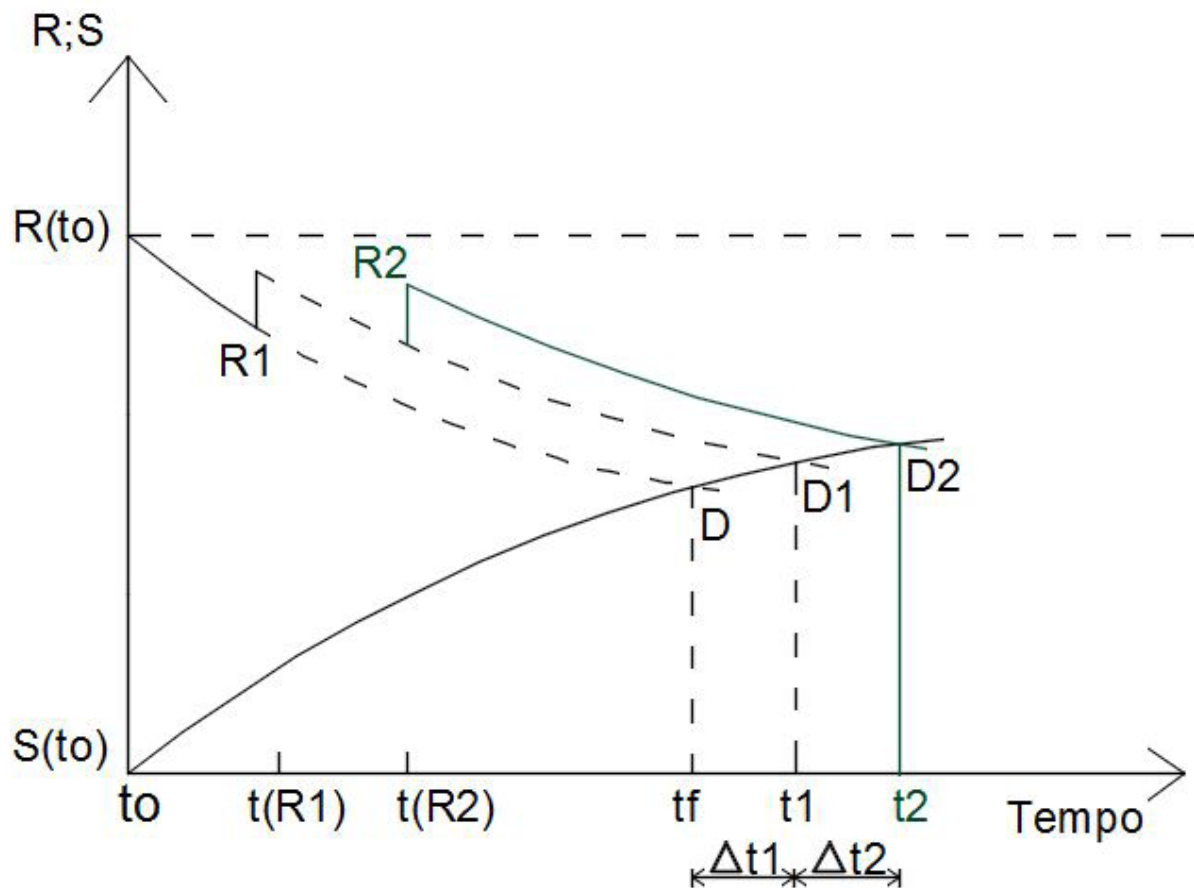


Figura 4 – Comportamento da estrutura com intervenções de manutenção por meio de pintura (R1), tratamento de corrosão e melhoria do sistema de drenagem (R2).  
 Fonte: elaboração própria.

A Figura 5 mostra a intervenção R3 correspondente a um reforço estrutural, por exemplo: uma protensão externa, a fim de solucionar problemas de vibrações excessivas da superestrutura com o aumento do tráfego de veículos de carga pesada sobre a ponte.

Com a utilização de reforço estrutural, a ponte passou a ter um tempo de vida útil de  $t_3 = (T_1 + T_2 + T_3)$ .

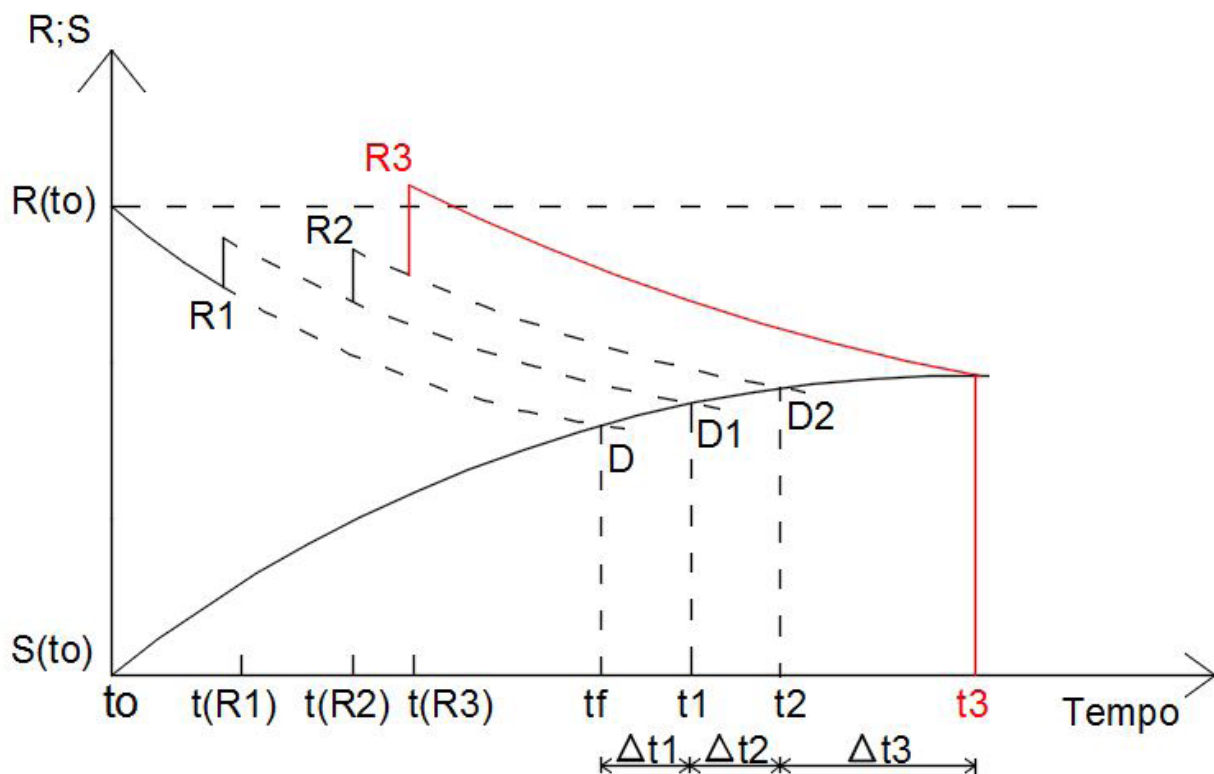


Figura 5 – Comportamento da estrutura com intervenções de manutenção por meio de pintura (R1), tratamento de corrosão e melhoria do sistema de drenagem (R2) e reforço estrutural por meio de protensão externa (R3).

Fonte: elaboração própria.

Como podem ser observadas nos gráficos, as manutenções proporcionam um aumento na vida útil das estruturas e, para que sejam eficazes e viáveis sob os aspectos financeiros, estruturais, funcionais e de durabilidade, é necessária uma gestão de atividades de inspeção e manutenção com procedimentos de inspeções sistemáticas, previstos por toda a vida útil da estrutura, com início a partir da sua fase de construção, identificando o real estado das obras, analisando e diagnosticando as suas condições, de modo que se planeje e priorize as intervenções efetivamente necessárias permitindo a elaboração orçamentos realistas.

## 4 As principais dificuldades de acesso às regiões inspecionadas

Normalmente as inspeções especiais realizadas em viadutos e pontes que não permitem acesso pela região inferior do tabuleiro (existência de rios, vales, grandes avenidas, estradas, etc.), são realizadas por meio de caminhões posicionados sobre as obras de arte, providos de dispositivos mecânicos articulados e com cestos que permitem a aproximação do profissional ao local inspecionado (Figuras 6 e 7), ou por instalação provisória de passarelas com a utilização de andaimes nestas regiões (Figuras 8 e 9).



Figura 6 – Inspeção realizada em ponte com auxílio de caminhão com dispositivo mecânico articulado – Interdição de uma faixa de rolamento para posicionamento do caminhão.

Fonte: elaboração própria.



Figura 7 – Inspeção realizada pela equipe do IPT na região inferior do tabuleiro da ponte, realizada com o auxílio de caminhão provido de dispositivo mecânico articulado e com cesto.  
Fonte: elaboração própria.



Figura 8 – Sistema de plataforma provisório para realização de atividades de manutenção.  
Fonte: elaboração própria.



**Figura 7 – Inspeção realizada pela equipe do IPT na região inferior do tabuleiro da ponte, realizada com o auxílio de caminhão provido de dispositivo mecânico articulado e com cesto.**

**Fonte: elaboração própria.**

Na maioria das OAE's existentes no Brasil, os trabalhos de inspeções são prejudicados devido às dificuldades de acesso às regiões a serem inspecionadas, por impossibilidade da utilização de caminhões para inspeção, pois esses interditam faixas de rolamento ou pela dificuldade dos acessos aos locais necessários para realização das vistorias. Atualmente, existe uma carência de conceitos em projetos estruturais que contemplem dispositivos auxiliares instalados nas estruturas, como plataformas permanentes para inspeção e manutenção.

Este tipo de solução é mais indicado para locais que não interfiram na malha viária dos centros urbanos e obras com gabaritos altos, que permitam a livre movimentação de veículos e embarcações sob a Obra de Arte.

Na Ponte Pênsil em São Vicente – SP, antes das reformas e recuperação estrutural realizada em toda a obra, existia uma plataforma móvel instalada sob o tabuleiro, que permitia os trabalhos de inspeção e manutenção ao longo de toda sua extensão. As imagens das Figuras 10 e 11 são datadas do ano de 2010, período anterior à fase de reforma e recuperação da ponte.

Esse sistema com plataforma móvel de manutenção instalada sob as obras de arte é muito eficaz, pois além de possibilitar as inspeções próximas aos encontros, é possível inspecionar todos os elementos estruturais e possibilitar os trabalhos de manutenções periódicas de pintura e tratamento contra corrosão dos elementos estruturais metálicos.



Figura 10 – Ponte Pênsil localizada na cidade de São Vicente – SP.  
Fonte: elaboração própria.

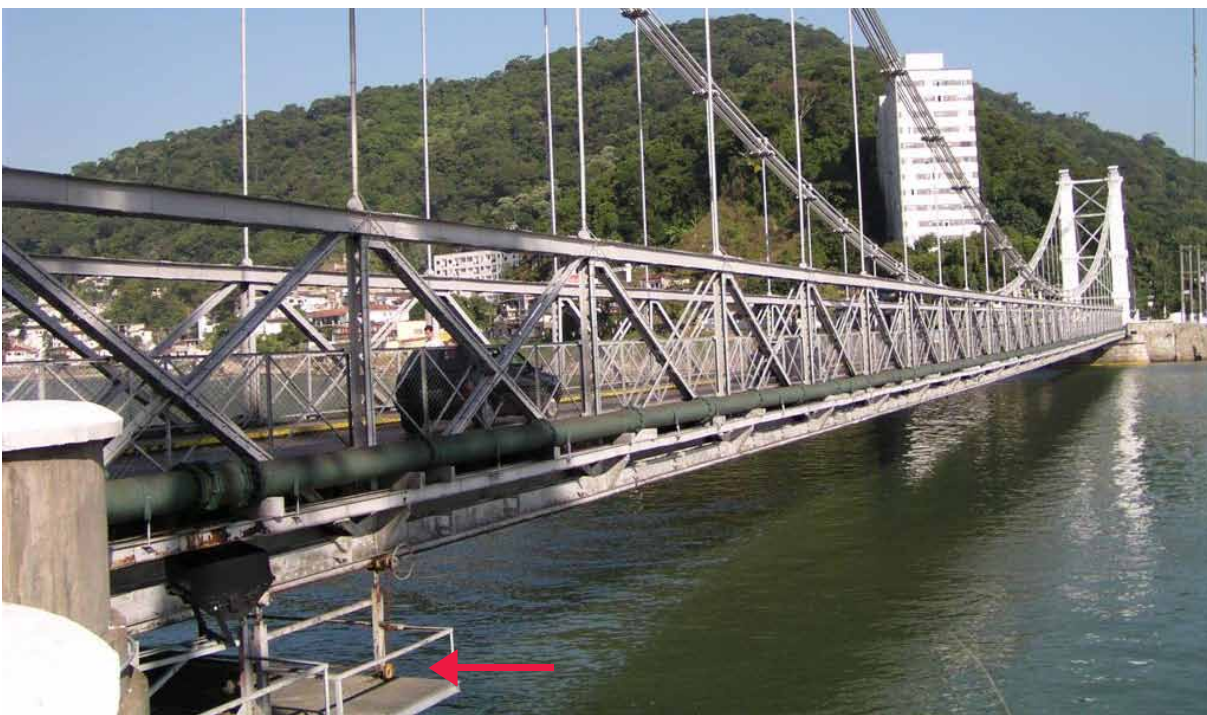


Figura 11 – Outra vista da ponte. A seta indica a plataforma móvel para inspeção e manutenção, instalada sob a ponte.  
Fonte: elaboração própria.

Um exemplo de plataforma fixa existente no Brasil, para inspeção, manutenção e monitoramento da estrutura está localizada sob o viaduto VA 19 da Rodovia dos Imigrantes em Cubatão – SP (**Figura 12**).



**Figura 12** – Plataforma metálica instalada sob o viaduto VA 19 da Rodovia dos Imigrantes em Cubatão – SP, utilizada pela Seção de Engenharia de Estruturas do IPT para os trabalhos de inspeção.  
Fonte: elaboração própria.



Outro exemplo de ponte metálica que possui plataforma móvel de inspeção e manutenção permanente é a Ponte Minami Bisan-Seto, localizada na rodovia Seto-Chuo no Japão. Sua tipologia estrutural é pênsil, construída em 1988, com 1723 m de comprimento e vão central de aproximadamente 1100 m, destinada ao tráfego de veículos rodoviários e ferroviários.

As **Figuras 13 e 14** mostram as imagens da ponte e da plataforma de manutenção fixada em trilhos instalados nas laterais da ponte.



**Figura 13 – Ponte Minami Bisan-Seto.**

Fonte: elaboração própria.



Figura 14 – Vista do acesso à plataforma móvel, mostrada na Figura 13.  
Fonte: elaboração própria.

As **Figuras 15 e 16** mostram outros exemplos de pontes no Japão, com plataformas metálicas fixadas nas regiões de juntas de dilatação. Nota-se a presença destas plataformas de inspeção e manutenção em todas as juntas deste sistema viário, o que representa a preocupação deste país na manutenção de suas OAE's.



Figura 15 – Plataformas fixas para inspeção e manutenção de sistema viário no Japão. As setas indicam os locais onde estão instaladas as plataformas.

Fonte: elaboração própria.



Figura 16 – Detalhe da plataforma instalada na região de junta, indicada na seta 1 da Figura 15. Note-se que as plataformas estão instaladas em ambos os lados.  
Fonte: elaboração própria.

Uma situação semelhante à anterior, neste caso no Brasil, as Figuras 17 e 18 mostram duas vias importantes, onde a superestrutura dos viadutos encontra-se em alturas de cerca de 60 m, e não é prevista a utilização de plataformas auxiliares para inspeção e monitoramento das juntas. Neste caso, para possibilitar os trabalhos de inspeção, deve ser recorrido o uso de caminhões com cestos, os quais necessitam de interdição de faixas de rolamento, elaboração de plano para execução da atividade, gastos com despesas de recursos de aluguel de veículos e conseqüentemente aumento no tempo de execução dos trabalhos.



Figura 17 – Viaduto com altura de aproximadamente de 60 metros. A seta indica o local da junta de dilatação, mostrando a inexistência de plataforma para inspeção e manutenção.

Fonte: elaboração própria.



**Figura 18 – Outra vista do viaduto mostrado na Figura 17.**

**Fonte: elaboração própria.**

A utilização de sistemas auxiliares fixados nas estruturas (Figuras 12 a 16), para realização de trabalhos de inspeção e manutenção, possibilitam a atuação frequente dos profissionais ao local inspecionado e antecipam ações de manutenção, reduzindo a possibilidade de degradação da estrutura e conseqüentemente os custos de manutenção com a detecção precoce de eventuais anomalias que venham a prejudicar o bom funcionamento da obra. Cabe salientar que em regiões de centros urbanos, tal solução às vezes não é possível e também não são bem vistas sob os aspectos arquitetônicos, porém em regiões não urbanizadas é uma solução eficiente e eficaz em termos de inspeção e manutenção.

## 5 Conclusões

Este trabalho apresentou os aspectos da nova versão da ABNT NBR 9452 e a importância das atividades de inspeções nas pontes e viadutos, que permitiu concluir, dentre outros aspectos, que a verificação das condições estruturais, funcionais e de durabilidade das superestruturas das OAE's dão subsídios ao planejamento dos trabalhos de manutenção.

O novo texto da NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) padroniza e facilita a identificação e avaliação do estado de conservação das obras de arte especiais (OAEs), por meio de parâmetros de classificação do estado de conservação quanto à gravidade dos problemas observados.

Com a realização de inspeções periódicas, conforme estabelecido nas recomendações da NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), é possível detectar em tempo hábil, as anomalias que venham a surgir ou que estão em desenvolvimento, direcionando-as para os trabalhos de inspeções especiais e extraordinárias, os quais indicam as respectivas intervenções a serem realizadas nas atividades de manutenção, reduzindo-se custos de recuperação ou reforço estrutural.

Para possibilitar os trabalhos de inspeções, é necessário que haja condições para verificações visuais dos locais a serem inspecionados, principalmente em regiões de grande importância funcional e estrutural, como juntas de dilatação e aparelhos de apoio, muitas vezes localizados em regiões de difícil acesso, não permitindo a visualização e constatação de eventuais anomalias.

Existe uma carência no Brasil de conceitos em projetos estruturais que contemplem dispositivos auxiliares instalados nas estruturas, como por exemplo, plataformas para inspeção e manutenção, principalmente nas regiões de juntas de dilatação e nos apoios das superestruturas.

Quando essas inspeções não são realizadas periódica e adequadamente, as patologias existentes nas OAE's podem se desenvolver e provocar danos estruturais e funcionais, colocando em risco a segurança estrutural, as pessoas e os veículos que transitam sobre ou sob elas.

Apesar do incentivo a cultura de inspeção em pontes e viadutos, com as melhorias apresentadas na versão atual da NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), ainda há muito a ser feito em relação a um programa de gestão das obras de arte especiais no Brasil, com procedimentos sistemáticos de inspeções ao longo de toda a vida útil da estrutura, de modo que as atividades de manutenção sejam eficazes e viáveis sob os aspectos financeiros, estruturais, funcionais e de durabilidade.

Portanto, a ausência de um plano de inspeção periódico, agravado pela falta de manutenção, acarreta em acidentes e, conseqüentemente, na necessidade da investigação pericial, além de todo um prejuízo econômico e social decorrente da proporcção do acidente.

## 6 Referências

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Controle das Obras de Arte Especiais** (ET-00.000.000-0-C21 / 002). São Paulo: ARTESP, 2007.

ARAUJO, C. J. R. V. Soluções inovadoras: vistoriando Obras de Arte Especiais. **Notícias da Construção**. SindusCon, São Paulo, v. 11, n. 138, p. 60-62, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações: Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projetos de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**: Vistorias de pontes e viadutos de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**: Vistorias de pontes, viadutos e passarelas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 48 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido** - Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2004. 18 p.

ESPAÑA. Ministerio de Fomento. **EHE-08**: Instrucción de Hormigon Estructural. 5. ed. Madrid: Centro de Publicações, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo: IBAPE, 2012.

VITÓRIO, J. A. P. **Pontes rodoviárias**: fundamentos, conservação e gestão. Recife: CREA-PE, 2002.