

Inspeção visual da ponte Joaquim Aires Porto Nacional (TO)

As pontes são consideradas obras de artes especiais, construídas desde a antiguidade com o objetivo de transpor obstáculos de um lado para outro sem interromper um outro percurso, seja de água ou via, as mesmas têm um tempo de vida útil estimado, que podem ser aumentados ou diminuídos de acordo com diversos fatores, como por exemplo, agentes químicos, físicos e biológicos, que fazem com que surjam as patologias. Em geral, estes tipos de estruturas são suscetíveis ao aparecimento de patologias ao longo de sua vida útil. Objetiva-se com este estudo a análise das manifestações patológicas em concreto armado usando pesquisas na literatura e inspeção visual, da ponte situada no setor Umuarama, na avenida Joaquim Aires em Porto Nacional – TO, e no final dar um parecer teórico sobre a qualidade e situação dela. As inspeções seguiram as diretrizes da NBR 9452 (2019) e o manual de inspeção de Pontes Rodoviárias (DNIT – 2004). Conclui-se que a estrutura tem uma condição regular, levando em consideração as diretrizes de classificação de condição de obras de artes especiais da NBR 9452 (2019), sendo atribuída a ela uma nota 3, o que torna necessário uma inspeção especial, que apresente mais detalhes e verifica de forma mais profunda a ponte.

Palavras-chave: Inspeção; Pontes; Concreto Armado.

Visual inspection Joaquim Aires Porto Nacional Bridge (TO)

Bridges are considered special works of art, built since antiquity with the objective of crossing obstacles from one side to another without interrupting another route, whether it's water or road, they have an estimated lifespan, which can be increased or decreased according to several factors, such as chemical, physical and biological agents, which cause pathologies to appear. In general, these types of structures are susceptible to the appearance of pathologies throughout their useful life. The objective of this study is to analyze the pathological manifestations in reinforced concrete using research in the literature and visual inspection, of the bridge located in the Umuarama sector, on Avenida Joaquim Aires in Porto Nacional - TO, and at the end to give a theoretical opinion on the quality and situation of the same. The inspections followed the guidelines of NBR 9452 (2019) and the Highway Bridge inspection manual (DNIT – 2004). It is concluded that the structure has a regular condition, taking into account the guidelines for classification of special works of arts condition of NBR 9452 (2019), being assigned a grade of 3, which makes a special inspection necessary, which presents more details and further checks the bridge

Keywords: Inspection; Bridges; Reinforced Concrete.

Topic: **Engenharia Civil**

Received: **15/08/2021**

Approved: **23/11/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Douglas Freitas Augusto dos Santos
Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6181125172616043>
eng.prof.santos@gmail.com

Brendel Wilker Fialho Gomes
Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6242451412487112>
brendelbr10@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2021.003.0001

Referencing this:

SANTOS, D. F. A.; GOMES, B. W. F.. Inspeção visual da ponte Joaquim Aires Porto Nacional (TO). **Engineering Sciences**, v.9, n.3, p.1-11, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.003.0001>

INTRODUÇÃO

As pontes são obras de artes especiais que surgiram desde a antiguidade, as primeiras pontes foram notadas por questões naturais com queda de troncos entre margens de rios, fazendo assim que pudesse ocorrer a travessia de um lado para o outro em um curso de água. Com o passar do tempo as técnicas de construção de pontes e os materiais foram passando por evoluções, além de ser aprofundados os conhecimentos dos profissionais responsáveis por essas obras de arte.

Essas obras com o passar do tempo sofrem com ações, físicas, químicas e ambientais, chamadas de patologias. Segundo Molin et. al (2016), a vida útil dessas estruturas é de 50 anos para as estruturas de concreto armado, mas esse período depende bastante do modo de uso, de manutenções, e até mesmo o ambiente em que a ponte está inserida, pois ela pode sofrer com as patologias, diminuindo assim a seu tempo de uso. As inspeções são uma forma de manter a qualidade dessas obras de arte durante a sua vida útil, essas, são descritas no manual de inspeção do DNIT (2004), para acompanhamento das obras de arte.

Desse modo, este trabalho tende a identificar as patologias que estão se manifestando na ponte da avenida Joaquim Aires, setor Umuarama em Porto Nacional - TO, tendo como análise a inspeção visual, seguindo as diretrizes da ABNT (2019) e o manual de inspeção de Pontes Rodoviárias DNIT (2004).

DISCUSSÃO TEÓRICA

Durante todo o período de vida útil das obras de arte, é necessário que se tenha um acompanhamento delas, realizando reparos, manutenções e inspeções, essas afins de verificar e garantir a qualidade da estrutura e o também evitar o aparecimento de manifestações patológicas.

Para isso é necessário que seja realizado durante o seu período de utilização as inspeções; estas verificações são baseadas em visitas técnicas, análise visual e coleta de informações com as características que mostrem ao longo da sua vida útil.

Tipos de inspeções realizadas em Obras de Arte Especial (OAE)

Para a verificação, manutenção e para que mantenha a qualidade de uso das obras de artes em relação a sua funcionalidade e durabilidade, é feito as inspeções. Cada tipo de inspeção a seguir é realizada conforme parâmetros específicos a fim de cadastrar e fazer o acompanhamento das mesmas durante o período da sua vida útil, e em caso de problemas nas estruturas fazer os reparos e manutenções necessárias.

Inspeção Cadastral

A inspeção cadastral é a primeira a ser feita na obra e deve ser realizada logo após da conclusão dela ou quando for inserida no conjunto viário, também é feita quando a alguma alteração sensível na estrutura da obra como alargamentos, acréscimos de comprimentos, reforços, mudanças no sistema estrutural. A inspeção cadastral é amplamente documentada, constando os dados da inspeção, e o projeto completo e todos os informes construtivos disponíveis (DNIT, 2004; ABNT, 2019).

Inspeção Rotineira

É uma inspeção programada, com intervalos de até dois anos com o intuito de verificar e coletar observações para identificar qualquer anomalia que possa estar surgindo ou qualquer alteração não analisada na inspeção cadastral ou inspeção rotineira anterior (DNIT,2004).

Para a ABNT (2019) a inspeção não pode passar de um prazo superior a um ano para ser realizada, e devem ser observadas evoluções de anomalias já verificadas em inspeções anteriores, bem como novas que possam ter surgido no intervalo de uma visita e outra, além de reparos ou recuperações feitas (ABNT, 2019).

Inspeção Especial

Segundo a ABNT (2019) item 4, subitem 4.3, a inspeção especial deve ter uma frequência de até cinco anos, podendo ser adiada por até 8 anos, desde que atenda a requisitos exigidos no subitem 4.3. A perícia deve conter e descrever mapeamento gráfico e quantitativo dos problemas encontrados na OAE, com a intenção de fazer o diagnóstico e prognóstico da estrutura.

Já para o DNIT (2004), a inspeção especial deverá ser feita em até 5 anos sem postergar, em todas as pontes consideradas excepcionais, de acordo com o porte, tipo de estrutura ou pelo problema em que ela se encontra, ou se solicitado em uma inspeção de rotina.

Inspeção extraordinária

A inspeção extraordinária é uma investigação não programada, que deve ser realizada quando ocorre danos ou anomalias causadas pelo meio ambiente ou pelo homem, deve ser realizada por uma equipe especial e preparada, para poder avaliar a situação, e caso necessário limitar o tráfego de cargas, ou mesmo paralisar e reestabelecer o tráfego, assim como podem solicitar uma inspeção especial (DNIT, 2004).

Inspeção Intermediária

Esta Inspeção apenas é especificada no manual de inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT (2004), que indica uma necessidade de se realizar uma inspeção a fim de monitorar uma suspeita ou já detectada anomalia em uma OAE em um ponto específico de forma cuidadosa. Esta é, portanto, realizada mais frequentemente em tipos novos de estruturas ou um novo detalhe acrescentado à estrutura, porém ainda não testado anteriormente, que podem se encontrar mais susceptíveis a problemas em sua composição ou no conjunto como um todo que trabalhe junto com este detalhe. Outras normas até relatam de forma sucinta sobre o assunto, porém, não enfatizam tal inspeção.

Classificação de Obras de Arte Especial (OAE)

As obras de arte devem ser classificadas segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, de acordo com a gravidade dos problemas detectados durante a inspeção, respeitando as

Normas Técnicas aplicáveis e a boa prática da engenharia. A classificação estabelecida segundo as normativas da ABNT (2019).

Parâmetros Estruturais

Os parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural da obra de arte, ou seja, referentes à sua estabilidade e capacidade portante, sob o critério de seus estados de limites último e de serviço, recomendados pelas normas técnicas nacionais aplicáveis a cada caso. Sob o ponto de vista de prioridades de ações de recuperação, é frequente estes parâmetros serem o objeto de maior atenção, notadamente quando a obra apresenta sintomatologia já visualmente detectável de desempenho estruturalmente anômalo.

Parâmetros Funcionais

Para que um aponte atenda todos os objetivos para qual foi construída, é preciso que ela tenha todos os requisitos geométricos, como: visibilidade, declividade, gabaritos verticais e horizontais. Os parâmetros funcionais são aqueles relacionados diretamente ao fim da obra, e devem levar em consideração o conforto e a segurança do usuário, considerando, por exemplo, a integridade dos guarda corpos, existência de depressões ou buracos na pista de rolamento e sinalização.

Parâmetros de Durabilidade

Estes parâmetros estão vinculados à resistência da estrutura frente a ataques de agentes ambientais agressivos. Exemplificam-se como anomalias associadas à durabilidade, ausência de cobrimento de armadura, corrosão, fissuração excessiva, danos ao tratamento superficial (pintura, galvanização etc.) e erosões nos taludes de encontros. A relevância dos problemas de durabilidade deve ser avaliada em conjunto com a agressividade do meio em que se situam, com o objetivo de inferir a velocidade de deterioração a eles associados.

Notas de Classificação

As obras de arte são classificadas segundo uma nota de avaliação, que vai de 1 a 5, estas, relacionadas à sua condição, segue a classificação a seguir de acordo com a ABNT (2019), (5) excelente, (4) boa, (3) regular (2) ruim ou 1 (crítica). Deve seguir de acordo com a tabela 1.

METODOLOGIA

O trabalho trata-se de um estudo qualitativo, tendo como orientação os critérios baseados em recomendações e normativas, são elas, a ABNT (2019) e o manual de inspeções rodoviárias do DNIT (2004). Verificou-se problemas em fase inicial na OAE durante a realização de uma inspeção visual realizada em 17 de outubro de 2021, na ponte situada na avenida Joaquim Aires, setor Umuarama da cidade de Porto Nacional – TO, esta, ilustrada pelas figuras 1 e 2 a seguir. A ponte possui uma extensão de 34,00 metros

aproximadamente, composta por um sistema estrutural de pontes em vigas, e se enquadra em pontes de vias não navegáveis. Apresenta um trânsito moderado, fazendo a ligação de um setor mais afastado ao centro da cidade, com fluxo de veículos de pequeno e médio porte, além de pedestres.

Tabela 1: Classificação da condição da obra de arte segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

Nota de Classificação	Condição	Caracterização Estrutural	Caracterização Funcional	Caracterização de Durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados	A obra de arte apresenta segurança e conforto aos usuários	A obra de arte está em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas isoladas, sem comprometer a segurança estrutural	A obra de arte apresenta pequenos danos que não chegam a causar perda redução significativa de desempenho, desconforto ou insegurança ao usuário	A obra de arte apresenta pequenas e poucas anomalias que comprometam sua vida útil. Estrutura em região de baixa agressividade ambiental.
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A obra de arte apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A obra de arte apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometam sua vida útil, em regiões de moderada a alta agressividade ambiental ou apresenta moderadas a muitas anomalias, mas a estrutura está em região de baixa agressividade ambiental.
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança da estrutura, porém SEM risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A obra de arte necessita de intervenções significativa a curto prazo	A obra de arte com funcionalidade visivelmente comprometida, com risco de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A obra de arte apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em regiões de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A obra de arte necessita de intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição parcial ou total ao tráfego e escoramento provisório, associada a monitoramento por instrumentalização, ou não.	A obra de arte não apresenta condições funcionais de utilização	A obra de arte encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

Fonte: ABNT (2019).

Para o cadastramento e análise da ponte foi usado como suporte e orientação os modelos de ficha de inspeção rotineira abordados na ABNT (2019) que é dividido em 3 partes diferentes, sendo a parte 1 os dados cadastrais, como, identificação e localização, históricos das inspeções, descrição das intervenções executadas ou em andamento. Na parte 2, registros destas manifestações patológicas, de forma descritiva e por fim, na parte 3 foi determinado a classificação da OAE e os registros fotográficos realizados na inspeção.



Figura 1: Vista frontal da Ponte.

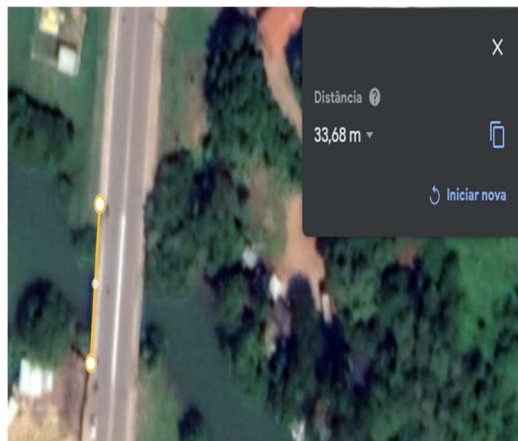


Figura 2: Localização da ponte. Fonte: Google Maps (2020)

RESULTADOS

Durante a inspeção visual realizada e levantamento dos dados históricos da ponte, que se situa na avenida Joaquim Aires setor Umuarama em Porto Nacional – TO, verificou-se que ela apresenta manifestações patológicas em fase inicial e algumas em estado mais avançado, que colocam em comprometimento a estrutura e em consequência a sua vida útil. As informações colocadas na ficha de inspeção e registro de fotografias estão descritas a seguir em tópicos.

Ficha de inspeção Rotineira

Como descrito anteriormente a ficha de inspeção é dividida em 3 partes, sendo a parte 1 composta por dados cadastrais, conforme apresentado na Tabela 2. Nesta tabela pode-se notar que o histórico das inspeções desta ponte não consta, gerando hipóteses de que nunca foi realizado uma inspeção. Entretanto este caso, é típico de pontes muito antigas, em que dados do projeto, cadastrais, registro de inspeções, manutenções, reparos ou reforços dificilmente são encontrados. Fato corroborado por não haver uma plataforma de controle destas OAEs, principalmente no que tange aos municípios, e a mudança de governo e equipe técnica.

Tabela 2: Modelo de ficha de inspeção rotineira parte 1

Nº	Ficha de Inspeção Rotineira	
1	Inspeção Rotineira(ano):2021	Código da obra de arte: 0030303
2	Jurisdição (Órgão, Concessão ou outro): Municipal	Data de Inspeção: 17 DE OUTUBRO
Parte I - Cadastro		
A - Identificação e localização		
3	Via e Município: Setor Umuarama/Porto Nacional	Sentido: Centro
4	Obra: Ponte setor Umuarama/ Av. Joaquim Aires	Localização (km e coordenadas geográficas):
B - Histórico das Inspeções		
5	Inicial: Nada consta	Última Rotineira: Nada consta
6	Especial: Nada consta	
C - Descrição das intervenções executadas ou em andamento		
7	Reparos: Nada consta	Material: Nada consta
8	Alargamentos: Nada consta	
9	Reforços: Nada consta	

Fonte: ABNT (2019).

A Tabela 3 apresenta o registro de manifestações patológicas encontradas nos componentes da

ponte. Dentre os apresentados pode-se verificar problemas na superestrutura, especificamente no tabuleiro, como, problemas de degradação, acúmulo de pontos de umidade devido a ineficiência da drenagem. A longarina apresentou problemas de armadura exposta, fissuração provavelmente ocasionadas por conta da umidade e reação álcali agregado. Os pilares com problemas de lixiviação, ocasionando perda de resistência. Da mesma forma, pode-se encontrar problemas em outros componentes da ponte que foram descritos melhor na tabela 3.

Tabela 3: Modelo de ficha de inspeção rotineira parte 2

Nº	Parte II - Registro de manifestações patológicas
	A - Elementos Estruturais
10	Superestrutura: Longarinas com início de problemas de fissuras, degradação por dilatação térmica na pista de rolamento da estrutura e infiltração, eflorescência.
11	Mesoestrutura: Pilares com problemas de degradação, reação álcali-agregado e lixiviação.
12	Infraestrutura: Não foi possível constatar
13	Aparelhos de Apoio: constatado a presença de neoprene como material de apoio, o mesmo já encontra comprimido por utilização durante a sua vida útil.
14	Juntas de Dilatação: juntas bastante espaçadas, ineficiência das juntas.
15	Encontros:
16	Outros elementos:
	B - Elementos da pista ou funcionais
17	Pavimento: degradação e rebaixamento.
18	Acostamento e Refúgio:
19	Drenagem: ruim, apresentando acúmulo de água nas laterais do tabuleiro.
20	Impermeabilização:
21	Guarda-corpos: guarda corpos já com deformação, inclinados.
22	Barreira de Concreto/ Defesa Metálica:
	C - Outros Elementos
23	Taludes:
24	Iluminação:
25	Sinalização: Não consta
26	Gabarito:
27	Proteção de Pilares:
	D - Informações Complementares
28	
	E - Recomendações de Terapia
29	Necessário limpeza, reparo dos pontos de drenagem, troca ou manutenção dos guarda corpos, manutenção do passeio e pavimentação, manutenção do aparelho de apoio de neoprene, reparo nas bases dos pilares.

Fonte: ABNT (2019).

A parte 3 trata-se do registro fotográfico e a classificação dada pelo inspetor a obra vistoriada, a Tabela 4 se encontra em anexo e suas manifestações patológicas são descritas nos tópicos abaixo. Esta ponte, devido a problemas apresentados a alguns elementos estruturais, obteve classificação igual a 2, sendo considerada pela ABNT (2019), como uma ponte de classificação ruim. A classificação sempre será a menor nota obtida entre os elementos e parâmetros. Diante dessa nota, é necessária uma inspeção mais detalhada, para que possa ser verificado através de ensaios o real grau de degradação que a mesma se encontra, determinar a resistência do concreto, o nível de oxidação das barras de aço, classifica de forma mais detalhada cada componente, etc.

Trincas e Fissuras

De acordo com a ABNT (2014) a fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, isto porque o concreto tem uma grande variabilidade à resistência a tração. Assim mesmo com o

calculado, quando em utilização está sujeito a valores críticos de cargas de tração na estrutura.

Durante a inspeção visual da ponte, foi verificado o aparecimento de trincas e fissuras em algumas partes do tabuleiro da ponte, fissuras essas que podem estar sendo ocasionadas por fatores de cargas e tensões a que está disposta e sendo agravadas por agentes externos e ambientais, , por exemplo a chuva, ocasionando o aumento da umidade na estrutura, as vezes até gerando “poças” em locais onde o asfalto sofre rebaixamento , fazendo com que o concreto perca suas propriedades, altas temperaturas a que a ponte está exposta, que pode gerar o processo de retração do concreto. As Figuras 3 e 4 demonstram as fissuras no tabuleiro ocasionadas por retração.



Figuras 3 e 4: Fissuras e trincas no tabuleiro.

Lixiviação

Analisando os pilares da estrutura, foi observado a perda de cobrimento deles, que estão em contato direto com a água do rio, notando também um constante aumento e diminuição do nível da água, o que ocasiona o carregamento e enfraquecimento do concreto superficial, esse processo é conhecido como lixiviação.

Segundo o manual de inspeções em ponte rodoviárias do DNIT (2004), a lixiviação é caracterizada pelo carregamento e dissolução dos compostos hidratados da pasta de cimento, reduzindo assim o PH do cimento, além de aumentar a porosidade do concreto. Nas figuras 5 e 6, mostram os pilares da ponte em processo de lixiviação.



Figuras 5 e 6: Lixiviação na base do pilar.

Exposição e Corrosão da armadura do passeio

Observou-se trincas ao longo da calçada da ponte, nas quais em alguns pontos houve o processo de retração na parte de cobrimento do concreto e da armadura, fazendo com a armadura da estrutura ficasse exposta e sujeita a outras ações intemperes, como por exemplo a oxidação e consequentemente a corrosão.

O aço da armadura quando exposto sofre a ação de agentes externos como chuva, ar, vapor de água dentre outros, e quando não são tratados levam ao processo de corrosão, que é quando o aço já sofreu com a oxidação e depois de algum tempo passa a corroer, no caso perder massa e consequentemente a resistência. A figura 6 ilustra a armadura da calçada da ponte levemente exposta e já apresentando patologia.



Figura 6: Desagregação e corrosão na estrutura.

Reação álcali-agregado

A reação álcali agregado é uma reação química que acontece internamente no concreto entre os hidróxidos alcalinos e alguns tipos de minerais que também estão na composição dos agregados. Na presença de umidade a reação é capaz de expandir, gera fissuras, deslocamentos e se se não tratados podem levar o comprometimento da estrutura. De acordo com Stanton (1940) em constatações experimentais, a reação é capaz de causar eflorescências brancas, provocar expansão e fissurações. A figura 7 ilustra, o início de uma reação álcali agregado na parte inferior do tabuleiro da ponte.



Figura 7: Reação Álcali Agregado na estrutura.

Eflorescência

Durante a vistoria foi analisado o começo de eflorescência na parte inferior dos tabuleiros, processo esse decorrente inicial do processo de lixiviação, a eflorescência deixa o concreto mais poroso, o que leva a abrir espaço para a decomposição de outros hidratos do concreto, tem aparência esbranquiçada, deixa o concreto mais fraco e suscetível ao processo de corrosão. Na figura 8 ilustra um pouco a eflorescência encontrada.



Figura 8: Eflorescência.

Neoprene comprimido nos aparelhos de apoio

Usado como aparelho de apoio nas pontes, tem como função evitar o contato direto da superestrutura com a infraestrutura durante a movimentação natural da obra de arte, além de diminuir o impacto das cargas e distribuí-las da melhor forma até a dissipação ao solo.

Foi notado o neoprene como aparelho de apoio e que ele se encontra já com um pouco de compressão, possivelmente pelas cargas que recebe durante sua vida útil, e por falta de manutenção necessária para manter sua qualidade e aumento da carga móvel ao longo das décadas. Na figura 9 mostra o material comprimido.



Figura 9: Uso de neoprene como aparelho de apoio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as inspeções visuais feitas na ponte, verificou-se que ela apresenta manifestações patológicas em fase inicial e algumas em evolução, essas, acabam aumentando devido ao fato de não ser

realizada inspeções anteriores que possam sugerir reformas e manutenções na obra de arte. Portanto, as verificações e inspeções são de suma importância, pois é com essas inspeções que é possível evitar e diminuir possíveis problemas na estrutura. Mas não se pode dar informações conclusivas sobre o estado real da ponte, pois ela foi feita apenas uma inspeção visual, para isso seria necessário de acordo com os dados coletados, realizar uma inspeção que fosse mais detalhada e profunda, do tipo especial, fazendo o uso de equipamentos necessários, e que não afetassem a estrutura, assim poderia se ter a real situação da obra de arte. Essas patologias que foram verificadas na inspeção visual, precisam ser tratadas caso não forem, poderão futuramente causar maiores transtornos a ponte, além de manutenções e reparos que serão mais onerosos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7187**. Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido: Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9452**. Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de inspeção de pontes rodoviárias**, 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2004.

MOLIN, D. C. C.; MASUERO, A. B.; ANDRADE, J. J. O.; POSSAN, A.. Contribuição à Previsão da Vida Útil de Estruturas de Concreto. In: KAZMIERCZAK, C. S.; FABRICIO, M. M.. **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Materiais e Sustentabilidade**, São Paulo: ARQUITEC, 2016. p.223-270

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.