

INSPEÇÃO DE PONTES E VIADUTOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

METHODS OF INSPECTION OF BRIDGES AND VIADUCTS IN SÃO PAULO

Teixeira, Y.¹, Bravos, A. D.¹, Caetano, H. B.¹, Lagarinhos, C. A. F.¹

¹Faculdade Estácio de Carapicuíba – ESTÁCIO CARAPICUÍBA - SP
clagarinhos@usp.br

Resumo

As pontes e viadutos, são estruturas essenciais para que rodovias ou até mesmo ferrovias atravessem obstáculos naturais ou artificiais. Por estarem expostas as intempéries e, também, às solicitações estruturais de diversas naturezas e proporções, acabam sofrendo deterioração. Nesta pesquisa foram levantadas as principais patologias nestes tipos de estruturas, assim como os equipamentos e métodos utilizados para a realização da inspeção de pontes e viadutos no estado de São Paulo. As informações disponíveis apontam que as patologias nas estruturas de concreto comprometem sua segurança e durabilidade, podendo ser originários das fases de projeto, construção, uso ou manutenção de uma obra. A fissuração do concreto é a causa mais comum de falha da estrutura e facilitam os agentes agravantes a entrarem na estrutura e acelerarem o processo de degradação. Outro tipo frequente de patologia é a corrosão, causada por umidade ou gases nocivos, gerando tensões de ruptura em volta das barras da armadura. Diversos equipamentos são usados para as inspeções de pontes e viadutos, dentre esses o extensômetro, em particular, é utilizado para verificar as deformações nas estruturas mecânicas e em estruturas de concreto armado, verificando se a estrutura está trabalhando dentro das cargas previstas na elaboração dos projetos. Já em pontes estaiadas, atirantadas ou suspensas, a tecnologia da extensometria é indicada para verificar o tensionamento dos cabos-de-aço que sustentam os vãos das pontes. Atualmente existem várias estruturas que vem apresentando problemas em São Paulo, sendo imprescindível seu monitoramento e manutenção para que se mantenham nas condições para a qual foram projetadas, ou seja, mantendo sua funcionalidade e durabilidade. Por outro lado, existe a necessidade da atualização das normas e manuais, já que tratam da inspeção de forma muito abrangente. Com os acidentes que ocorreram recentemente, a falta de manutenção nas pontes e viadutos vem se tornando evidente, fazendo com que diferentes envolvidos estejam dando maior ênfase nas inspeções e manutenções das mesmas, mesmo que o cenário ainda esteja longe do ideal.

Palavras-Chave: Inspeção; Pontes; Viadutos; Patologia; Obras de Arte Especiais.

Abstract

Bridges and viaducts are essential structures for highways or even railways to cross natural or artificial obstacles. Because they are exposed to weather and, also to structural requests of various natures and proportions, they end up deteriorating. In this research, the main pathologies in these types of structures were identified, as well as the equipment and methods used to perform the inspection of bridges and viaducts in the state of São Paulo. The available information indicates that the pathologies in concrete structures compromise their safety and durability, and may originate from the phases of design, construction, use or maintenance. Cracking of concrete is the most common cause of structure failure and facilitates aggravating agents to enter the structure and accelerate the degradation process. Another frequent type of pathology is corrosion, caused by moisture or harmful gases, generating rupture stresses around the reinforcement bars. Several equipment is used for

inspections of bridges and viaducts, among these the strain gauge, in particular, is used to verify the deformations in mechanical and/or reinforced concrete structures, verifying that it is working within the loads considered in their projects. On the other hand, in cable-stayed, bolted, or suspended bridges, the technology of extensometry is indicated to verify the tension of the steel cables that support the spans of the bridges. Currently there are several structures that have been presenting problems in São Paulo, being indispensable their monitoring and maintenance to maintain their structure in the conditions for which they were designed, that is, maintaining their functionality and durability. On the other hand, there is a need to update the standards and manuals since they deal with the inspection in a very tolerant way. With the accidents that have occurred recently, the lack of maintenance on bridges and viaducts has become more evident, making different of the involved agents to put a greater emphasis on inspections and maintenance of the same, even if the scenario is still far from ideal.

Keywords: *Inspection; Bridges; Viaducts; Pathology; Special Works of Art.*

Introdução

As chamadas obras-de-arte especiais (OAEs) como pontes e viadutos, são estruturas essenciais para que rodovias ou até mesmo ferrovias atravessem obstáculos naturais ou artificiais, usando o menor trajeto entre os pontos inicial e final (DNER, 1996; IPT, 2019). Por estarem expostas às intempéries, como ventos fortes e tempestades, e também às solicitações estruturais de diversas naturezas e proporções, acabam sofrendo processos de deterioração. Esse tipo de evento pode ser conceituado como a expansão do concreto devido a oxidação, dilatação das armaduras e diminuição do tamanho das juntas de dilatação. Por essas razões, as estruturas sofrem, ao longo do tempo, perdas da sua capacidade de atender as condições de segurança e adequação funcional, durabilidade, resistência e estabilidade

estrutural (BASTOS, MIRANDA, 2017). Para conservar essas condições, são imprescindíveis inspeções recorrentes, normalmente realizadas a cada dois anos, para identificar os processos de deterioração existentes e potenciais (IPT, 2019; FERREIRA, 2018).

O sistema viário de São Paulo possui atualmente 185 OAEs, muitas dessas inaptas para o uso de veículos e pedestres por falta de manutenção. Nos últimos dez anos, 169 pontes e viadutos de SP ficaram sem reparos (SEESP, 2019). Após o viaduto Pinheiros ceder no dia 15 de novembro de 2018, a prefeitura realizou inspeções visuais em todas as OAEs da cidade (SEESP, op. cit.). Das 185 pontes e viadutos vistoriados, 19 delas não tiveram ao menos a inspeção periódica realizada nos últimos sete anos, sendo que três das 19 precisavam de

manutenções emergenciais (SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA URBANA, 2019). Esse fato reflete uma tendência atual na qual, apesar das obras de engenharia tenderem a harmonizar estética, segurança, durabilidade e economia, após sua finalização costuma ser deixado de lado um dos pontos mais importantes para qualquer estrutura construída, a manutenção.

É necessário que haja inspeção e manutenção periódica em qualquer estrutura construída, para que sejam garantidos a sua segurança e conforto aos usuários, além de diminuídos os gastos para mantê-la íntegra (PFEIL, 1983). Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE-SP), as inspeções periódicas permitem a detecção de patologias antes que estas se agravem. Quando detectadas precocemente essas patologias geralmente exigem apenas reparos pontuais, com essa prática consequentemente resultando em economia, já que uma inspeção rotineira custa até cinco vezes menos que uma inspeção corretiva.

A causa mais comum dessas patologias é a fissuração do concreto, causada pela falha na preparação, excesso de umidade, retração por secagem, infiltração e/ou estresse ambiental (SANTOS, 2014). Outro tipo de patologia é a corrosão, causada muitas vezes pelo

contato com a umidade ou gases nocivos (MEDEIROS, sem data).

A norma que se aplica na inspeção de pontes e viadutos é a ABNT NBR 9452:2016, nesta são apresentados os tipos de inspeções realizáveis (i.e. cadastral, rotineira, especial e extraordinária), os parâmetros que devem ser seguidos (avaliação, estruturais, funcionais e de durabilidade) e como deve se dar o preenchimento da documentação referente a inspeção.

Objetivos

Nesta pesquisa foi realizada uma breve caracterização das obras-de-arte especiais, especificamente de pontes e viadutos, sendo também levantadas as suas principais patologias, assim como os equipamentos e métodos utilizados para a realização de suas inspeções no estado de São Paulo.

Material e Métodos

Foi utilizado o método de pesquisa exploratória com o desígnio de analisar o cenário associado as inspeções que são realizadas nas OAEs do Estado de São Paulo. Para isso, foram levantadas informações sobre tipos de OAEs e suas definições, os métodos de inspeção disponíveis, as

principais ocorrências em termos de patologias e os equipamentos utilizados para a realização das inspeções.

As informações foram obtidas por meio de levantamento bibliográfico (livros especializados e periódicos) e informações obtidas em seminários sobre o assunto, pesquisas realizadas no DNIT, Prefeitura do Município de São Paulo, ABNT e empresas que realizam as inspeções.

Resultados e Discussão

Caracterização de Pontes e Viadutos

As pontes têm como objetivo interligar pontos do mesmo nível, não acessíveis, separados por obstáculos naturais ou artificiais (IPT, 2019). Por curiosidade, as primeiras pontes surgiram de forma natural, por exemplo por meio de quedas de troncos sobre rios, método copiado pelo homem. Já os viadutos são estruturas construídas para cruzar vias em níveis diferentes e auxiliar o fluxo do trânsito.

Quanto ao uso, existem quatro funções principais. O primeiro deles é a Aplicação Viária, que tem a finalidade de superar obstáculos a transpor, seja para pedestres, veículos, entre outros. Já o uso Estático é representado pelos principais elementos estruturais de obra: lajes,

vigamentos secundários (longitudinal e transversal), vigamento principal, pilares, blocos de transição e fundações. Já nas aplicações Estéticas é tomado o cuidado durante o desenvolvimento no projeto, para se ter uma obra com características geométricas equilibradas. Por último, pode ser citada a finalidade de Ligação da obra com a estrada, feita pelos elementos situados nas extremidades da obra, tais como encontros, cortinas, alas laterais, muros auxiliares (PFEIL, 1983).

Por outro lado, em termos de composição das estruturas, estas podem ser subdivididas em Mesoestrutura, Infraestrutura, Encontros e Superestrutura. Na Figura 1 é apresentada de modo parcial essa composição das estruturas de um viaduto, nesse caso localizado na Marginal Pinheiros, município de São Paulo. Quanto a caracterização destas, especificamente a Mesoestrutura é constituída por pilares, tendo a função de transportar as cargas recebidas da superestrutura até a fundação. Essa pode ser construída com concreto armado, alvenaria de pedra, madeira ou aço. Por outro lado, a Infraestrutura tem o papel de dissipar as cargas recebidas pela estrutura para o solo e, dependendo das cargas e tensões que a estrutura receberá, será definido se sua fundação será superficial ou profunda. O Encontro é composto por elementos construtivos de



Figura 1. Viaduto na Marginal Pinheiros (Foto: Henrique Caetano, 2019).

transição entre a estrutura da ponte e o terrapleno, os quais servem para proteger as extremidades do aterro contra erosão e absorver os esforços horizontais aplicados no tabuleiro, decorrentes da frenagem dos veículos. Já a Superestrutura é determinada como conjunto de elementos estruturais acima das obras de apoio, que suportam diretamente as ações (cargas) e vencem um vão livre (PFEIL, 1983). São divididas em Tabuleiro ou Estrado e Vigamento principal (Fig. 2). Os elementos estruturais do Tabuleiro são: a Laje do Tabuleiro e o elemento de suporte direto da pista e dos passeios, o Vigamento do Tabuleiro, com longarinas e transversinas, cuja finalidade é suportar cargas atuantes sobre o estrado,

transferindo-as para o vigamento principal (EL DEBS & TAKEYA, 2007).

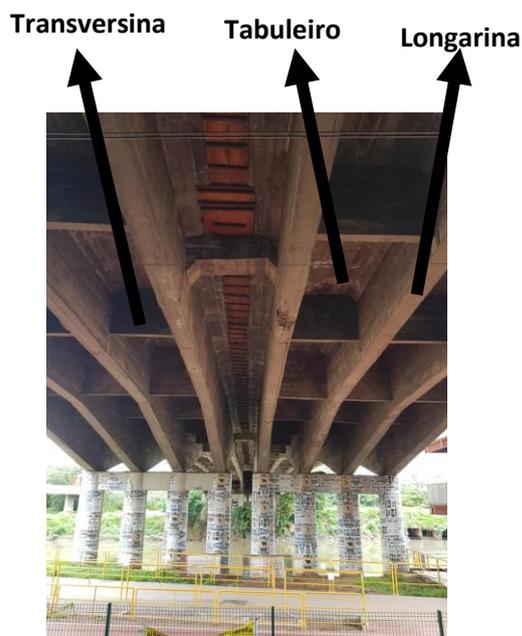


Figura 2. Ponte Cidade Universitária (Foto: Yuri Teixeira, 2019).

Os elementos utilitários são: (1) as barreiras de proteção para veículos, que tem o objetivo de manter os veículos na pista de rolamento, mesmo quando desgovernados, (2) a pista de rolamento de veículos, que é o local onde os veículos transitam, (3) as calçadas para pedestres, (4) o guarda corpo, que são utilizadas para a proteção dos pedestres, (5) as juntas de dilatação, utilizadas para aliviar a tensão de tração do concreto, (6) as abas laterais das cortinas extremas, que tem o objetivo de melhorar a retenção lateral do solo, (7) a placa de transição, que corresponde a uma laje que liga o tabuleiro ao terrapleno, (8) os dispositivos de drenagem, que garantem o escoamento da água mantendo a estabilidade dos maciços e (9) os caminhos

para inspeção de obra, que tem a finalidade de facilitar o acesso para ser feita a realização das inspeções (Fig. 3A e B).

Patologias no Concreto Armado

Os problemas de patologia nas estruturas de concreto comprometem sua segurança e durabilidade e podem ser originários das fases de projeto, construção, uso ou manutenção de uma obra. Cada aparecimento patológico apresenta, geralmente, um sintoma próprio que permite sua identificação. Os efeitos patológicos mais recorrentes sobre as estruturas de concreto são: (1) a perda de rigidez e resistência da estrutura provocadas pela presença de fissuras, pelo

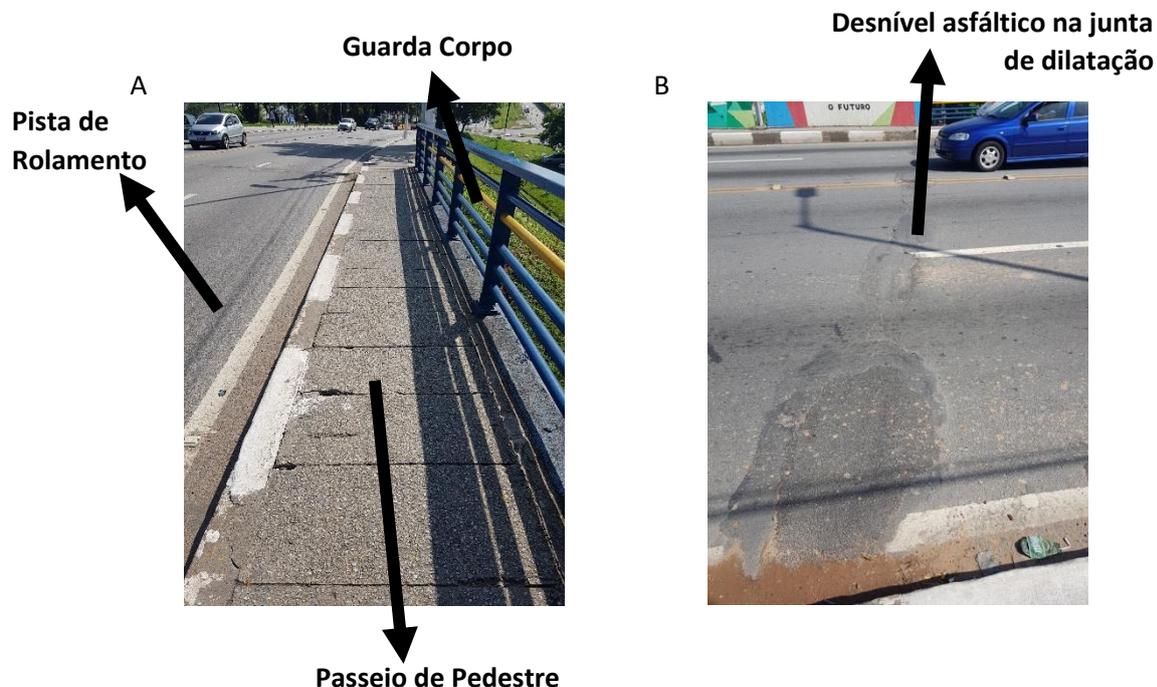


Figura 3. Viaduto Vereador Jorge Julian (Foto: Henrique Caetano, 2019).

destacamento ou desagregação do concreto; (2) a degradação da aparência da estrutura, originada pelo surgimento de fissuras e deformações excessivas no concreto ou pela corrosão das armaduras; e (3) a redução da vida útil da estrutura, que ocorre quando os efeitos mencionados chegam a um nível de comprometimento que afeta a segurança e impedem a continuidade do uso (CÁNOVAS, 1988).

Os surgimentos das patologias nas estruturas podem ser originados por acidentes, por conta da natureza, ou até mesmo pelo uso humano sem suas devidas manutenções (CÁNOVAS, op. cit.). Nesse cenário, a fissuração do concreto é a causa mais comum de falha de uma estrutura, por ser causada por diversos fatores, ela pode surgir nas primeiras horas ou até mesmo anos depois da finalização da obra. Estas fissuras facilitam os agentes agravantes a entrarem na estrutura e acentuarem o processo de degradação (BOTELHO & MARCHETTI, 2004).

Outro tipo frequente de patologia é a corrosão, causada por umidade ou gases nocivos. Nesse processo, o óxido de ferro gerado tem um volume bem maior do que o aço do qual é formado, causando tensões de ruptura em volta das barras da armadura (CASCUDO, 1997). Isso resulta em fissuras locais, resultando no lascamento do concreto. Essas fissuras permitem o fácil

acesso do Oxigênio, da umidade e de Cloretos ao concreto, no qual acentuam a corrosão contínua, que contribui para o aumento da fissuração. Esse processo ocorre geralmente nas bases dos pilares, por conta dos índices de vazios deixados na concretagem in loco (RAINA, 1996).

As causas da patologia podem ser de origem humana, natural e acidental. As por causas humanas estão associadas a diferentes fases na história de vida da estrutura. Por exemplo, na fase de projeto essa se associa a um mau dimensionamento estrutural, um projeto incompleto, uso dos materiais impróprios ou modelos de análise impróprios. Já na fase de execução essa associação se dá com o uso de matérias e mão de obra de baixa qualidade, desacordo e negligência na execução. Por outro lado, as sobrecargas excessivas e falta de manutenção são os fatores associados a fase de utilização.

Já nos casos das patologias geradas por causas naturais, as causas podem ser associadas a diferentes tipos de degradação dos materiais. No caso das que tem origem física, essas se devem à ação da temperatura (intempéries, condições climáticas extremas), vento e vibração. Por outro lado, quando a degradação tem origem química dos materiais, essa se deve ao efeito de águas impróprias (sujas, com alto índice de cloro ou contaminadas),

oxigênio (tendo acesso a estrutura por conta das fissuras) e carbonatação do concreto.

Porém, as patologias ainda podem ter causa acidental, sendo resultado de colisões na estrutura, enchentes, deslizamento de terras, entre outros (DNER, 1994). A Figura 4 mostra o reparo realizado na mesoestrutura de um dos viadutos da pista expressa da Marginal Pinheiros, enquanto na Figura 5 é apresentada a ponte Cidade Universitária, com ocorrência de infiltração de água e desenvolvimento de uma árvore de pequeno porte.

Métodos de inspeções - ABNT NBR 9452:2019

Os métodos para a correta inspeção de OAEs são baseados na ABNT NBR 9452:2019, sendo imprescindível o envolvimento de pessoas capacitadas para fazer a inspeção (ABNT, 2016). O levantamento realizado junto ao DNIT apontou que as normas utilizadas nas OAEs são:

- Norma DNIT 010/2004 - PRO - Inspeção em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento;
- Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias - DNIT;
- ABNT NBR 9452:2016 - Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento;



Figura 4. Reparo realizado na mesoestrutura de um Viaduto na Marginal Pinheiros, após este ceder (Foto: Yuri Teixeira, 2019).



Figura 5. Patologia na lateral da ponte, infiltração e formação de pequenas árvores - Ponte Cidade Universitária (Foto: Yuri Teixeira, 2019).

- ABNT NBR 16230:2013 - Inspeção de estruturas de concreto - Qualificação e certificação de pessoal – Requisitos.

Seguindo essas normas, o inspetor de pontes tem várias responsabilidades, que incluem registrar detalhadamente cada item que deve ser reparado ou receber alguma manutenção, também mantendo a segurança e funcionalidade da obra. Esse deve também planejar e realizar as inspeções, além de organizar relatórios (DNIT, 2004).

A inspeção deve ser administrada de forma cuidadosa, fazendo com que todo elemento estrutural seja verificado. No documento fotográfico, deve haver fotos com vista superior, inferior, lateral e dos

apoios. Os critérios utilizados nas inspeções realizadas pelo DNIT também são feitos por registros de imagens e croquis da obra, para comprovação das características apontadas, garantindo uma memória visual das reais condições funcionais da obra. Além disso, são levantados os dados: nome, extensão, largura e coordenadas geodésicas da OAE. Cabe ressaltar que todos os elementos componentes das OAEs acima do nível da água (elementos visíveis) deverão ser inspecionados, inclusive proteção de pilares dos vãos navegáveis, para pontes de grande porte (DNIT, op. cit.).

O DNIT tem em operação um Sistema de Gerenciamento de OAEs (SGO) para atender às necessidades do órgão em

nível de planejamento e de auxílio no desenvolvimento de Estudos e Avaliação de Obras de Arte Especiais. O SGO tem como insumo as inspeções levantadas em campo na malha rodoviária federal. O SGO foi idealizado visando a obtenção de um banco de dados que, ao ser periodicamente atualizado, permite a análise das condições das OAEs, auxiliando na identificação de prioridades e soluções para restauração, manutenção, construção e adequação de OAEs, com o objetivo de alcançar a melhor relação custo-benefício para os diversos níveis de investimentos aplicados em determinado período (DNIT, 2004).

Na norma ABNT NBR 9452:2016 são apresentados seis tipos de inspeções e cada uma delas tem sua funcionalidade na obra. A Inspeção cadastral é usada como base para as inspeções posteriores, já que é realizada logo após a finalização da OAE. Cabe salientar que se houver qualquer mudança estrutural posterior, deverá ser realizado uma nova Inspeção Cadastral. Já a Inspeção Rotineira, conhecida também por inspeção periódica, é utilizada como comparativo com as inspeções anteriores. Deve ser feita no máximo de dois em dois anos, mas infelizmente não é assim na prática, já que em muitos casos, ocorre o abandono de manutenção e a obra começa a apresentar falhas, aumentando o risco de acidentes (SEESP, 2019). Por outro lado, em

ocasiões em que inspeções emergências são exigidas, geralmente causadas pelo homem ou pela natureza, é realizada uma Inspeção Extraordinária. Também pode ser necessária uma Inspeção Especial, que corresponde a uma forma de inspeção mais completa, por incluir testes laboratoriais, inspeções nas partes de difícil acesso, nas quais são avaliadas as medidas de flechas e deformações com equipamentos específicos. Ainda, pode ser citada a Inspeção Intermediária, utilizada para o acompanhamento de alguma anomalia, como pequenos recalques e erosões incipientes (NORMA DNIT 010/2004-PRO).

Em seguida as OAEs são classificadas quanto aos seus parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade. O Parâmetro Estrutural se relacionado à segurança estrutural da OAE, se referindo à sua estabilidade e capacidade de portar as cargas. Já o Parâmetro Funcional considera suas capacidades visuais, conforto e segurança, sendo essas a ausência de depressões, guarda-corpos em boa integridade e sinalização adequada. Por outro lado, o Parâmetro de Durabilidade se baseia na capacidade da OAE em cumprir suas funções em serviço, não havendo corrosão, fissuras, erosões nos taludes de encontro e outras anomalias que possam diminuir sua vida útil (ABNT NBR 9452:2016).

Para a aprovação ou não das OAEs, após a inspeção, é empregada a Tabela 1, que consta na ABNT NBR 9452:2016. Nessa, as notas de avaliação variam de 1 a 5, refletindo a maior ou menor gravidade dos problemas detectados. De acordo com a

Norma, a atribuição da nota ao parâmetro estrutural é feita com base na importância dos elementos na segurança estrutural da OAE, seguida da avaliação da patologia atribuída àquele elemento.

Após a atribuição da nota para a

Tabela 1. Classificação da condição da OAE com base nos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade (ABNT, 2016).

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	Condições satisfatórias, com defeitos irrelevantes e isolados.	Oferece segurança e conforto aos usuários.	Devendo ser realizadas inspeções periódicas.
4	Boa	Apresenta pequenos danos, mas que não comprometem a estrutura.	Apresenta pequenos danos que não comprometem a segurança ou conforto dos usuários.	Apresenta pequenas anomalias, comprometendo sua vida útil.
3	Regular	Danos que podem ocasionar deficiência estrutural. Sendo necessário acompanhamento dos problemas.	Não oferece conforto aos usuários.	Apresenta pequenas à muitas anomalias que comprometem sua vida útil.
2	Ruim	Possui danos que afetam a segurança da estrutura, podendo levar ao colapso estrutural.	Não proporciona conforto e segurança aos usuários e com suas funcionalidades aparentemente comprometidas.	Apresenta anomalias moderadas a abundantes, em região de alta agressividade ambiental, comprometendo sua vida útil.
1	Critica	Possui elementos estruturais em estado crítico, com alto índice de colapso estrutural, sendo necessário intervenção imediata.	Sem condições funcionais.	Apresenta um índice elevado de deterioração, apresentando grande risco estrutural e/ou funcional.

obra, conforme consta na Instrução de Serviço - IS nº 15/DNIT, a seleção do tipo de intervenção que a estrutura receberá, dentre as alternativas possíveis, deve passar por uma análise a nível de rede. Essa análise deve levar em consideração, além dos aspectos relativos às condições das estruturas, questões operacionais, estratégicas e funcionais da via onde a estrutura está inserida (DNIT, 2019).

Há diferentes formas de inspeção de pontes, variando de acordo com o tipo, dimensão e local da ponte, mas de forma abrangente as etapas de inspeções incluem:

- Planejamento da Inspeção, que inclui a obtenção de todos os dados disponíveis, como relatórios de inspeções anteriores, plantas, documentos fotográficos, registros de manutenção realizadas anteriormente e dados geotécnicos e hidrológicos.
- Plano de Ataque, que será voltado ao planejamento da sequência que será utilizada, obtendo informações como tipo de ponte, estado geral, complexidade e porte da ponte.
- Equipamentos utilizados.
- Inspeção visual no campo, com o recolhimento de todas as informações.
- Elaboração dos laudos de inspeção.

Quanto aos equipamentos que mais se destacam em termos de utilização por empresas especializadas em inspeções de

pontes e viadutos podem ser citados os Equipamentos de Ultrassom para Concreto, que através da propagação de ondas ultrassônicas, são capazes de verificar a uniformidade do concreto na estrutura, definindo as zonas de alta e baixa qualidade, podendo checar a resistência à compressão ou módulos de elasticidade dos concretos. Outro item essencial nos serviços de inspeção é o Pacômetro, com função de localizar barras metálicas em vigas de concreto, determinando a profundidade e o tamanho (diâmetro) de armações de aço. Outra ferramenta indispensável para inspeções em localidades de difícil acesso são os Drones, que permite o monitoramento de detalhes da inspeção, sendo possível o registro das mínimas patologias visuais presentes na obra. São particularmente importantes em áreas que coloquem em risco a vida do profissional. Também deve ser citado o Extensômetro, que se baseia em uma técnica usada para análise de tensões e deformações em estruturas mecânicas e de alvenaria, sendo utilizado para o monitoramento de deformações em vigas e estruturas. As estruturas normalmente apresentam deformações sob o carregamento ou sob efeito da temperatura. Ainda é utilizado o Durômetro, que avalia a capacidade que um sólido tem de resistir à perfuração. Assim, esse é utilizado para determinar essa

capacidade através de ensaios em campo, com medições rápidas e convenientes. As medidas são obtidas eletronicamente apresentando o valor de dureza digital, preciso e sem desvios como em métodos realizados com outras ferramentas (ECOPONTES, 2019).

Recomendações e perspectivas futuras quanto ao Cenário Atual das OAEs

É imprescindível a realização de testes e análises frequentes para aumentar a vida útil das OAEs. A periodicidade dessas inspeções deve ser aumentada, respeitando os intervalos temporais recomendados, também adotando a metodologia mais indicada, após uma análise da situação geral (ARAÚJO, 2019).

As inspeções nas pontes e viadutos devem não só estar em dia, mas serem realizadas de modo a incluir todas as suas etapas. Deste modo, é garantida aos usuários o mesmo conforto e segurança para a qual esta foi projetada, consequentemente diminuindo os gastos com futuras interdições para a realização de reparos mais complexos.

Infelizmente, os manuais e normas que são atualmente utilizados para estas inspeções, são desatualizados e tratam destas inspeções com abrangência. As consequências disso são demonstradas em

parte por um levantamento feito pela SINAENCO, em São Paulo e que se estendeu também ao interior desse estado, no qual foram encontrados diversos tipos de patologia nas OAEs, sendo sugerido que esse não é um problema específico do Estado de São Paulo, no qual diversos problemas relativos a essas estruturas vem sendo percebidos, se estendendo em todo território nacional (MENTONE, 2019).

Conclusão

É imprescindível um maior rigor quanto a manutenção e qualidade das inspeções nas pontes e viadutos brasileiros, para que se mantenha sua estrutura, funcionalidade e durabilidade em excelentes condições de uso. Infelizmente, os manuais e normas no Brasil ainda tratam das inspeções com muita abrangência, dando maiores margens para o erro. Porém, as ocorrências de alguns acidentes envolvendo a falta de manutenção nas OAEs, resultaram em maior alerta quanto as inspeções e manutenções dessas, apesar do cenário ainda estar longe do ideal.

Em parte isso se deve também ao fato das empresas de inspeções não informarem como essas são realizadas, ou quais os métodos específicos que foram empregados. Da mesma forma, os órgãos públicos dificultam o acesso a informações

de histórico de manutenções e mesmo o acesso dos autores às proximidades do viaduto Pinheiros, onde foram feitas manutenções recentemente e que trariam informações adicionais para este artigo.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto** – Procedimento: NBR 9452 Rio de Janeiro, 2019.
- BASTOS, H. C. N.; MIRANDA, M. Z. Principais patologias em estruturas de concreto de pontes e viadutos: manuseio e manutenção das obras de arte especiais. **Revista Construindo**, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. De Patologia, p. 93-101, dez 2017.
- BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Edgar blucher, 2004.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado**. 1 Ed. Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. São Paulo: Ed. Pini, 1988. 522 p.
- CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto** – inspeção e técnicas eletroquímicas. Editora UFG, Goiânia, 237p, 1997.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais**. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro, 1996. 225 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. 2º Ed., Rio de Janeiro, 2004. 253 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: **Inspeções em pontes e viadutos de concreto pretendido** – Procedimentos: NORMA DNIT 010/2004.
- ECOPONTES. Consulta website. Disponível: <<https://www.ecopontes.com.br/construcao-de-pontes/?a=construcao-de-ponte>> Acesso: fev., 2019.
- EL DEBS, M. K. **Introdução às Pontes de Concreto**. Texto provisório de apoio à disciplina SET-412. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2007, 221 p.
- FERREIRA, J. V. S. **Inspeção e Monitoramento de Obras de Arte Especiais com vista a Manutenção Preditiva**. Monografia. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro, 2018. 119 p.
- GARCIA, J., OTÁVIO, L. **Estudos de viadutos: Inspeção Rotineira do Viaduto Lazlo Braun**. 2018. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP)
- GENTIL, V. **Corrosão**. Editora Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 4ªEd. 341p. (2003).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Pontes e Viadutos**. Disponível em: <http://www.ipt.br/noticia_interna.php?id_noticia=1475> Acesso: jan. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – IBAPE/SP. **Pontes e Viadutos**. Disponível em: <<https://ibape-sp.org.br/noticia-detalhes.php?id=93>> Acesso em: fev. 2019.
- LAGARINHOS, C. **Inspeção de pontes no município de São Paulo: situação atual e propostas**. X Seminário de Pesquisa da Estácio, 2018.
- MEDEIROS, M. **Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos**. Disponível em: <

https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_0_1 > . Acesso em: Abr. 2019.

PFEIL, W. Introdução à engenharia de pontes. In: PFEIL, W. **Pontes em concreto armado**. Livros técnicos e científicos editora S.A. 1983.

PFEIL, W. Elementos constituintes das pontes. In: PFEIL, W. **Pontes em concreto armado**. Livros técnicos e científicos editora S.A. 1983.

RAINA, V. K. **Concrete Bridges: inspection, repair, strenghtheniong, testing and load capacity evaluation**. New York: McGraw-Hill, 1996.

SANTOS, C. F. **Patologia de estruturas de concreto**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

SINDICATO DOS ENGENHEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SEESP. **Seminário pontes, viadutos, barragens e a conservação das cidades – engenharia de manutenção para garantir segurança e qualidade de vida**. São Paulo, 16 abril 2019. disponível em: <https://www.seesp.org.br/site/index.php/comunicacao/noticias/item/18180-transmissao-online-acompanhe-o-seminario-sobre-pontes-viadutos-e-barragens>

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Rio Grande do Sul, 2015. 88 p.

WIPPICH, J. **Proposta de manual para inspeção de pontes e viadutos em concreto armado: discussão sobre a influência dos fatores ambientais na degradação de obras-de-arte especiais**. 2005. 191 páginas. Tese. Mestrado (Ciências do programa de estudos de mestrado no curso de engenharia de infraestrutura aeronáutica, área

infraestrutura aeroportuária). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2005.