

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM DUAS OBRAS DE ARTE ESPECIAL DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE BOTUCATU – SP

ALUNA: MÁRCIA CRISTINA DE OLIVEIRA COELHO - marciac02005@mail.com

ORIENTADORA: MEIRE CRISTINA ANDRADE CASSIMIRO DA SILVA -

mcnandrade@hotmail.com

FACULDADE GALILEU

Resumo: A FALTA DE MANUTENÇÃO E PREVENÇÃO PODE LEVAR A PROBLEMAS DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, PODENDO COMPROMETER A SEGURANÇA DA POPULAÇÃO. NO BRASIL AS MANUTENÇÕES EM PONTES E VIADUTOS, DENOMINADOS COMO OBRA DE ARTES ESPECIAIS (OAE), SÃO PRECÁRIAS, PODENDO SER OBSERVADO PELO GRANDE NÚMERO DESTAS OBRAS COM PATOLOGIAS, ELEVANDO OS CUSTOS COM GASTOS DE RECUPERAÇÃO. PORTANTO, O OBJETIVO DESTES TRABALHOS FOI INSPECIONAR E REGISTRAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE E UM VIADUTO LOCALIZADO NA CIDADE DE BOTUCATU-SP, BEM COMO SUAS ORIGENS E PROCESSO DE INTERVENÇÃO E RECUPERAÇÕES NECESSÁRIAS. O MÉTODO UTILIZADO FOI O ESTUDO DE CASO, ONDE FORAM REALIZADAS VISITAS E DIAGNOSTICADAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS. NA PONTE FORAM ENCONTRADAS AS SEGUINTE PATOLOGIAS: COBRIMENTO INSUFICIENTE DO CONCRETO, CORROSÃO DAS ARMADURAS, MANCHAS DE CARBONATAÇÃO E SEGREGAÇÃO NO CONCRETO, APRESENTANDO PEQUENOS DANOS ESTRUTURAIS QUE NÃO CHEGAM A CAUSAR RISCO. JÁ NO VIADUTO, FORAM ENCONTRADAS AS SEGUINTE PATOLOGIAS: FISSURA E TRINCAS NA VIGA E PILAR, QUE PODEM COMPROMETER A VIDA ÚTIL E EXIGEM AÇÕES EM MÉDIO PRAZO. ESSAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NA PONTE E VIADUTO NÃO APRESENTAM DANOS ESTRUTURAIS, PORTANTO NÃO OFERECE RISCO A POPULAÇÃO.

Palavras-chaves: PATOLOGIAS; OBRAS DE ARTE ESPECIAIS; MANUTENÇÃO.

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN TWO SPECIAL ARTWORKS IN REINFORCED CONCRETE IN THE CITY OF BOTUCATU – SP

Abstract: *THE LACK OF MAINTENANCE AND PREVENTION CAN LEAD TO PROBLEMS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATION IN CIVIL CONSTRUCTION, WHICH MAY COMPROMISE THE POPULATION'S SAFETY. IN BRAZIL, MAINTENANCE ON BRIDGES AND VIADUCTS, NAMED SPECIAL WORKS OF ART (SOA), ARE PRECARIOUS, AND THAT CAN BE OBSERVED BY THE LARGE NUMBER OF THESE WORKS WITH PATHOLOGIES, INCREASING THE COSTS OF RECOVERY EXPENSES. THEREFORE, THE OBJECTIVE OF THIS WORK WAS TO INSPECT AND REGISTER THE PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS PRESENT ON A BRIDGE AND VIADUCT LOCATED IN THE CITY OF BOTUCATU-SP, AS WELL AS THEIR ORIGINS AND NECESSARY INTERVENTION AND RECOVERY PROCEDURES. THE METHOD USED WAS THE CASE STUDY, WHERE INSPECTIONS WERE PERFORMED AND PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS WERE DIAGNOSED. ON THE BRIDGE, THE FOLLOWING PATHOLOGIES WERE FOUND: INSUFFICIENT CONCRETE COVERAGE, REINFORCEMENT CORROSION, CARBONATION STAINS, AND SEGREGATION IN THE CONCRETE, PRESENTING SMALL STRUCTURAL DAMAGES THAT DO NOT POSE RISK. ON THE VIADUCT, THE FOLLOWING PATHOLOGIES WERE FOUND: FISSURES AND CRACKS IN THE BEAM AND PILLAR, WHICH CAN COMPROMISE THE USEFUL LIFE AND REQUIRE MEDIUM-TERM ACTIONS. THESE PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS FOUND ON THE BRIDGE AND VIADUCT DO NOT PRESENT STRUCTURAL DAMAGE AND THEREFORE ARE NOT A RISK TO THE POPULATION.*

Keywords: *PATHOLOGIES; SPECIAL WORKS OF ART; MAINTENANCE.*

1. INTRODUÇÃO

Uma ponte é uma estrutura que estabelece a continuidade de uma estrada, e seus obstáculos são constituídos por passagens de canal aquífero, enquanto os viadutos são projetados para transformar obstáculos em continuidade de estrada. Os obstáculos são compostos por estradas, ferrovias, vales, grotas e contornos de encostas. Essa estrutura do viaduto também é utilizada para substituir aterros sanitários, sendo classificadas como Obras de Arte Especiais – OAEs (NBR 9452:2016).

As construções dessas obras das OAEs são compostas de superestrutura, mesoestrutura, infraestrutura, as manifestações patológicas têm como exemplo, trincas e fissuras, erosão (abrasão) e acúmulo de materiais flutuantes na transição do pilar-tubulão, manchas de umidade, eflorescência, deslocamento, desagregação do concreto, “ninhos” de concretagem, áreas com cobrimento insuficiente, corrosão de armaduras, armaduras expostas, corroídas, rompidas,

patologias geradas a partir de causas físicas no pavimento e juntas de dilatação, entre outras manifestações patológicas, que podem ocorrer (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Quando existem falhas na execução da obra, geram as manifestações patológicas como, por exemplo, controle da qualidade do serviço executado, falta de especificações e normas no projeto (FIESS *et al.*, 2004). Por outro lado, para garantir o desempenho estrutural e a vida útil eficazes, só podem ser obtidos por meio da manutenção, identificado através de vistorias conforme normas vigentes, já as manifestações patológicas existentes diagnosticadas devem ser reparadas (WINKEL, 2019).

No Brasil, pontes com diversas manifestações patológicas são frequentemente encontradas. Isso se deve a uma variedade de fatores, desde a insistência em uma cultura que insiste em ultrapassar o período da vida útil das estruturas, a falta de políticas de fiscalização e conservação das obras (SOUSA *et al.*, 2017).

Portanto, é muito importante que as instituições públicas realizem investigações para diagnóstico e que garantam a segurança da estrutura, funcionamento e durabilidade. As verificações de diagnóstico são realizadas para identificar irregularidade e suas possíveis falhas de execução e desgaste devido ao uso. O objetivo deste trabalho foi inspecionar e registrar as manifestações patológicas em uma ponte e um viaduto localizado na cidade de Botucatu-SP.

2. PRINCIPAIS MATERIAS UTILIZADOS EM PONTES E VIADUTOS

Os materiais mais utilizados em pontes e viadutos são o concreto e o aço, sendo que muitas construções estruturais utilizam estes materiais (NEVILLE, 2016).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (NBR 12655:2015), o concreto cimento Portland é formado por uma mistura de cimento, agregado miúdo, gráudo e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, pigmentos, meta caulim, sílica ativa e outros materiais pozolânicos), e desenvolve suas propriedades endurecendo a pasta de cimento (cimento e água). Segundo a ABNT (NBR 6118:2014), o concreto armado são elementos onde o comportamento estrutural precisa da aderência entre o concreto e o aço. O concreto cimento Portland com a união da barra de aço produz a aderência. Ainda de acordo com a ABNT, o concreto armado absorve a tensões a compressão e as barras de aço absorvem a força de tração.

De acordo com a ABNT (NBR 7480:2008), os aços utilizados no concreto armado são: barras, fios e telas, onde é classificado da seguinte maneira, diâmetro nominal de 5,0 mm ou mais são classificados como barras obtidas apenas por laminação a quente, e produtos com

diâmetro nominal de 10,0 mm ou menos são classificados como fios. Com base no valor característico de resistência ao escoamento, as barras de aço são classificadas como Categoria CA25 e CA50, o fio de aço está na categoria CA-60.

3. MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO EM PONTES E VIADUTOS

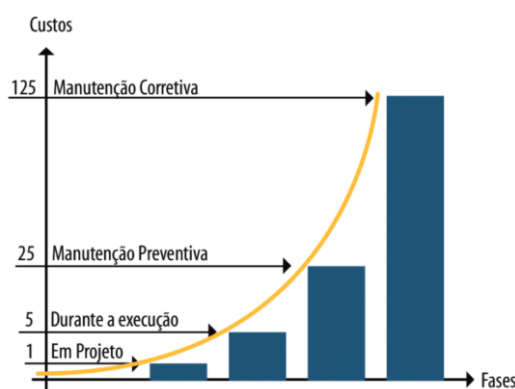
A investigação de problemas construtivos visa à melhoria da qualidade de projetos e construções, bem como o diagnosticar e propor soluções para reparar, manter o seu desempenho e prolongar sua vida útil (LIMA; DELLA FLORA, 2020).

A concepção de vida útil aplica-se à estrutura na totalidade ou suas partes. A vida útil de um projeto é um intervalo de tempo em que se mantêm as características das estruturas de concreto, sem ausência e intervenções significativas, desde que atendido os requisitos de uso e de conservação estabelecido através de um responsável pelo projeto e execução da construção (NBR 6118:2014).

De acordo com Silva e Jonov (2018), existem dois tipos de manutenções: a manutenção preventiva, onde cada medida é tomada com antecedência durante o uso da manutenção e a manutenção corretiva corresponde ao trabalho de diagnóstico, prognóstico, reparo e proteção. Ainda de acordo com estes autores, a estrutura que apresenta manifestações patológicas pode estar associada a custos de cento e vinte e cinco vezes superiores aos custos das medidas que podem ser tomadas no desenvolvimento do projeto.

Conforme a lei de Sitter que afirma, os custos vão aumentar em função das etapas, ou seja, quando um problema é corrigido em fase de projeto, é mais barato do que na fase de manutenção. Como exemplo Figura1 que mostra um aumento de custo e segue uma progressão geométrica de proporção de 5.

FIGURA 1 - Lei da evolução de custos Sitter.



Fonte: Leoni; Araújo (2020).

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2006), existem quatro categorias de fiscalização. Inspeção cadastral é a primeira inspeção realizada imediatamente após a sua construção, todos os dados construtivos serão registrados para consulta em futuras inspeções. As inspeções de rotina são realizadas a cada dois anos para verificar visualmente a ocorrência de falhas detectadas anteriormente. As inspeções especiais são realizadas em intervalos não superiores há cinco anos, se dá o fato defeitos mais grave e críticos em tais inspeções. E as inspeções regulares são necessárias para avaliar os danos estruturais.

4. CLASSIFICAÇÃO DA OAE (OBRA DE ARTE ESPECIAL)

A classificação de OAE segundo ABNT (NBR 9452:2016), estabelece que essas construções devem ser classificadas conforme os critérios de estrutura, função, durabilidade e gravidade. Parâmetros estruturais estão relacionados com a segurança da estrutura, analisando o estado limite, inspecionando visualmente o uso e analisando o desempenho anormal. Parâmetro funcional está relacionado ao seu uso, precisa proporcionar conforto e segurança, como guarda - corpos, ausência de buracos na pista de rolamento e identificação de placas de sinalização. Parâmetro de durabilidade refere-se à vida útil da estrutura, que está relacionada com a resistência da estrutura com ataque de agente ambientais e corrosivo, e está relacionada à durabilidade. Parâmetro de agressividade deve ser avaliado em conjunto com a durabilidade onde o objetivo é verificar a velocidade do agravamento da deterioração.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Foi feito um estudo de caso em duas obras na cidade de Botucatu, SP, sendo uma ponte e um viaduto. O critério para avaliar as manifestações patológicas presente na estrutura destas duas obras e suas prováveis origens e determinação do melhor método de correção foi por meio de análise visual e registro fotográfico, tendo como referência a metodologia proposta por Sousa *et al.* (2017).

5.1 Ponte

A visita foi realizada no dia 22 de setembro de 2021 em uma ponte sobre o rio Lavapés localizada na Rua Curuzu, na cidade de Botucatu, SP (Figura 2), localização geográfica 22°52'53.5"S 48°26'22.4"W. O comprimento da ponte é de 40 m, composto de 6 pilares de concreto armado, vão de 20 m com passeio e guarda corpo.

A ponte fica sobre o Ribeirão Lavapés possui aproximadamente 35,0 km de extensão e uma área de bacia hidrográfica de 10.955,61 hectares, favorecendo baixo escoamento superficial e maior infiltração (Belluta *et al.* 2020).

FIGURA 2 - Ponte localizada na Rua Curuzu da cidade de Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

5.2 Viaduto

O viaduto está localizado Rua Manoel Álvaro Guimarães, na cidade de Botucatu SP (Figura 3), localização geográfica 22°52'31.2"S 48°27'00.5"W, foi projetado para a passagem de veículos que interliga o setor central com o setor norte, sendo escolhido para este estudo de caso por ser a obra de arte especial municipal inaugurada 22 de novembro de 1975. A visita foi realizada no dia 22 de dezembro de 2021.

FIGURA 3 - Viaduto elevado Bento Natel localizado na Rua Manoel Álvaro Guimarães em Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

O viaduto elevado Bento Natel, tem aproximadamente 140m de extensão, 20 m de altura ele é composto por nove vãos de concreto armado têm espaçamento igual de 30 m, e nas extremidades dois vãos têm 19,51 m, retos e arqueados. Contém pista de rolamento e passeio,

incluindo guarda-corpo e guarda-rodas. A infraestrutura é composta por tubos de concreto armado coroados por blocos de concreto e vigas travadas transversalmente formando 12 apoios, cada um com um par de tubos, separados por 8,00 m. A mesoestrutura é composta por pilares de concreto armado com seção transversal. A superestrutura é composta por caixão perdido e lajes pré-fabricadas, apoiadas em transversinas em concreto armado (PREFEITURA BOTUCATU SP, 2020).

As OAEs foram classificadas de acordo com a norma ABNT (9452:2016), conforme os parâmetros estrutural, funcional e durabilidade os problemas detectados, refletindo a gravidade do problema de acordo com a avaliação de sua condição.

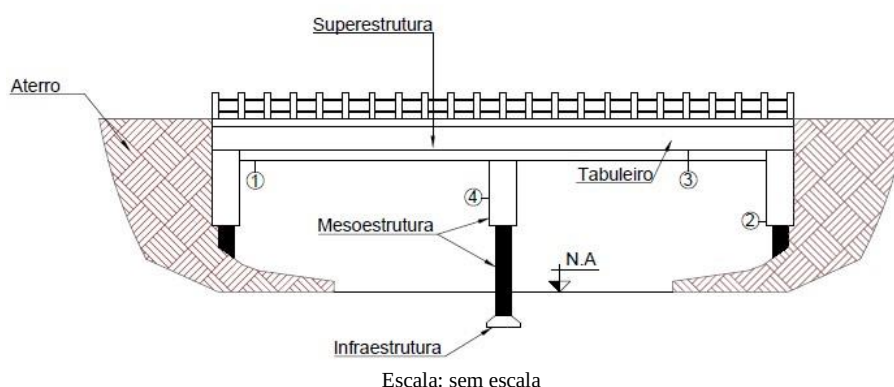
6. RESULTADOS E ANÁLISES

6.1 Ponte

As pontes são constituídas por superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura conforme demonstrados na Figura 4.

Na etapa de inspeção foram encontradas diferentes categorias de manifestações patológicas causada por diversos agentes causadores. As patologias que foram encontradas são: Número 1- cobrimento insuficiente do concreto; número 2- corrosão das armaduras; número 3- manchas de carbonatação e; número 4- segregação no concreto.

FIGURA 4 - Elemento constituinte da ponte localizada na Rua Curuzu da cidade de Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

6.1.1 Cobrimento do concreto

Segundo a NBR 6118 (2014), a armadura tem que possuir um recobrimento mínimo previsto em projeto para a durabilidade da estrutura e altamente dependente das propriedades do concreto e da espessura e qualidade do concreto. Na Figura 5, observa-se na ponte visitada uma parte da viga que está exposta à armação sem a camada de cobrimento do concreto ocorrendo à oxidação e deterioração do concreto. Para a recuperação desta patologia a indicação seria reposição de armadura danificada, aumentar a espessura da camada de concreto e impermeabilizar as áreas com maior ocorrência de umidade (SOUSA *et al.*, 2017).

FIGURA 5 - Cobrimento insuficiente de concreto na viga da ponte localizada na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

6.1.2 Corrosões da armadura

As corrosões da armadura são manifestação patológica que ocorre na exposição da armadura com a água resultando em uma reação de oxidação. As principais causas são relacionadas a erro de lançamento e adensamento do concreto e deformação da estrutura por motivos de sobrecarga, desagregação do concreto e cobrimento insuficiente da armadura (SOUSA *et al.*, 2017).

Para a recuperação desta patologia seria remover parcial ou total da armação danificada e substituir por outra. Por fim, em casos mais graves, o reparo da peça pode ser feito com reforço estrutural (SOUSA *et al.*, 2017). No entanto, para Souza *et al.*(2018), a recuperação da armadura exposta deve ser feito uma limpeza para retirar a oxidação e medido a espessura da barra de aço em exposição, caso haja uma perda reduzindo 5% da área da seção transversal da barra dever ser substituído por outra barra de diâmetro igual ou superior e recomposição da área

com concreto.

Na Figura 6, observa-se na ponte visitada uma das vigas acabou excedendo e deixando a armadura exposta.

FIGURA 6 - Corrosão da armadura exposta da ponte localizada na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

6.1.3 Manchas de carbonatação

Reação de carbonatação envolve hidrólise e lixiviação dos componentes da pasta de cimento Portland endurecido com reações químicas, formando manchas brancas chamadas de eflorescência (HELENE, 2001). Ainda de acordo com o autor, são formadas quando os sais são transportados pela água ou infiltração em contato com o ar, são mecanismos químicos como: lixiviação (águas puras e ácidas), expansão por sulfatos ou magnésio, expansão por reação álcali-agregado, reações superficiais deletérias, deterioração referentes à armadura como corrosão devida à carbonatação e corrosão por elevado teor de íon cloro (cloreto).

Na Figura 7, observa-se no centro do tabuleiro da ponte ocorrem manchas de carbonatação. Sobre isso, o DNIT (2016) indica que estas manifestações patológicas podem no início não causar grandes preocupações. No entanto, podem derivar para outras manifestações mais graves. Este problema pode ser evitado com manutenção corretiva e ser removida com escovação, jateamento de água ou areia e soluções de ácidos.

FIGURA 7 - Manchas de carbonatação no tabuleiro da ponte localizada na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

6.1.4 Segregação no concreto

A segregação está relacionada com método de concretagem, onde entre elas estão a falha de lançamento e preenchimento do concreto, que podem causar a separação de agregado graúdo e argamassa, além da formação de ninhos e cavidade (SILVA, 2019). Na Figura 8, observa-se na ponte visitada uma das vigas a falhas de preenchimento do concreto. Para a recuperação desta manifestação patológica, de acordo com DNIT (2010), deve ser feito uma limpeza na área e ser aplicar uma argamassa de graute.

FIGURA 8 – Segregação no concreto na ponte localizada na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

6.2 Viaduto

6.2.1 Fissuras e trincas

As fissuras conduzem a entrada de água e oxigênio fazendo com que a armadura se

oxide e corroa, e perca suas propriedades mecânicas e reduza a resistência e a estrutura devido à tensão e a deformação, que podem entrar em colapso (SOUSA *et al.*, 2017). Ainda segundo este autor, as origens dessa patologia podem ser devido à retração na secagem, ações de intempéries, sobrecarga na estrutura, vibrações contínuas, cisalhamento, projeto mal elaborado e execução.

Na Figuras 9 e 10, observam-se em umas das vigas de transversina duas fissuras verticais e em outra viga trincas que desce até o pilar. Pelo posicionamento das fissuras e trincas verticais elas são típicas de flexão, variação de temperatura e ou retração (DNIT, 2010).

FIGURA 9 -Fissura na viga do viaduto localizado na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

FIGURA 10 - Trinca na viga e pilardo viaduto localizado na Rua Curuzu Botucatu, SP.



Fonte: Autora (2021).

De acordo com Sousa *et al.* (2017), estas patologias podem ser reparadas por uma manutenção corretiva os elementos menos afetados. Ainda de acordo com estes autores nas fissuras podem ser aplicados uma argamassa polimérica. Nos moderadamente afetados, as fissuras podem ser alargadas e a superfície pode ser revestida com argamassa polimérica. Já os elementos severamente afetados, como trincas, devem fazer apicoamento e aplicado injeção de argamassa polimérica ou Graute. Se as barras de aço estiverem expostas, o metal oxidado deve

ser limpo e aplicado impermeabilizante.

6.3 Causas, soluções e classificação das patologias encontradas na ponte e no viaduto

As principais patologias encontradas foram decorrentes de possíveis falta de manutenção. Portanto, são feitas as seguintes sugestões de soluções para o tratamento das patologias, bem como a classificação de acordo com a NBR (9452:2016) quanto á estrutural, funcional e durabilidade conforme a Figura 11.

FIGURA11 -Causas, soluções e classificação das patologias.

OBRAS	PATOLOGIAS ENCONTRADAS	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	CONDIÇÃO	ESTRUTURAL	FUNCIONAL	DURABILIDADE
Ponte Rua Curuzu	Cobrimento insuficiente de concreto na viga	Falhas do recobrimento mínimo previsto em projeto	Reposição de armadura danificada aumentar a espessura da camada de concreto.	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
Ponte Rua Curuzu	Corrosão da armadura	Erro de lançamento e adensamento do concreto	Dever ser substituído por outra barra de diâmetro igual ou superior e recomposição da área com concreto.	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
Ponte Rua Curuzu	Mancha de carbonatação	Infiltração em contato com o ar	Deve ser removida com escovação, jateamento de água, areia ou soluções de ácidos.	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
Ponte Rua Curuzu	Segregação no concreto	Falha de lançamento e preenchimento do concreto	Após a limpeza deve ser aplicada argamassa de graute	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
Viaduto elevado	Fissura e trincas	Execução ou recalque no solo	Nas fissuras deve ser	Regular	Há danos que podem vir a gerar	A OAE apresenta desconforto ao	A OAE apresenta pequenas e poucas

Bento Natel			aplicada uma argamassa polimérica e nas trincas devem fazer apicoamento e aplicado injeção de argamassa polimérica ou Graute		alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias em médio prazo	usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo	anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
-------------	--	--	--	--	---	---	--

Fonte: Autora (2021).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos dados levantados neste estudo de caso observam-se as manifestações patológicas em que se encontram as obras de arte especiais: cobrimento insuficiente do concreto, corrosão das armaduras, manchas de carbonatação, segregação no concreto, fissuras e trincas. Essas manifestações patológicas poderiam ser evitadas com inspeções periódicas, manutenção preventiva e corretiva, de modo a elevar o tempo de vida útil das estruturas, a segurança e a funcionalidade.

Portanto, as patologias apresentadas ainda não condenam o uso das obras, mas indica que o monitoramento periódico é fundamental para acompanhar o estado de deterioração dessas obras e fazer possíveis correções, sempre que necessário.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland-Prepara controle, recebimento e aceitação - Procedimento.** Janeiro/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto Procedimento.** Abril/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação.** Março/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento.** Abril/2016.

BELLUTA, S.V, M.R, A.O, T. D. Revista gestão e sustentabilidade ambiental. **Capacidade de resiliência de um rio urbano e suas implicações no desenvolvimento urbano do município de BOTUCATU (SP),** 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários**. 1. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Manutenção de Obras de Arte Especiais – OAEs**. 1. Ed. Brasília: DNIT, 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Patologias do concreto – Especificação de serviço. NORMA DNIT 090/2006 – ES**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

FIESS, J. R. F.; OLIVEIRA, L. A.; BIANCHI, A.; THOMAZ, E. Causas da Ocorrência de Manifestações Patológicas em Conjuntos Habitacionais do Estado de São Paulo. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1, ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2004.

HELENE, P. R. L. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos - SP, Nov. 2001.

LEONI, M.; ARAÚJO, J. **Você conhece os tipos de manutenção de uma edificação?** Temporum Engenharia. Brasília, 12 jan. 2020. Disponível em: <http://temporimengenharia.com.br/artigo/voce-conhece-os-tipos-de-manutencao-de-uma-edificacao>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LIMA, F.; DELLA FLORA, S. M. **Fundamentos da patologia das construções**. Instituto de Engenharia, São Paulo, 17 dez. 2020. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2020/12/17/fundamentos-da-patologia-das-construcoes/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MEDEIROS, A. G; DE SÁ M.V. V. A; SILVA FILHO, J. N; DOS ANJOS, M. A. S. Aplicação de metodologias de inspeção em ponte de concreto armado. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 687-702, 2020.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5a ed. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2016.

PREFEITURA DE BOTUCATU. Edital de licitação nº017/2020. Processo nº 41.035/2020 [Contratação de empresa de engenharia especializada para a realização de inspeção no viaduto elevado Bento Natel, nesta cidade de Botucatu/SP]. Botucatu SP: órgão oficial do município, Botucatu SP, 2020.

SILVA, L. B. C. S. **Análise de patologias e inconformidades de obras de Arte Especiais em Uberlândia - MG**. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SILVA, P; JONOV, P. **Falhas e patologias dos materiais de construção**. 237 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SOUSA, N.; NASCIMENTO, E.; PORTELA, M.; FIGUEIREDO, A. Estudo de caso: Avaliação patológica da ponte rodoviária da Rua José Borba Filho, Monteiro - PB. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 1., 2017, Recife. Anais... Recife: CONPAR POLI/UPE, 2017.

SOUZA, A. T.; de ARAÚJO, A. M.; SANTIAGO, A. C. do N.; de SOUZA, R. M.; COMIN, C. Técnicas para recuperação da estrutura de concreto armado do terminal Portuário de Outeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 60, 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: IBRACON, 2018.

WINKEL, R. L. **Análise das manifestações patológicas em pontes na cidade de Teutônia/RS.** 87 p. 2019. Trabalho de Conclusão II (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado, 2019.