



**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES E VIADUTOS –
REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**
*Study of pathological manifestations in bridges in viaducts – Metropolitan
region of Goiânia.*

Rodrigues, A. L.¹; Rosa, A. L.²

Graduandas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Soares, M. M. P.³

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ adsara.lr@hotmail.com; ² alessandrealrosa01@hotmail.com ; ³ murilo.eng@pucgoias.edu.br .

RESUMO: As Obras de Arte Especiais são de suma importância, pois, desempenham papel fundamental no desenvolvimento sócio econômico da região a qual são construídas. Visto que, interligam sociedades, viabilizando a comunicação e tráfego no geral. Por se tratarem de obras de grande porte, demandam um trabalho minucioso e de qualidade, além disso, também necessitam de um investimento orçamentário significativo. Visando o aumento da vida útil e a segurança da sociedade que usufrui de tal estrutura, a realização de manutenções preventivas e/ou corretivas é essencial. Neste trabalho foram selecionadas pontes e viadutos da região metropolitana de Goiânia para serem inspecionadas de acordo com a NBR 9452:2019, onde foram identificadas as patologias presentes, em seguida, mediante estudos de cada caso, foram propostas soluções viáveis e eficazes para cada uma. Além disso, foi-se elencado um ranking que determina a ordem de prioridade e urgência para intervenção corretiva.

Palavras-chaves: manifestações patológicas, OAE, pontes, viadutos.

ABSTRACT: Integrated structures are of paramount importance, as they play a fundamental role in the socio-economic development of the region in which they are built. As they interconnect societies, enabling communication and traffic in general. As they are large-scale projects, they demand meticulous and high-quality work, in addition to that, they also require a significant budget investment. Aiming at increasing the useful life and safety of society that enjoys such construction, the performance of preventive and/or corrective maintenance is essential. In this work, bridges and viaducts in the metropolitan region of Goiânia were selected to be inspected in accordance with NBR 9452:2019, where the present pathologies were identified, then, through studies of each case, viable and effective solutions were proposed for each one. In addition, a ranking was listed that determines the order of priority and urgency for corrective intervention.

Keywords: pathological manifestations, OAE, bridges, viaducts.

Área de Concentração: Estrutura.

1 INTRODUÇÃO

Obras de Arte Especiais – OAE's – comumente desempenham funções de extrema importância na sociedade, visto que, a ligação rodoviária viabilizada por elas, atrai o desenvolvimento de aspectos sociais e econômicos. Isto porque, com a melhoria no tráfego de pessoas e/ou mercadorias, a comunicação de sociedades, em diferentes ambientes, fica mais fácil, o que proporciona também um significativo crescimento econômico.

Em relação ao desenvolvimento tecnológico e a profissionalização dos envolvidos no dimensionamento e construção de tais obras, temos a responsabilidade de conciliar durabilidade e economia no processo construtivo, porém, nem sempre isso acontece. Seguindo essa linha, fazem-se necessárias análises e até possíveis reparos nessas estruturas ao longo da sua vida útil visando a conservação estrutural para garantir o conforto e segurança dos usuários.

As pontes, viadutos são claramente utilizados para algum tipo de travessia, podendo ser sobre um curso d'água, como rios, lagos, ou sobre uma via terrestre, ou até mesmo vales montanhosos. A segurança dessas

OAE's é um item fundamental para sociedade há milênios e a falta dela (segurança) pode ocasionar consequências graves.

No trabalho a seguir serão apresentadas análises e propostas de soluções de manifestações patológicas, encontradas em 4 (quatro) OAE's, selecionadas na região metropolitana de Goiânia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações iniciais

Souza e Ripper (1998) esclarece que, devido a falhas construtivas e situações de imperícia, algumas estruturas apresentam um desempenho inadequado. Tais fatores juntamente com outras causas, como envelhecimento da estrutura, materiais de baixa qualidade, falta de manutenções, causam o surgimento de manifestações patológicas.

Por manifestações patológicas, entende-se que são anomalias ou problemas (possíveis doenças) da estrutura e as alterações anatômicas e funcionais causadas no mesmo. Estas doenças podem ser adquiridas congenitamente, ou seja, durante a execução da obra (emprego inadequado de materiais e métodos construtivos) ou na concepção do projeto, ou mesmo serem adquiridas ao longo de sua vida. Tais anomalias podem ser trincas ou fissuras, infiltrações, lixiviação, entre outras.

De acordo com o livro “Trincas em edifícios; Causas, prevenção e tratamento” temos a seguinte descrição sobre o problema das trincas, p. 15.

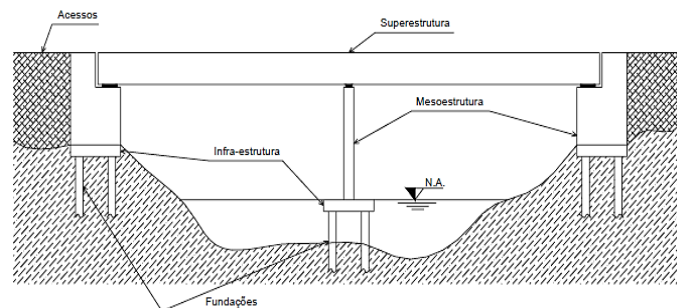
“Particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários”. (Trincas em edifícios; Causas, prevenção e tratamento, p.15).

Müller (2004) apresenta as principais manifestações patológicas mais frequentes nas pontes e viadutos, no que se refere ao elemento estrutural correspondente, são:

- Infraestrutura: Erosão sob as fundações diretas; Rochas como basalto fissurado; Recalques diferenciais; Deterioração de estacas; Fundações em pilares de cabeceira de pontes sujeitas a ações horizontais intensas de empuxo; Deslocamentos horizontais de camadas de terreno com baixa resistência; Recalques de estacas pré-moldadas; Corrosão das armaduras na face inferior de blocos de fundação; Corrosão em armaduras de estacas;
- Mesoestrutura: Ações de cisalhamento; Falta de cobrimento com oxidação das armaduras; Ausência de estribos em largos espaços; Falta de costura nas regiões de emendas das barras; Danos causados pelo impacto de materiais carregados pelos cursos d'água; Fissuras causadas por esforços hiperestáticos;
- Superestrutura: Lajes de passeio fissuradas; Fissuras; Rompimento dos guarda corpos; Oxidação de armaduras; Colapsos nos aparelhos de apoio; Juntas de dilatação deterioradas ou inexistentes; Pavimentos irregulares; Sistemas de Drenagem obstruídos.

A figura 1 detalha as partes constituintes das pontes e viadutos.

Figura 1 - Elementos constituintes de uma ponte.



Fonte: SARTORTI, 2008.

2.2 Principais patologias em estruturas de pontes e viadutos em concreto armado

2.2.1 Lixiviação e Eflorescência

É um processo patológico que ocorre nas estruturas de concreto, devido à infiltração de água, que dissolve e transporta cristais de Hidróxidos de Cálcio e Magnésio, podendo formar depósitos de sais conhecido como eflorescência. Ela (lixiviação) pode deixar o concreto com microfissuras. Estas microfissuras, em determinadas áreas, são particularmente perigosas, pois

contribuem para o aparecimento de uma patologia chamada carbonatação.

2.2.2 Carbonatação

É caracterizada pela diminuição da alcalinidade do concreto quando o mesmo é atacado pelo Dióxido de Carbono presente no meio, que reage com o Hidróxido de Cálcio presente no concreto formando Carbonato de Cálcio e água. O processo muda o PH do concreto e tira a proteção da armadura. O aço, sem esta passividade característica do concreto, fica sujeito à corrosão. Em estágios mais avançados, este aço, já em processo de corrosão, se expande rompendo a camada de cobertura de concreto, ficando assim a armadura corroída exposta. Essa manifestação patológica é muito danosa ao concreto estrutural, comprometendo a vida útil da estrutura.

2.2.3 Ação do Fogo

Segundo Jacobs (2007), os danos mais comuns no concreto após o contato com o fogo podem ser listados como o aparecimento de fissuras superficiais, ruptura dos elementos estruturais, lascamento do revestimento das armaduras e deformação do concreto.

2.2.4 Fissuração

Ocorre quando a tensão submetida ao concreto é superior à tensão de resistência que o mesmo possui. Pode estar em processo ativo (com força atuante no momento) ou passivo (com força não atuante no momento) e se desenvolve por meio de esforços de flexão, flexo compressão, torção, esmagamento, cisalhamento e tração o que ocasionam fissuras de diferentes formas. Para Bauer (2008) em todos os elementos de concreto podem aparecer fissuras, no entanto, devem-se identificar as origens, intensidades e magnitudes, para assim defini-las como deficiência estrutural ou não, onde somente com essa definição podem surgir medidas terapêuticas cabíveis a cada tipo delas.

“A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido a grande variabilidade e a baixa resistência do concreto a tração...” (NBR 6118:2004, p.79)

Além das fissuras por força ou movimentação, existem aquelas por cura deficiente, erro de projeto, erro de execução, ataques químicos, dentre outros. Outra classificação quanto ao tipo de fissura, é definida pelo IPR 774 (2010), nele é identificada como dois tipos para recuperação, sendo elas: vivas ou ativas, que ainda estão sujeitas a vibração e aumento de tamanho; e mortas ou inativas, que não tem possibilidade de piora ou aumento.

2.3 Principais patologias em pontes e viadutos em estruturas metálicas

Em estruturas metálicas, os principais aspectos patológicos são a corrosão, afrouxamento de elementos ligantes, fadigas, má conservação das vias.

- A corrosão é causada devido a degradação do material causada pelas intempéries, como chuvas, poluição e insolação.
- O afrouxamento dos elementos ligantes, como parafusos e rebites, é um problema grave, pois com o deslizamento das ligações causa o deslocamento e distorções na estrutura.
- As fadigas são ocasionadas por fissuras ou microfissuras, devido ao carregamento excessivo que a estrutura se submete. Essas fissuras podem causar o rompimento de forma brusca da OAEs.

2.4 Diferença entre Anomalias e Falha Construtiva

Nas inspeções, podem ser indicadas as anomalias ou as falhas de manutenção, sem a necessidade de detalhamento, em função do nível ou necessidade de aprofundamento conforme o objetivo da contratação. Entende-se que anomalia se trata de vícios construtivos, já a falha trata-se de um vício de manutenção. As anomalias podem ser do tipo: endógena, exógena e funcional.

- Anomalia Endógena: são originadas da própria estrutura, podendo ser erros de projeto ou construtivos, falhas de materiais de construção, desobediência às normas técnicas ou má execução. Por isso, esse tipo de anomalia é de quase sempre responsabilidade do empreendedor da obra.
- Anomalia Exógena: são provocadas por fatores externos à estrutura, ou seja, provocada por terceiros, por exemplo, a escavação da fundação de um terreno vizinho acarretou no

recalque da casa vizinha, ou seja, essa casa sofreu uma anomalia exógena.

- Anomalia Funcional: essa é originada pelo uso ou desuso da vida útil, ou seja, está ligada à falta de manutenção da estrutura. Evidentemente, todo material possuem a sua vida útil e isso pode prolongar ou diminuir de acordo com a periodicidade das manutenções realizadas nas construções.

Já as falhas construtivas, segundo o IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia), podem ser divididas em:

- Falhas de Planejamento: estão ligadas a falta de conhecimento e capacidade do profissional responsável pela obra.
- Falha de Execução: é a consequência da contratação de empresas não especializadas ou capacitadas para a execução de determinado serviço.
- Falha Operacional: são devido a erros de registro, rondas, controle e demais atividades dos sistemas construtivos.
- Falha Gerencial: é a falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, ou seja, a manutenção pode até estar prevista e bem orçada, porém ela não apresenta resultados satisfatórios. Por exemplo, uma reforma que começa com um preço inicial “x”, mas no final da reforma esse preço inicial dobra o seu valor.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste artigo contempla o estudo das principais manifestações patológicas das OAE's selecionadas, por meio de inspeções visuais baseadas na NBR 9452:2019, de acordo com os Critérios Avaliados em Inspeção Rotineira juntamente com os fundamentos da Engenharia Diagnóstica. Seguimos o seguinte roteiro:

1. Escolha das OAE's para serem inspecionadas, dando preferência para aquelas onde o tráfego é mais intenso;
2. Informações básicas de cada OAE identificada, suas devidas localizações;
3. Classificação do tipo de OAE a ser inspecionado;
4. Análise do tipo de estrutura;

5. Identificação das manifestações patológicas;
6. Com uma câmera, foram feitos registros fotográficos de cada anomalia encontrada;
7. Análises de conceitos teóricos e de propostas plausíveis para as correções das principais manifestações patológicas identificadas.

Para a realização das vistorias, fizemos o uso de um veículo automotivo para chegar ao local, uma vez que as pontes e o viaduto localizam-se por cima de outra via, facilitando o acesso em sua parte inferior – e superior. Não houve o uso de andaimes, escadas, entre outros. Para fotografar locais mais altos, utilizamos o zoom da câmera.

Tendo de apoio norma da ABNT NBR 9452:2019, os principais parâmetros utilizados para avaliação durante as inspeções das OAE's apresentadas neste artigo foram:

- Parâmetros Estruturais: estão relacionados à condição de segurança, resistência e estabilidade;
- Parâmetros Funcionais: quanto à utilização, tais como a sua geometria, visibilidade, gabaritos horizontais e verticais, estando também inclusos os guarda-corpos, barreiras, calçadas, sinalizações e iluminação;
- Parâmetros de Durabilidade: estão associados com a vida útil e sua localização, ataques ambientais, sendo responsáveis pelas anomalias: corrosão, surgimento de fissura e erosões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizadas as inspeções nas OAE's e apontadas as principais manifestações patológicas de forma visual, destaca-se algumas obras que apresentam certas peculiaridades em suas estruturas. Serão esclarecidas aqui as estruturas inspecionadas, bem como as possíveis propostas para o reparo das anomalias apresentadas.

4.1 Ponte 01

Essa ponte está localizada na Avenida das Pirâmides sobre o Córrego Água Branca no setor Jardim Califórnia. As principais manifestações encontradas nela é o recalque do tabuleiro devido a tensão de cisalhamento que um dos pilares sofreu, conforme figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 02 - Recalque da pista.



Fonte: Autores.

Figura 03- Pilar rompido.



Fonte: Autores.

Além disso, foram encontradas outras anomalias, como: aço exposto devido o deslocamento de concreto, ausência de aparelhos de apoio, erosão e inclinação dos demais pilares, conforme figura 04.

Figura 04- Pilares inclinados, gabiões mal encaixados e rachaduras na travessia direta, ausência de aparelhos de apoio.



Fonte: Autores.

Nessa ponte em específico, a sua inspeção foi acompanhada pelo Dr. Engenheiro Civil Rodrigo Da Mata e foi realizada uma Ficha de Inspeção Cadastral (Anexo I) onde, pela Norma do DNIT 010/2004, Anexo C, a condição de estabilidade da ponte se encaixaria como precária, já que nela “Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural” e se classifica como Obra Crítica, pois se configura como situação de emergência, já que a mesma foi totalmente interdita ao tráfego.

4.2 Ponte 02

A Ponte 02 está localizada no cruzamento da avenida T-9 com a Marginal Cascavel, setor Jardim América. Ela apresenta um problema de infiltração na junta de dilatação, como apresentado na figura 05, que costuma ser, na maioria das vezes, esquecido pelos profissionais na hora de realizar as manutenções. Não só isso, é provável que essa infiltração tenha ocasionado o deslocamento do concreto na região da junta, deixando, assim, a armadura exposta. Em alguns casos, é necessário que ocorra a manutenção das juntas de dilatação mais ou menos a cada 10 anos. Deve-se realizar a manutenção delas, a fim de cessar a infiltração; verificar se a armadura sofreu corrosão, caso afirmativo, fazer o tratamento adequado – realizando a limpeza do concreto e armadura com jato d’ água ou escova metálica, verificar se houve diminuição da seção do aço, para assim identificarmos se precisa ou não de reforço –, aplicação de primer e grauteamento em toda região que sofreu deslocamento.

Figura 05- Junta de dilatação com infiltração, deslocamento do concreto e armadura exposta.



Fonte: Autores.

Foi observada, também nessa ponte, a falta de aterro dos blocos de fundação, exemplificada na figura 06. É necessário que esses sejam totalmente cobertos e compactados. A compactação deve ser de forma que a vibração do equipamento não prejudique ou abale a estrutura. A falta desse aterro pode causar exposição excessiva do elemento estrutural (blocos de fundação) a intempéries, como chuvas, poluição – já que a ponte está em um meio urbano – deixando, assim, mais vulnerável aos aparecimentos de manifestações patológicas futuramente, tais como: lixiviação (devido ao excesso de umidade), deslocamento, armadura exposta, entre outros.

Figura 06- Blocos de fundação expostos.



Fonte: Autores.

4.3 Ponte 03

Essa ponte é composta por uma estrutura mista, sendo a fundação, pilares, tabuleiro e new jersey em concreto armado e as vigas e passarela em estrutura metálica. Encontra-se no cruzamento da Avenida T-63 com a Marginal Cascavel, no setor Jardim América.

No dia 20 de abril de 2021, quando foi realizada a inspeção, a ponte apresentou estacas e blocos de fundação expostos, como mostra a figura 07 a seguir. Foi observado que foram colocadas pedras, afim de proporcionar um aterramento, porém não é o mais viável para uma estrutura deste porte. É recomendável o reaterro desses elementos com solo adequado e bem compactado, de forma que as vibrações da máquina não prejudiquem a estrutura, como foi citado anteriormente, no item 4.2.

Figura 07- Blocos e estacas de fundação expostas.



Fonte: Autores.

Além disso, há presença de oxidação nas vigas metálicas da OAE, exemplificada na figura 08, onde, quando não tratadas, provoca a corrosão, que diminui a seção necessária do metal, logo o enfraquecimento da estrutura ou até mesmo o colapso. Nesse caso, a tratativa seria a limpeza com produtos químicos – que não aumente o dano – e voltar a proteger a superfície da estrutura.

Esse tipo de anomalia aparece devido a exposição excessiva à humidade e ao contato direto com o ar, prova disso são as manchas de insalubridade presentes nos new jersey e abaixo do tabuleiro e, também, por estar acima de um córrego. Contudo, também é importante o reparo dessas manchas, antes que esse problema aumente, provocando até uma lixiviação.

Figura 08- Manchas de insalubridade e viga metálica com oxidação.



Fonte: Autores.

4.4 Viaduto 01

Este viaduto se encontra no cruzamento da Avenida Araguaia com a Marginal Botafogo, é uma OAE construída inteiramente de concreto armado. Na inspeção, foram encontradas manifestações patológicas apenas na superestrutura, as quais foram armadura

exposta com oxidação e manchas de lixiviação, exemplificadas respectivamente nas figuras 09 e 10.

A armadura exposta nesse viaduto indica que houve insuficiência de vibração durante o lançamento de concreto na estrutura. A oxidação presente deve-se à exposição a intempéries e a gases poluentes que estão presentes naquele local. Como já citado no item 4.2, sobre a armadura exposta devido ao deslocamento de concreto na região da junta de dilatação, é necessário fazer o corte no concreto, contornando toda a região contaminada; efetuar a limpeza da armadura, retirando todo o resíduo da armadura e concreto – seja com jato d’ água ou escova metálica, em casos mais severos recomenda-se uso de lixas ou jato de areia –; verificar se houve diminuição da seção, ou seja, redução do diâmetro do aço – caso positivo, fazer o reforço adequado –; por fim realizar a aplicação de primer e grauteamento em toda região afetada.

Figura 09- Armadura expostas.



Fonte: Autores.

A mancha de lixiviação, representada na figura 09, nos leva a crer que há presença de umidade em determinados pontos do viaduto. Ela causa o enfraquecimento do concreto, aumentando os espaços vazios na estrutura, onde ficando submetida à ação de agentes nocivos, auxilia no processo de carbonatação do concreto. Quando a lixiviação está em estágio inicial, basta realizar a remoção do carbonato de cálcio localizado na superfície do concreto e avaliar se há ou não algum comprometimento estrutural.

Figura 10- Manchas de lixiviação.



Fonte: Autores.

5 CONCLUSÕES

Identificamos que as manifestações patológicas mais recorrentes estão ligadas a água, tais como manchas de insalubridade, infiltração em juntas de dilatação, oxidação, desaterro, entre outras. Deixando claro que, nas etapas construtivas cujo “vilão” externo maior é a água, deve receber atenção especial, assim evitando maiores problemas e, conseqüentemente, o custo da manutenção será mais baixo.

Observamos também, que há um descaso por parte do poder público com relação às manutenções periódicas dessas estruturas, visto que, a Ponte 02 (item 4.2) e a Ponte 03 (item 4.3) já foram inspecionadas e apresentadas no Trabalho Final de Curso – PUC Goiás – e defendido pelas alunas – hoje engenheiras civis – Thays Lopes e Nathalia Bontempo no ano de 2015. Com essa informação, identificamos que não houve quase nenhuma mudança significativa/eficaz com relação às manutenções.

Após as devidas apresentações das possíveis soluções para as patologias identificadas, listamos as OAE’s em ordem de prioridade de reparo, apresentando-as conforme quadro 01.

Ranking de Prioridade de Reparos		Motivo
1°	PONTE 01	Há graves danos na estrutura como um todo, por esse motivo, resultou na interdição da Ponte.
2°	PONTE 02	Existe exposição excessiva da infraestrutura e superestrutura, podendo causar a vulnerabilidade da estrutura.
3°	PONTE 03	Existe exposição da infraestrutura, porém com um reforço com pedras – não é o mais viável.
4°	VIADUTO 01	Pequenos danos na superestrutura, que podem ser reparados rapidamente.

Quadro 01 – Ordem de prioridade de reparos das estruturas.

Uma alternativa para que a prefeitura tenha um controle assíduo quanto a essas manutenções, não só de OAE's, mas também de obras em geral que necessitam de reparos, entre outros, seria a criação de um Plano de Manutenção Preventiva. Hoje em dia, já existem softwares desenvolvidos para esse tipo de serviço, em que, melhoram e facilitam a checagem dessas obras.

Sem mais a acrescentar, este trabalho serviu de forma benéfica ao nosso conhecimento e nossa formação. Com ele, podemos perceber a grande importância do estudo das manifestações patológicas em qualquer tipo de construção. A manutenção periódica das OAE's, seja preventiva ou corretiva, garante, de fato, o prolongamento da vida útil e principalmente a segurança dos cidadãos que a usufruem.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiro a Deus e a Nossa Senhora, que nos abençoaram e guiaram nossa jornada até aqui. Agradecemos também aos nossos familiares que nos deram todo apoio que precisamos para alcançar a tão sonhada graduação, bem como todos os professores e professoras que sempre foram muito solícitos e prestativos a nos ensinarem e nos capacitar de alunas a

profissionais. Agradecemos também as oportunidades de estágio recebidas, tanto na área de pontes e estradas, quando na área de engenharia diagnóstica que contribuíram muito para o nosso desenvolvimento intelectual e profissional.

Agradecemos também a banca, que se disponibilizaram afim de contribuir com a defesa deste. Por fim, um agradecimento em especial ao nosso professor orientador Murilo Meiron que nos guiou de forma tão esclarecedora, com toda a sua paciência para a realização deste Trabalho de Final de Curso II. Deixamos aqui nosso MUITO OBRIGADA a todos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9452/2019: **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas**. Acesso em: 16/09/2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - 6.118:2014 – **Projeto de Estruturas de Concreto**. Acesso em: 24/10/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - 16775:2020 – **Estruturas de aço, estruturas mistas de aço e concreto, coberturas e fechamento de aço**. Acesso em: 04/10/2021.

FIGUEIRO, Flávio. **Perícia de Engenharia – Uma visão Contemporânea**. 1 ed. São Paulo, 2022.

H. J. N. Lima, R. S. Ribeiro, R. A. Palhares, G. S. S. A. Melo. Análise de manifestações patológicas do concreto em viadutos urbanos. **Revista ALCONPAT**, Brasília, DF, 30/04/2019. Disponível em: <<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/308/570>>. Acesso em: 05/04/2021

Machado, R. N., Satorti A. L. **Pontes: Patologias dos Aparelhos de Apoio. IV Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras, Córdoba, Argentina, 04/04/2010**. Disponível em: <[Pontes: Patologias dos Aparelhos de Apoio - PDF Free Download \(docplayer.com.br\)](#)>. Acesso em: 24/09/2021.

Mapa da Obra. **Ambientes agressivos: quais os cuidados com o Concreto**. Disponível em: <[Ambientes agressivos: Quais os cuidados com o](#)

concreto? - Negócios - Mapa da Obra >. Acesso em: 10/10/2021.

MULLER, R. **Critérios para o planejamento e execução de recuperações estruturais em pontes e viadutos rodoviários no Estado do Paraná.** Dissertação (mestrado) da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

SARTORTI, A. L; MACHADO, R.N. **Patologias dos Aparelhos de Apoio.** CINPAR, 2010.

SENA, Gildeon, NASCIMENTO, Matheus, NETO, Abdala, LIMA, Natália. **Patologias das Construções.** 1 ed. Salvador, 2020.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998. 255 p..

Tecnosil. **Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?** Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/corrosao-de-armadura-o-que-causa-e-como-amenizar-esse-dano/>> Acesso em: 25/10/2021.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios – Causas, prevenção e recuperação.** APGIQ, 2003.

VASCONCELOS, Flávio. **ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO.** Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: < [Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado: estudo de caso.pdf \(ufal.br\)](#)>. Acesso em: 10/10/2021.