

Identificação de patologias presentes nas estruturas da ponte Dom Affonso Felipe Gregory

Identification of pathologies found in the Dom Affonso Felipe Gregory bridge's structures

DOI:10.34115/basrv6n6-012

Recebimento dos originais: 28/10/2022

Aceitação para publicação: 01/12/2022

Ludson Lima Bandeira

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA
E-mail: ludsonbandeira.201763170@uemasul.edu.br

Pedro Paulo de Andrade Silva

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA
E-mail: pedrosilva.2017081581@uemasul.edu.br

Carlos Henrique Carneiro Castro

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA
E-mail: carloscastro.201763143@uemasul.edu.br

Mário Silva de Lucena

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA
E-mail: mariolucena.2017081545@uemasul.edu.br

João Lucas Reis Barboza

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA
E-mail: joaobarboza.2017081438@uemasul.edu.br

Marcos Eduardo Maciel Franco

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA

E-mail: marcosfranco.201763107@uemasul.edu.br

Lucas Carvalho Silva

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA

E-mail: lucassilva.201763134@uemasul.edu.br

João Batista Lima e Silva Júnior

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA

E-mail: joaojunior.201762960@uemasul.edu.br

Randal Silva Gomes

Especialista em Infraestrutura de transportes pelo Instituto de Pós-graduação e Graduação (IPOG)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, CEP: 65930-000, Açailândia - MA

E-mail: randal.gomes@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo busca identificar e apresentar as manifestações patológicas existentes na ponte Dom Affonso Felipe Gregory situado na divisa do estado do Maranhão e Tocantins sendo um importante corredor econômico para as cidades da região. Para identificação de patologias em pontes ou qualquer outro tipo de estrutura, é necessário a realização de inspeções periódicas, devendo esta análise ser realizada de forma integral, sendo inspecionada a superestrutura, a mesoestrutura e a infraestrutura. Esta identificação patológica na ponte Dom Affonso Felipe Gregory recorreu-se a estudos de bibliografias relacionadas ao tema, além de coleta de dados realizada por meio de visitas, utilizando os métodos visuais e registros fotográficos. Os resultados mostram as patologias existentes sendo elas a exsudação na estrada, buracos na estrada, desagregação do concreto, desgaste do concreto por abrasão, fissuras na estrutura, falhas nas juntas de dilatação, corrosão das armaduras de aço. Pode-se concluir que a maioria dos problemas encontrados decorrem da falta de manutenção e da má execução da ponte.

Palavras-chave: patologias, pontes, estruturas.

ABSTRACT

This article seeks to identify and present the pathological manifestations existing in the Dom Affonso Felipe Gregory bridge located on the border of the state of Maranhão and Tocantins, being an important economic corridor for the cities of the region. To identify pathologies in bridges or any other type of structure, it is necessary to carry out periodic

inspections, and this analysis must be carried out in an integral way, being inspected the superstructure, the mesostructure and the infrastructure. This pathological identification in the Dom Affonso Felipe Gregory bridge was resorted to studies of bibliographies related to the theme, in addition to data collection carried out through visits, using visual methods and photographic records. The results show the existing pathologies, such as exudation on the road, holes in the road, concrete disintegration, concrete wear by abrasion, cracks in the structure, failures in expansion joints, corrosion of steel reinforcements. It can be concluded that most of the problems found are due to lack of maintenance and poor execution of the bridge.

Keywords: pathologies, bridges, structures.

1 INTRODUÇÃO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT enquadra as pontes como Obras de Arte Especiais – OAE's, juntamente com estruturas para viadutos, túneis, passarelas e estruturas de contenções que integram a malha rodoviária (DNIT, 2019).

Conforme Marchetti (2018), o que diferencia as pontes das demais OAE's é a sua função de permitir acessibilidade e ou passagem por locais com obstáculos, podendo ser rios ou braços de mar. Essas estruturas podem ser executadas em métodos construtivos utilizando madeira, concreto armado, concreto protendido, aço e combinações de materiais (Santos et al., 2022).

As pontes são estruturas de extrema importância para o sistema rodoviário. Retirar uma ponte de serviço ou restringir a carga máxima aceitável prejudica o bom funcionamento do transporte rodoviário ou ferroviário. Devido a sua importância muitos países determinam medidas para sua conservação, visto que a falta de manutenção pode ocasionar consequências. (MILANI & KRIPKA, 2012).

As obras de pontes em concreto, sem exceção prezam por uma grande durabilidade e segurança, onde a mesma é definida pela ABNT NBR 6118 (2014) – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, como uma estrutura que resiste às ações ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural da ponte, e pelo contratante do empreendimento no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

Como qualquer outra estrutura, as pontes estão sujeitas a diversas patologias. De acordo com Silva et al. (2021), essas podem ser oriundas por falhas de execução, uso contínuo da estrutura, manutenção precária e fatores climáticos.

Rêgo et al. (2022) informam que por natureza, certas partes das estruturas de uma ponte estão constantemente inseridas em um meio agressivo, o que pode acelerar sua degradação e deterioração, sendo tais problemas mais agravados quando o seu projeto ou sua manutenção são negligenciados.

Para identificação de patologias em pontes ou qualquer outro tipo de estrutura, é necessário a realização de inspeções periódicas. Para Campos et al. (2021) essa análise deve ser realizada de forma integral, sendo inspecionada a superestrutura, a mesoestrutura e a infraestrutura. Tal atividade proporciona resultados imperativos, podendo expor a sociedade e ao governo problemas estruturais na ponte em estudo, consequentemente incentivando reparos e a sua própria manutenção.

Para Lourenço et al. (2009) o procedimento de inspeção em pontes é bastante criterioso, uma vez que para ter uma maior exatidão na classificação de patologias existentes nessa estrutura, é necessário classificar o tipo e o porte da construção.

De acordo com o site da prefeitura municipal de Imperatriz – MA, em matéria publicada no ano de 2017, a ponte objeto de estudo está localizada entre os estados do Maranhão e Tocantins, sendo um importante corredor econômico para as cidades da região, tendo como exemplos o município de Imperatriz – MA e São Miguel do Tocantins – TO. Ainda conforme matéria publicada, a ponte Dom Affonso Felipe Gregory foi inaugurada no ano de 2009.

Sendo uma ponte bastante importante para a região, cumprindo objetivos sociais e econômicos, a mesma está sujeita a gerar grandes impactos à sociedade, se porventura sua utilização se tornar inviável. Portanto, uma manutenção periódica torna-se necessária para que pessoas e cargas possam trafegar com segurança e conforto (MILANI & KRIPKA, 2012).

O presente estudo tem como objetivo identificar as manifestações patológicas existentes na ponte Dom Affonso Felipe Gregory, bem como seus agentes causadores, a fim de fornecer subsídios aos seus administradores para que se possam gerar possíveis soluções de reparo estrutural e garantir a preservação do patrimônio público, a durabilidade e vida útil destas estruturas e segurança para os usuários.

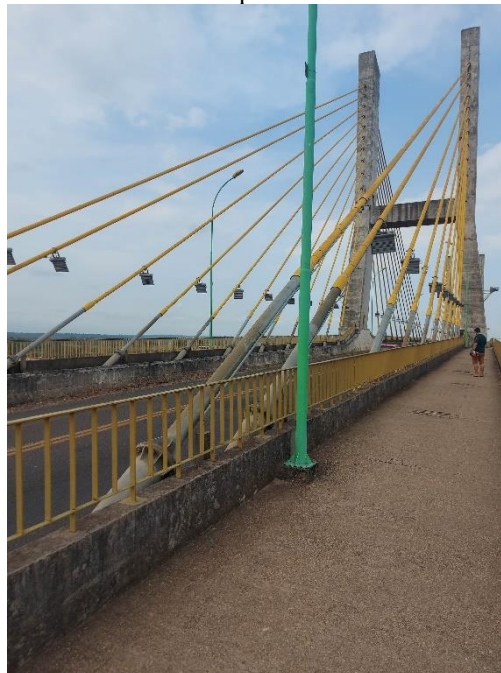
2 METODOLOGIA

O termo patologia é de origem grega (pathos, doença e logos, pesquisa) e é amplamente utilizado, em diferentes áreas científicas, os nomes dos sujeitos da pesquisa variam de acordo com o ramo de atividade (SILVA, 2011).

Ao analisar os efeitos patológicos nas estruturas, faz-se necessário entender quais as causas de seus surgimentos e a busca por soluções. O conhecimento de sua origem é importante não apenas para realizar reparos, mas também se certificar de que a estrutura não exiba tais efeitos novamente após os reparos, explica DIÓGENES et. al (2014).

Para identificação de patologias na ponte Dom Affonso Felipe Gregory recorreu-se a estudos de bibliografias relacionadas ao tema, além de um estudo de campo, onde foi realizada uma inspeção visual e fotográfica. Na Imagem 1 é observado alguns setores da estrutura da ponte em estudo.

Imagem 1 – Vista da estrutura da ponte Dom Affonso Felipe Gregory.

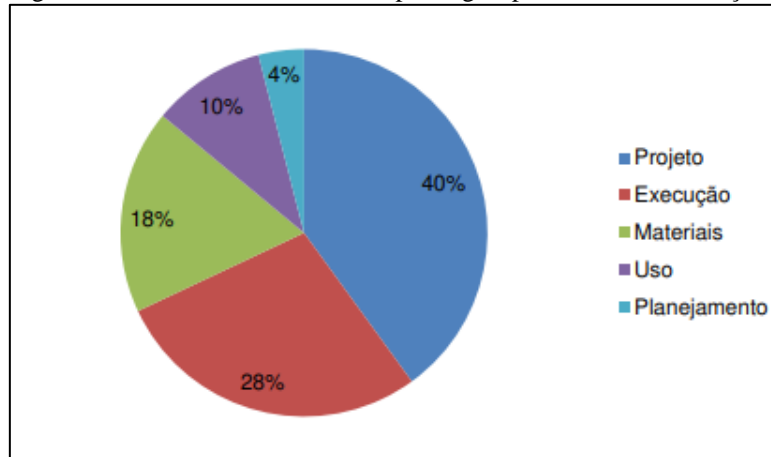


Fonte: Os autores.

Observa-se, também, que a mesma é designada como ponte estaiada devido o tabuleiro estar sendo suspenso por cabos de aço constituída por dois mastros. Além disso, esse tipo de ponte foi idealizado possuindo elementos estruturais em aço e em concreto, caracterizando uma ponte estaiada em estrutura mista.

Na figura 1 é observado que a ocorrência de patologias decorre principalmente por erros de projeto e execução. Sendo o uso, os materiais e o planejamento, fatores de pouca relevância em comparação aos principais.

Figura 1 – Percentual de causas das patologias presentes em edificações.



Fonte: Adaptado de Vitório (2003).

Sendo uma estrutura mista, o estudo das possíveis patologias presentes nessa estrutura e suas causas deve-se fundamentar nas estruturas em aço e concreto armado. Outrossim, a ponte Dom Affonso Felipe Gregory possui uma estrutura viária em pavimentação do tipo flexível ou asfáltica, onde deve-se, também, realizar um estudo sobre as principais patologias que ocorrem nessa infraestrutura viária e suas principais causas.

Para a identificação das patologias presentes na ponte e suas causas, recorreu-se às bibliografias de Boyu et al. (2019), Silva (2008), Bernucci et al. (2010), Alencar (2017), Ripper (2009), Almeida (2010), Lapa (2008), Almeida (2000), Campos et al (2021), Oliveira (2012), Diógenes (2014), Santos (2012), DNIT 092 (2006), Sousa et al, (2017), Lodi (2001) e Nascimento (2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tipos de patologias e suas causas serão abordados separadamente em tópicos ao longo deste capítulo.

3.1 EXSUDAÇÃO NA ESTRADA

A avaliação de uma superfície rodoviária é muito importante, pois a condição de um pavimento não influencia apenas a segurança dos condutores, mas também, o nível de conforto dos usuários, além de provocar consequências bem sérias como, por exemplo, acidentes (BOYU et al., 2019).

A exsudação que ocorre na rodovia procede da má execução no momento de sua construção. Silva (2008) descreve que essa patologia ocorre devido principalmente a um

baixo volume de vazios ou excesso de ligante, o mesmo exsudará através do revestimento se mantendo concentrado geralmente na trilha de roda. Na Imagem 2 é observado esse problema em um trecho da ponte em estudo.

Imagem 2 – Exsudação de asfalto na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Os autores.

Bernucci et al. (2010) explicam que o excesso de ligante asfáltico provoca na camada de rolamento uma interação entre os pneus pequena, aumentando riscos de acidentes em faixas rodoviárias que possuem exsudação.

3.2 BURACOS NA ESTRADA

Silva (2008) explica que uma possível causa para o aparecimento de buracos em pavimentos de asfalto, o mesmo tipo presente na ponte em estudo, é devido evoluções em outros tipos de patologias presentes em estradas, sendo elas as trincas, afundamentos e desgastes. Com isso, um fator de relevância para o surgimento de buracos está inteiramente ligado a manutenções falhas. Na Imagem 3 é possível observar buracos na ponte.

Imagem 3 – Buracos no asfalto da ponte Dom Affonso Felipe Gregory



Fonte: Os autores

3.3 DESGASTE DO CONCRETO POR ABRASÃO

O desgaste por abrasão de uma superfície de concreto, é provocada em geral, pelo tráfego de pessoas e de veículos, bem como o impacto ou atrito causado pelo arrastamento de partículas ou objetos soltos sendo comum em pavimentos, podendo ser classificadas conforme a profundidade do desgaste. (Almeida, 2000 & Lapa, 2008). Nota-se na Imagem 4 este tipo de patologia encontrada na ponte estudada.

Imagem 4 - Desgaste por abrasão na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores

Segundo Lapa (2008) neste caso específico apresentado na Imagem 4, o desgaste pode ser considerado severo, pois ocorre uma perda de argamassa superficial e de envolvimento dos agregados, e partículas do agregado graúdo em profundidades maiores que 25 mm, com a exposição da armadura de aço.

3.4 DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO ARMADO

Segundo Alencar (2017) a desagregação do concreto estrutural ocorre principalmente com a reação expansiva em componentes de grande porosidade, originada pela formação de elementos provenientes da oxidação das armaduras de aço, reações álcalis-agregados, cristalização de sais e ataques por sulfatos. Na Imagem 5 pode-se observar a desagregação do concreto.

Imagem 5 - Desagregação do Concreto na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores

De acordo com Souza e Ripper (2009) a desagregação e/ou deslocamento é um fenômeno que ocorre nas estruturas de concreto armado, geralmente em conjunto com fissurações, sendo que este comportamento é entendido como a separação de placas de concreto com a redução da função ligante do cimento, perdendo assim capacidade de resistir aos esforços solicitantes de forma localizada ou global na estrutura. As principais causas desta patologia são: fissuração, movimentação das fôrmas, corrosão do concreto, calcinação do concreto e ataques biológicos.

3.5 FISSURAS NA ESTRUTURA

As fissuras são consideradas como manifestações patológicas características das estruturas de concreto e podem ser classificadas de acordo com suas aberturas na estrutura (RIPPER; SOUZA, 2009). Para Campos et al. (2021) as fissuras podem surgir devido à excessiva exsudação da estrutura, evaporação rápida, endurecimento insuficiente do concreto, reforço insuficiente ou incorreto das juntas de construção e aumento da quantidade de reforço no concreto. Na Imagem 6 pode-se observar as fissuras na ponte.

Imagem 6 - Fissuras na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores

Segundo Oliveira (2012), as fissuras na estrutura podem aparecer em diferentes locais de acordo com suas causas, e podem ter nomenclaturas diferentes de acordo com as dimensões que representam, como demonstra a Figura 2.

Figura 2 - Anomalias de acordo com a abertura.

ANOMALIAS	ABERTURAS (mm)
Fissura	até 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Oliveira (2012).

3.6 JUNTAS DE DILATAÇÃO

De acordo com o DNIT 092/2006 – ES – Especificação de serviço, uma junta de dilatação é uma distância física entre dois elementos de uma estrutura, na qual esse afastamento permite a movimentação dos elementos por expansão e contração sem a troca de forças entre eles. As juntas de dilatação têm como princípio de funcionamento a absorção de dilatações e retrações entre materiais envolventes.

Segundo Diógenes (2014) a falta de material adequado para a vedação das juntas de dilatação em pontes, pode contribuir para uma má execução no projeto e consequentemente gerar falhas que permitam a infiltração de água atacando as armaduras e danificando os aparelhos de apoio. Na Imagem 7 pode-se verificar a deterioração das juntas de dilatação da ponte.

Imagem 7 - Juntas de dilatação na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores

3.7 PATOLOGIAS ORIGINADAS DEVIDO A TEMPERATURA AMBIENTE

É necessário citar a temperatura como um dos possíveis fatores para o surgimento de manifestações patológicas na ponte em estudo. A conversão de temperatura tende a provocar malefícios nas estruturas, uma vez que a temperatura da superfície se ajusta rapidamente, enquanto a do interior se ajusta lentamente, sendo um dos efeitos os destacamentos do concreto por intermédio dos choques térmicos. Os efeitos da temperatura no concreto podem ter origem tanto externa como interna (SANTOS, 2012).

Do ponto de vista externo, as condições climáticas, juntos com a umidade do ar e ventos, podem provocar problemas no concreto (SOUZA et al., 2017), confirmando a influência da variação de temperatura como uma das principais causas de fissuração do concreto nas pontes, como demonstrado na Imagem 8.

Imagem 8 - Rachaduras Proveniente da variação de Temperatura na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores.

3.8 CORROSÃO DAS ARMADURA DE AÇO

A corrosão foi definida por Lodi (2001) como a forma destrutiva que o material e o meio ambiente interagem, seja fisicamente (cavitação e erosão), quimicamente (lixiviação dos compostos hidratados do concreto e reações de expansão) ou eletroquimicamente (interação do material em meios aquosos).

Por se tratar de uma ponte os meios de corrosão serão químicos e eletroquímicos que são catalisados com a ausência de manutenção para que a armadura seja mantida quando o concreto se encontra permeável permitindo que íons adentrem as armaduras que iniciaram o processo de corrosão (NASCIMENTO, 2015). A Imagem 9 demonstra a interação direta da armadura com o ambiente.

Imagem 9 - Corrosão das armaduras de aço na ponte Dom Affonso Felipe Gregory.



Fonte: Autores

4 CONCLUSÃO

Portanto nota-se que as patologias presentes na ponte Dom Affonso Felipe Gregory são negligenciadas pelo Poder Público devido a quantidade e intensidade das mesmas. Além disso, pelas análises feitas pelos autores a má execução e a negligente manutenção dessa estrutura é um fator de contribuição para o processo degradativo da mesma. Foram identificadas uma quantidade significativa de patologias nas estruturas da ponte, sendo elas: a exsudação na estrada, buracos na estrada, desagregação do concreto, desgaste do concreto por abrasão, fissuras na estrutura, falhas nas juntas de dilatação e corrosão das armaduras de aço.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. de J.; LIMA, A. N. de; JUNIOR, W. J. de L.. **Manifestações Patológicas em Estruturas de Pilares de Concreto Armado no Centro de Saúde José Bandeira de Medeiros em Delmiro Gouveia - AL**. IV Erec, João Pessoa- PB, 2017.

ALMEIDA, I.R. **Influência da resistência a abrasão do agregado graúdo na resistência a abrasão de concretos de alto desempenho**. In: 42 Congresso Brasileiro do Concreto, Fortaleza/CE, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118/2014** – Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BASTOS, H. C. do N.; MIRANDA, M, Z. de. Principais patologias em estruturas de concreto de pontes e viadutos: manuseio e manutenção das obras de arte especiais. **CONSTRUINDO**, v. 9, n. 3, p. 93-101, 2017.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 2010. 475 p.

BOYU, Z.; TOMONORI, N.; KAI X. Road profile estimation, and its numerical and experimental validation, by smartphone measurement of the dynamic responses of an ordinary vehicle. **Journal of Sound and Vibration**, Tokyo, V. 457, p. 92-117, ISSN 0022-460X, 2019.

CAMPOS, C. da S. M.; CARVALHO, E. M. B. de; OLIVEIRA, M. L. G. J. de; OLIVEIRA, M. B. de; SOUZA, R. R. C. D. Estudo sobre patologias em pontes / Study on bridge pathologies. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 120720–120734, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n12-713. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/42031>. Acesso em: 7 oct. 2022.

CUNHA, M., HELENE, P., LOURENÇO, M., RIBEIRO, D., ALMEIDA, F. R., SALES, A., & SOUSA, C. (2013). **Corrosão em estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise** (Vol. 11). Elsevier Brasil. (CORROSÃO).

DIÓGENES, A. G. et al. **Manifestações patológicas em pontes da cidade de Sobral-CE**. In: X Congresso Internacional Sobre Patología y Recuperación de Estructuras. 2014.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Obras de Artes Especiais são o tema de painéis do terceiro dia da Semana do Planejamento, 2019. Disponível em <<https://bit.ly/36LKsaW>>

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Monografia para obtenção de especialização em Construção Civil, Belo Horizonte/MG, 2008.

LODI, Victor Hugo. **A corrosão das estruturas de concreto**. Xanxerê/SC, 2000.

LOURENÇO, Líbia C. et al. Parâmetros de avaliação de patologias em obras-de-arte especiais. **Revista Engenharia Civil**, Braga, n. 34, p. 5-14, 2009. https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n34/Pag_5-14.pdf

MARCHETTI, O. **Pontes de Concreto Armado. 2 ed.** São Paulo: Blucher, 2018. 01 p.

MILANI, C. J.; KRIPKA M. A identificação de patologias em pontes de madeira: diagnóstico realizado no sistema viário do Município de Pato Branco – Paraná. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, nº 4, vol.1, p. 23-33, 2012.

NASCIMENTO, F. B. C. do. **Corrosão em armaduras de concreto.** Maceió/ AL, 2015.

NORMA DNIT 092: Juntas de dilatação – Especificação de serviço. Espírito Santo. 2006. 5 p.

OLIVEIRA, A. M. de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

RÊGO, C. M. do .; VASCONCELOS FILHO, A. G. F. de; BORBA, L. F. F.; LEMOS, A. R. .; TENÓRIO, A. F. B.; TEIXEIRA, I. A. da R. .; OLIVEIRA, P. E. S. de .; MONTEIRO, E. C. B. . Survey of pathological manifestations in Santa Isabel bridge, through damage map. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e123111133382, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33382. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33382>. Acesso em: 7 oct. 2022.

SANTOS , M. C. S. dos .; GOMES, D. R. da S. .; SÁ, M. K. C. R. G. de .; SILVA, A. L. da .; GONÇALVES, P. de B. .; MONTEIRO, E. C. B. .; RABBANI, E. R. K. .; PÓVOAS, Y. V. . Pathological manifestations and structural restoration of the Estacio Coimbra bridge (Derby bridge in Recife). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 10, p. e58111032305, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i10.32305. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32305>. Acesso em: 7 oct. 2022.

SANTOS, M. R. G. **Deterioração das estruturas de concreto armado.** Monografia (Graduação). UFMG, Belo Horizonte, 2012.

SILVA, F. B. da. **Patologias das Construções: uma especialidade na Engenharia Civil**, 2011.

SILVA, H. T. da .; GUIMARÃES, L. S. .; TOLENTINO JÚNIOR, D. S.; CAMPOS, A. S. .; FRISSE, A. L.; COSTA, A. S. V. da .; CABRAL, S. C. .; FREITAS, L. F. . Restoration proposal for correction of pathologies in concrete bridge - case study in the city of Teófilo Otoni, Brazil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e21810615767, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15767. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15767>. Acesso em: 7 oct. 2022.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos. 2. ed.** São Paulo: Pini, 2008. 128 p. ISBN 978-85-7266-2003-1.

SOUZA, R. B. de. et al. Influência das variáveis atmosféricas na degradação dos materiais da construção civil. **REEC**. Goiás, Goiânia. 2017.

SOUZA, V. C. M. D.; RIPPER,. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: Pini, 2009.