

**FACULDADE DE IPORÁ – FAI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL HENRIQUE SANTOS TOLEDO, GLEYDSTON GOULART DA SILVA,
JÉSSICCA BEATRIZ MARTINS DOS SANTOS**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PONTES E BUEIROS DE UM
TRECHO DA GO-060, ENTRE IPORÁ E ISRAELÂNDIA - GOIÁS**

**IPORÁ-GO
OUTUBRO, 2021**

**GABRIEL HENRIQUE SANTOS TOLEDO, GLEYDSTON GOULART DA SILVA,
JÉSSICCA BEATRIZ MARTINS DOS SANTOS**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PONTES E BUEIROS DE UM
TRECHO DA GO-060, ENTRE IPORÁ E ISRAELÂNDIA - GOIÁS**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para
obtenção do grau de Engenheiro Civil no Curso de
Engenharia Civil na Faculdade de Iporá - FAI.

ORIENTADOR: Prof. Me. Jefferson E. S. Miranda

**IPORÁ-GO
OUTUBRO, 2021**

**GABRIEL HENRIQUE SANTOS TOLEDO, GLEYDSTON GOULART DA SILVA,
JÉSSICCA BEATRIZ MARTINS DOS SANTOS**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PONTES E BUEIROS DE UM
TRECHO DA GO-060, ENTRE IPORÁ E ISRAELÂNDIA - GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Engenheiro Civil, no curso de
Engenharia Civil da Faculdade de Iporá - FAI

Iporá, dede 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Jefferson E. S. Miranda - Titulação - (Faculdade de Iporá- FAI) – Orientador

Prof. Fulano de Tal - Titulação - (Faculdade de Iporá- FAI)

Prof. Fulano de Tal - Titulação - (Faculdade de Iporá- FAI)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus em primeiro lugar pelo dom da vida, as nossas famílias que nos instruíram pelo melhor caminho sendo força em nossos momentos de fraquezas, a Faculdade de Iporá-FAI que nos acolheu na instituição e principalmente ao Professor Orientando Jefferson E. S. Miranda que nos deu todo apoio para que este trabalho pudesse ser concluído com sucesso.

“Pontes sendo de suma necessidade, não só para o trânsito de [viajores] e tropas do caminho de rios, e de outros lugares, como também para o uso dos habitantes que dela fazem para virem assistir os ofícios, e atos religiosos, e recorrem as necessidades dos Sacramentos, e sendo um bem público.”

Barbosa, 2011.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa de Iporá á Israelândia	12
Figura 2. Eflorescência. GO-060 entre Iporá e Israelândia.	13
Figura 3. Manchas de umidade. GO-060 entre Iporá e Israelândia.	13
Figura 4. Fissura. GO-060 entre Iporá e Israelândia.....	14
Figura 5. Carbonatação. GO-060 entre Iporá e Israelândia.	14
Figura 6. Desagregação. GO-060 entre Iporá e Israelândia.....	14

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

GO - Goiás

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

PDI - Plano de Desenvolvimento Individual

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
BUEIROS	12
PONTES	13
CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS	16

ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PONTES E BUEIROS EM UM TRECHO DA GO-060 ENTRE IPORÁ E ISRAELÂNDIA, GOIÁS

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo analisar as patologias em estruturas de passagem, como pontes e bueiros, que estão localizados em um trecho da GO-060 entre Iporá e Israelândia. Foram analisados duas pontes e dois bueiros na GO-060 no mês de agosto de 2021. Durante a visita foi possível observar patologias em todas as estruturas, como fissuras, carbonatação e desagregação. O Bueiro B passou por recente reestruturação, então é mais novo que o Bueiro A. Assim, é provável que, pelo seu maior tempo de exposição às intempéries, foi possível observar maior quantidade de problemas. A ponte Matrinchã apresenta maiores patologias do que a ponte Laje, mas ambas apresentam carbonatação no tabuleiro e no guarda corpo, no tabuleiro apresentam fissuras. A ponte Matrinchã apresenta maiores desagregações no guarda corpo e tabuleiro devido ao maior índice de carbonatação. Nota-se que as patologias encontradas são comuns para esse tipo de estrutura. No entanto, é preciso cuidar e realizar a correta manutenção das obras, tendo em vista que a ocorrência e permanência de problemas poderá resultar em risco para quem utiliza a rodovia.

Palavras-chave: Estruturas, Concreto, problemas.

ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN BRIDGES AND culverts IN A SECTION OF GO-060 BETWEEN IPORÁ AND ISRAELÂNDIA, GOIÁS

ABSTRACT: This study aimed to analyze the pathologies in crossing structures, such as bridges and manholes, which are located in a stretch of the GO-060 between Iporá and Israelândia. Two bridges and two manholes on GO-060 were analyzed in August 2021. During the visit it was possible to observe pathologies in all structures, such as cracks, carbonation and disaggregation. Manhole B underwent recent restructuring, so it is newer than Manhole A. Thus, it is likely that, due to its longer exposure to bad weather, it was possible to observe a greater number of problems. The Matrinchã bridge has more pathologies than the Laje bridge, but both have carbonation on the deck and on the guardrail, on the deck they have cracks. The Matrinchã bridge presents greater disaggregation in the guardrail and deck due to the higher carbonation index. Note that the pathologies found are common for this type of structure. However, it is necessary to take care and carry out the correct maintenance of the works, considering that the occurrence and permanence of problems may result in risk for those who use the highway.

Palavras-chave: Structures, Concrete, Problems.

INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas nas construções podem ocorrer devido inúmeras falhas construtivas, como erros no projeto, irregularidades na execução, erros profissionais, mão de obra desqualificada, má qualidade dos materiais ou uso inadequado dos mesmos (FERREIRA, LOBÃO, 2012). Tendo demonstrado a importância de estabelecer métodos de avaliação da patologia em edifícios e outros meios, é importante criar um sistema de gestão integrada, que possibilite o acesso ao vasto campo do conhecimento da patologia das construções (FERRAZ; BRITO; FREITAS; SILVESTRE, 2015).

Esses problemas podem apresentar diferentes formas como fissuração, desagregação, deslocamentos, eflorescências, corrosão, trincas por fadiga, afrouxamento de ligações e deformações e/ou deslocamentos excessivos de elementos estruturais, que causam danos e desvalorização do sistema construtivo ou até mesmo interdição (FERREIRA, LOBÃO, 2012; CARDOSO, ARAÚJO, CÂNDIDO, 2008). Em geral, as manifestações patológicas tendem a se intensificar com o tempo e, se não tratadas corretamente, podem causar muitos danos graves, como o colapso estrutural, e oferecer risco a segurança de pessoas que utilizam o local (BRAGA, BRANDÃO, RIBEIRO, DIOGÉNES, 2020; CARDOSO et al., 2008).

Através de análises de dados coletados em estudos de investigação é possível estabelecer bases de dados confiáveis, que fornecem ainda orientação na prevenção e reparação de anomalias em elementos não-estruturais, importantes no desenvolvimento das obras (FERRAZ, BRITO, FREITAS, SILVESTRE, 2015). Assim, o aprimoramento dos projetos possibilita compactar suas etapas e melhorar seus resultados, abrindo espaço para novos estudos que avaliem e reforcem a criação desses conjuntos de dados conforme a necessidade de inspeção automatizada para cada problema (RUIZ, JUNIOR, NETO, FERNANDES, 2020). Para evitar erros, problemas e surgimento de patologias, normas de projetos foram elaboradas para que as estruturas sejam seguras, com desempenho garantido e prolongado.

Nesse sentido, para pontes de concreto é obrigado que haja estudos básicos, como: “levantamentos topográficos (também batimetria, se necessário) e de interferências, projeto geométrico completo, dados geológicos, geotécnicos e hidrológicos, gabaritos em largura e altura e outros condicionantes do projeto” (NBR 7187, 2003, p. 02). Porém, mesmo com tais normas a serem respeitadas é notável o desgaste e defeitos estruturais que surgem com o tempo (DABOUS, FERROZ, 2020). Para os bueiros deve seguir a norma 023/2006 do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte). “Para o escoamento seguro e

satisfatório o dimensionamento hidráulico deverá considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, cuidando ainda, evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no corpo estradal, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.” (NORMA DNIT 023/2006, p. 03).

Com o passar dos anos é inevitável que estruturas como bueiros e as pontes se desgastem devido inúmeras variáveis. No entanto, alguns fatores podem antecipar esse processo, como: material de qualidade baixa, acidentes futuros, falhas congênitas, falhas adquiridas durante o processo construtivo, falhas por causas acidentais, excesso de carregamento, mudança surpresa nos leitos dos corpos d’água e uso inadequado da estrutura. Mesmo que em geral as pontes apresentem grande durabilidade, vale lembrar que sua vida útil não é infinita. Para que esta vida útil seja superior é necessário que aconteça manutenção compatível com problemas e possíveis anomalias, realizando posteriormente as correções ou prevenções necessárias (VITÓRIO, 2002).

Esses problemas nas estruturas podem crescer por várias razões, como ambiente agressivo, tráfego mais árduo que o esperado, ataques químicos, material de baixa qualidade, execução incorreta ou falta de manutenção, e por isso há a criação de normas e fiscalização (MILANI, KRIPKA, 2012; ROCHA, IBARRA-VILLANUEVA, 2020). O Brasil ainda não dispõe de um conhecimento específico detalhado para avaliação da durabilidade e segurança estrutural de pontes, principalmente das mais antigas, quando necessita de tal avaliação é feita de acordo com as particularidades de cada caso, estudadas por um engenheiro competente na área (VITÓRIO, BARROS, 2013).

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo analisar as patologias em estruturas de passagem, como pontes e bueiros, que estão localizadas em um trecho da GO-060 entre Iporá e Israelândia - Goiás. Devido aos acidentes que ocorreram nos últimos anos e foram noticiados na mídia regional, partiu-se da hipótese que todas as estruturas apresentariam patologias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um trecho da GO-060 localizado entre as cidades de Iporá e Israelândia (Figura 1). A área de estudo está inserida na região Oeste do estado de Goiás. O trecho da rodovia é do tipo pista simples e pavimentada.

Figura 1- Mapa de Iporá á Israelândia



Fonte-Adaptado de Google-Earth, 2021.

O trecho foi percorrido no dia 22 de agosto de 2021 e todas as pontes e bueiros foram analisados quanto a presença de patologias. Durante a visita para observação da estrutura foi averiguado os tipos de patologias, a quantidade de cada tipo e o local das patologias encontradas. Para efeito de comprovação e registro as pontes e bueiros foram fotografados através de câmeras digitais mostrando as patologias e sempre que possível foi utilizada uma régua para comprovar escala.

Foi feita apenas análise descritiva dos problemas, com proposta de soluções para cada um. Para a discussão foi feita a comparação qualitativa, considerando o tipo de patologia em cada estrutura e se ocorria nas demais analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados duas pontes e dois bueiros no trecho da GO-060 entre Iporá e Israelândia – Goiás e todos foram analisados. Durante a visita foi possível observar patologias em todas as estruturas, como fissuras, carbonatação e desagregação.

Bueiros

Foi observado que os bueiros apresentam alguns tipos de patologias, como eflorescência (Figura 2) e manchas de umidade (Figura 3). As eflorescências e manchas de umidade nas duas estruturas por conta da exposição a água. O Bueiro B passou por recente reestruturação, então é mais novo que o Bueiro A. Assim, é provável que, pelo seu maior tempo de exposição às intempéries, foi possível observar maior quantidade de problemas.

Figura 2. Eflorescência. GO-060 entre Iporá e Israelândia.



Fonte-Própria, 2021.

Figura 3. Manchas de umidade. GO-060 entre Iporá e Israelândia.



Fonte-Própria, 2021.

Pontes

Foi observado que as pontes apresentam diversas patologias, como fissura (Figura 4), carbonatação (Figura 5) e desagregação (Figura 6). A ponte Matrinhã apresenta maiores patologias do que a ponte Laje, mas ambas apresentam carbonatação no tabuleiro e no guarda corpo, no tabuleiro apresentam fissuras. A ponte Matrinhã apresenta maiores desagregações no guarda corpo e tabuleiro devido ao maior índice de carbonatação.

Figura 4. Fissura. GO-060 entre Iporá e Israelândia.



Fonte-Própria, 2021.

Figura 5. Carbonatação. GO-060 entre Iporá e Israelândia.



Fonte-Própria, 2021.

Figura 6. Desagregação. GO-060 entre Iporá e Israelândia.



Fonte-Própria, 2021.

As quatro estruturas analisadas apresentaram patologias decorrentes do contato com a água. Por conta desse contato direto com a água pode ocorrer excesso de umidade e resultar em problemas. As manchas de umidade são patologias visuais (BRAGA; BRANDÃO; RIBEIRO; DIOGÉNES, 2020) e, segundo Takeda e Mazer (2020), a associação da presença de umidade é comumente relacionada ao descolamento em uma mesma região, condição que potencializa a evolução de novos danos.

Também foram registradas fissuras, que são consideradas aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural o que torna um local para a entrada de agentes agressivos à estrutura, a fissuração é quando a tensão resistiva está sendo ou foi superada por esforços sobre a estrutura. Segundo a (NBR 6118/2003), o risco e a evolução da corrosão do aço na região das fissuras de flexão transversais à armadura principal dependem essencialmente da qualidade e da espessura do concreto de cobertura da armadura.

Do ponto de vista técnico, é viável fazer a detecção das fissuras por PDI (plano de desenvolvimento individual), no entanto é considerado um trabalho complexo quando há elevada variação nas imagens de estudo (RUIZ; JUNIOR; NETO; FERNANDES, 2020). Para isso, a reparação e reforço dos elementos que necessitam de intervenção devem decorrer de projetos elaborados por profissionais especializados e executados com capacidade técnica para trabalhar na recuperação e reforço de estruturas de pontes (LIMA; RIBEIRO; PALHARES; MELO, 2020).

A Carbonatação do concreto, que foi registrada nas duas pontes, é resultado da transformação do hidróxido de cálcio, com alto pH, em carbonato de cálcio, que tem um pH mais neutro (VITÓRIO, 2002). De acordo com o mesmo autor, é uma das causas mais frequentes da corrosão em estruturas de concreto armado. De acordo com (POSSAN, 2010) no que se refere à garantia da durabilidade e à vida útil das construções em concreto, por meio de estimativas de profundidades de carbonatação de concretos de fácil utilização, pode ser empregado para previsões de vida útil, auxiliando a tomada de decisão e a seleção de alternativas de projetos de engenharia em prol da durabilidade.

A desagregação, também registrada em ponte e bueiro, é considerada como a quebra de fragmentos de concreto, que na maioria das vezes é causada pela oxidação e expansão das armaduras, pelo teor de inchamento do concreto quando este entra em contato com a água e pelo trabalho estrutural (VITÓRIO, 2002). Pontes e Pereira (2019), ressaltam a importância de estudos, do incentivo ao desenvolvimento de novos ensaios e testes referentes ao ataque de sulfatos na desagregação. Visto a necessidade de maiores pesquisas para a criação de novas

formas e materiais mais econômicos e sustentáveis e de melhor rendimento para a proteção do concreto em ambientes susceptíveis a ataque de sulfatos.

CONCLUSÃO

Conclui-se através dos resultados que a hipótese inicial foi confirmada e as duas pontes e os dois bueiros entre Iporá e Israelândia apresentam patologias. Nota-se que as patologias encontradas são comuns para esse tipo de estrutura. No entanto, é preciso cuidar e realizar a correta manutenção das obras, tendo em vista que a ocorrência e permanência de problemas poderá resultar em risco para quem utiliza a rodovia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7187: Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 02. 2003. Disponível em <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/14026/material/norma%20NBR7187_2003.pdf>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

BARBOSA, LIDIANY SILVA. **Os provedores da técnica: os engenheiros provinciais e a edificação da infraestrutura viária de Minas Gerais**. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, set 2011. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/kpyhrngGG4xPxbpVw73WWkG/?lang=pt>>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

BRAGA, ISAÍAS CARLOS et al. **Application of GUT Matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions**. Revista ALCONPAT, v. 9, n. 3, p. 320-335, 2019. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352019000300320&lang=en>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

CARDOSO, MANOEL GONÇALVES; ARAÚJO, ERNANI CARLOS DE; CÂNDIDO, LUIZ CLÁUDIO. **Inspeção de ponte ferroviária metálica: verificação da capacidade de carga da " Ponte da Barra" em Ouro Preto/MG.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 61, p. 211-218, 2008. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rem/a/bNSfP7YFXWfVFKYLpD56rHk/?lang=pt>>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

DABOUS, SALEH ABU; FEROZ, SAINAB. **Condition monitoring of bridges with non-contact testing technologies.** Automation in Construction, v. 116, p. 103224, 2020. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519312853>>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

FERRAZ, G. T; BRITO, J. DE; FREITAS, V. P. DE; SILVESTRE, J. D. **Sistemas de gestão técnica integrada de edifícios: inspeção e reparação de elementos não estruturais.** Revista ALCONPAT, Alconpat, v. 5, n. 2, p. 138-150, 2015. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000200138&lang=pt>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

FERREIRA, J. B., & LOBÃO, V. W. N. **Manifestações patológicas na construção civil.** Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT – SERGIPE, v. 5, n. 1, p. 71, 2018. Disponível em <<https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/5853/2971>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

LIMA, H. J. N; RIBEIRO, R. S; PALHARES, R. A; MELO, G. S. S. A. **Analysis of pathological manifestations of concrete in urban overpasses.** Revista ALCONPAT, v. 9, n. 2, p. 247-259, 2019. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352019000200247&lang=en>. Acesso em 10 de setembro de 2021.

MILANI, CLEOVIR JOSÉ; KRIPKA, MOACIR. **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, v. 4, n. 1, 2012. Disponível em <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/17726/11290>>. Acesso em 10 de setembro de 2021.

NORMA DNIT 023/2006 – ES. **Drenagem – Bueiros tubulares de concreto - Especificação de serviço.** Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 15/08/2006. Disponível em <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servicos/dnit_023_2006_es.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2021.

PONTES, VICTOR CUNHA PEREIRA. Efeitos dos sulfatos na degradação do concreto. **Repositório Institucional da UFPB,** 2019. Disponível em <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17082/1/VCPP21102019.pdf>>. Acesso em 15 de setembro de 2021.

POSSAN, EDNA. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2010. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28923/000773564.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 26 de setembro de 2021.

ROCHA, J.H.A E IBARRA-VILLANUEVA, R. **Identificação e análise do aparecimento de defeitos patológicos em superestruturas de pontes de concreto armado na região do Chapare, Bolívia.** DYNA, 88 (216), pp. 15-21, janeiro - março de 2021. Disponível em

<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532021000100015>.
Acesso em 26 de setembro de 2021.

RUIZ, RAMIRO DANIEL BALLESTEROS et al. **Processamento digital de imagens para detecção automática de fissuras em revestimentos cerâmicos de edifícios**. Ambiente Construído, v. 21, p. 139-147, 2020. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/ac/a/fkNKmmBtpzy9LsB7sg5fbBm/?lang=pt>>. Acesso em 26 de setembro de 2021.

VITÓRIO, AFONSO. **Pontes rodoviárias**. Editora eletrônica, Mayra Melo, 2002. Disponível em <https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Rodoviaras_Fundamentos_Conservacao_Gestao.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2021.

VITÓRIO, J. ET AL. **Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade de 100 pontes rodoviárias no Brasil**. Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes, ASCP, Porto: Portugal, p. 62-70, 2013. Disponível em <https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos_Estruturais_Estabilidade_100_Pontes_Rodoviaras_Brasil.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2021.