
DESABAMENTO EM PONTE METÁLICA EM BACABAL, MARANHÃO: as causas e possíveis soluções

METALLIC BRIDGE FAILURE IN BACABAL, MARANHÃO: causes and possible solutions

FALLA DE PUENTE METÁLICA EN BACABAL, MARANHÃO: causas y posibles soluciones

Leonardo Sousa Pacheco de Morais¹

Centro Universitário UNDB, São Luís, Maranhão

Marcela Andrade de Carvalho²

Centro Universitário UNDB, São Luís, Maranhão

Raisa Marya Correa Souza Diniz³

Centro Universitário UNDB, São Luís, Maranhão

RESUMO

O estudo aprofundado sobre patologias as quais estruturas estão sujeitas é de suma importância para o planejamento, concepção de projeto, execução e, até mesmo, para a escolha do material que será utilizado. Dito isso, o trabalho investiga o desabamento da ponte metálica de Bacabal, Maranhão, levando em consideração, questões relacionadas à disfunção do emprego de esforços sobre a estrutura e as principais patologias associadas as pontes metálicas. Em suma, a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi a pesquisa bibliográfica voltada para um estudo de caso, baseando-se a artigos científicos e discussões conectadas às possíveis hipóteses relacionadas com o desabamento da ponte metálica. Portanto, considerando as pesquisas aliadas com as informações levantadas acerca do desabamento, evidenciou-se a

¹ Graduanda em Engenharia Civil. Centro Universitário UNDB. marcelandrd12@hotmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil. Centro Universitário UNDB. leonardo.spm@hotmail.com.

³ Professora, Orientadora, Física, Doutora. Centro Universitário UNDB. raisa.marya@undb.edu.br.

utilização inapropriada da ponte pela população local, além do descomprometimento dos gestores públicos para com sua manutenção. Tal colapso poderia ter sido evitado através de manutenções preventivas aliadas com as corretivas, uma vez que o surgimento de patologias como, por exemplo, a corrosão, é inevitável, ainda mais levando em consideração o ambiente agressivo em que a ponte se localizava.

Palavras-chave: Desabamento; Ponte; Patologia; Manutenção; Ambiente.

ABSTRACT

The in-depth study of pathologies to which structures are subject is of paramount importance for planning, project design, execution and even for choosing the material that will be used. That said, the work investigates the collapse of the metal bridge in Bacabal, Maranhão, taking into account issues related to the dysfunction of the use of efforts on the structure and the main pathologies associated with metal bridges. In short, the methodology used for the development of the work was the bibliographic research focused on a case study, based on scientific articles and discussions connected to possible hypotheses related to the collapse of the metal bridge. Therefore, considering the research combined with the information gathered about the collapse, the inappropriate use of the bridge by the local population was evidenced, in addition to the lack of commitment of public managers to its maintenance. Such a collapse could have been avoided through preventive maintenance combined with corrective ones, since the emergence of pathologies such as corrosion, for example, is inevitable, even more considering the aggressive environment in which the bridge was located.

Keywords: Collapse; Bridge; Pathology; Maintenance; Environment.

RESUMEN

El estudio en profundidad de las patologías a las que están sujetas las estructuras es de suma importancia para la planificación, el diseño del proyecto, la ejecución e incluso para la elección del material a utilizar. Dicho esto, el trabajo

investiga el colapso del puente metálico en Bacabal, Maranhão, teniendo en cuenta cuestiones relacionadas con la disfunción del uso de esfuerzos en la estructura y las principales patologías asociadas a los puentes metálicos. En resumen, la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue la investigación bibliográfica centrada en un estudio de caso, a partir de artículos científicos y discusiones relacionadas con posibles hipótesis relacionadas con el colapso del puente metálico. Por lo tanto, considerando la investigación combinada con la información recabada sobre el colapso, se evidenció el uso inadecuado del puente por parte de la población local, además de la falta de compromiso de los gestores públicos con su mantenimiento. Tal colapso podría haberse evitado mediante un mantenimiento preventivo combinado con uno correctivo, ya que la aparición de patologías como la corrosión, por ejemplo, es inevitable, más aún considerando el ambiente agresivo en el que se encontraba el puente.

Palabras clave: Colapsar; Puente; Patología; Mantenimiento; Ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Toda estrutura é dimensionada a suportar determinados esforços e certo tempo de vida útil, contudo, as ações patológicas, dentre outros fatores favorecem o envelhecimento acelerado das estruturas. Existem medidas necessárias que atuarão com a prevenção do surgimento de manifestações patológicas nas supramencionadas.

Para que sejam realizadas correções mais precisas, faz-se necessário realizar o acompanhamento periódico através de avaliações das estruturas, evitando que as mesmas apresentem risco a vida humana. Em complemento, conforme afirma Ferreira e Lobão (2018), ainda que seja possível observarmos avanços tecnológicos na construção civil, as patologias continuam presentes em construções, pois uma construção não dura para sempre, então é necessário que aconteça manutenções e reparos periódicos para que sua vida útil seja prolongada.

Para Vitório (2018), é de suma importância destacar que os órgãos responsáveis pelas pontes e viadutos além de realizar ações voltadas para a

execução de novas pontes, também regem um plano secundário acerca da manutenção de pontes existentes, tal atitude é consequência dos números significativos em relação à quantidade de colapso de pontes antigas por falta de manutenção.

No município de Bacabal, Maranhão, havia uma ponte edificada em estrutura metálica assente sobre o Rio Mearim, que servia de passagem para os transeuntes veio ao colapso, ceifando vidas de alguns usuários. Conforme relatos dos populares havia um tráfego inadequado de motos sobre a estrutura, assim como possíveis furtos de parte da sua estrutura. A partir das informações supracitadas, cabe o seguinte questionamento: Quais as possíveis causas que levou a ponte metálica a colapsar?

O trabalho teve como objetivo geral apontar possíveis causas que ocasionaram o colapso da ponte metálica na cidade de Bacabal, localizada no estado do Maranhão. Os objetivos específicos são: Investigar a literatura científica disponível em fontes confiáveis sobre colapso de estruturas metálicas; abordar de maneira minuciosa acerca das hipóteses citadas no trabalho como possíveis causas para a queda da ponte metálica; encontrar soluções preventivas e corretivas que sejam viáveis do ponto de vista técnico para que sejam evitadas futuras tragédias como a abordada no trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manutenção

A manutenção e o reparo de patrimônios são fatores substanciais para o prolongamento da vida útil de infraestruturas, constata-se que o valor dos investimentos destinado a este campo de serviço pode representar um vigente passo para o desenvolvimento de uma sociedade, uma vez que haja a devida valorização do patrimônio em sua região, seja pela sua idade ou pela sua importância social.

2.1.1 Tipos de manutenções

Segundo Villanueva (2015), as principais estratégias para manutenção de estruturas são: a manutenção preventiva, a manutenção

corretiva, a manutenção preditiva e a manutenção detectiva. A manutenção preventiva é definida como um conjunto de ações antecipadas que podem evitar o comprometimento da estrutura, a fim de prolongar a sua vida útil, utilizando dados como inspeções periódicas, avaliações de manutenções anteriores e vistoria constante em sua infraestrutura.

Em contrapartida, ABNT NBR 5674:2012 conceitualiza a manutenção corretiva como uma intervenção imediata da situação problema independente dela ser planejada ou não, a paralisação total ou parcial é uma das características que fazem com que esta estratégia seja considerada a de maior custo, estimada até 5 vezes superior à manutenção preventiva. Este tipo de manutenção está amplamente difundido no cenário brasileiro, devido aos custos dos materiais utilizados em prol de um processo mais rápido de reparação, porém, menos eficaz.

É muito comum a seguinte frase “a construção civil ainda é muito corretiva ao invés de preventiva”, relacionando o posicionamento de Villanueva (2015) e a ABNT NBR 5674:2012, chegaremos à conclusão de que a manutenção corretiva sai muito mais caro para o bolso dos gestores, então por que será que ela ainda é a mais comum? Como foi dito na introdução a maioria dos gestores estão preocupados em entregar a obra e mostrar que estão trabalhando para o povo, por isso muitas etapas imprescindíveis para que seja possível realizar a manutenção preventiva são, simplesmente, ignoradas.

A principal característica da manutenção preditiva é seu aspecto econômico, Villanueva (2015) aponta que este tipo de estratégia considera a necessidade de intervenção apenas quando obrigatória, com o intuito de reduzir quaisquer gastos desnecessários, através do monitoramento constante das condições de desempenho e rendimento da estrutura para a devida elaboração de intervenções na estrutura.

Villanueva (2015) define a Manutenção Detectiva como um meio de solucionar o problema a partir da origem, a utilização de sistemas operacionais capazes de realizar a busca e o reparo de falhas ocultas, sem interferir com o fluxo de trabalho, ou seja, evitando a paralisação da estrutura, a sua principal característica é sua automação, o que diferencia este tipo de estratégia em

relação as demais, por utilizar sistemas de proteção e gerenciamento, esta possui maior credibilidade em seu diagnóstico, e por se tratar de uma metodologia criada nos anos 90, o torna bastante recente e conseqüentemente pouco difundida no cenário global, mas cada vez mais vem progredindo.

Podemos observar semelhanças de conceitos entre os tipos de manutenções corretiva e preditiva, preventiva e detectiva, mas é óbvio que há suas particularidades, por exemplo, na manutenção corretiva não há um planejamento antecipado, ou seja, os gestores só tomam consciência quando o colapso da estrutura em questão está iminente, em contrapartida, apesar de esperar até o limite para que seja solucionado o problema, na manutenção preditiva existe um acompanhamento para que essa ação ocorra no momento certo, nem antes e nem depois necessário.

Quando comparamos a preventiva com a detectiva, podemos apontar como particularidades o fato de que a denominação da preventiva já nos dá uma ideia de antecipação, ou seja, são ações antecipadas para evitar colapsos e prolongar a necessidade de reparos, já a detectiva trabalha com sistemas de gerenciamento e segurança, isso permite detectar os mínimos problemas que podem surgir e ainda os resolver sem interromper o funcionamento do que quer que esteja presente na estrutura.

2.2 Patologia

2.2.1 Conceito de patologia

Vitório (2003) conceitua a patologia utilizando uma analogia entre um edifício e um ser humano, da mesma forma o que ser humano adoece um edifício também pode adoecer, seja por fatores internos, externos ou pela natureza. As falhas de projeto e execução geram doenças causadas internamente, quando observamos terceiros causando danos a uma estrutura, podemos dizer que ela está sofrendo com doenças externas, por fim, as doenças causadas pela natureza são aquelas que não temos a intervenção direta da ação humana, mas sim do ambiente em qual a estrutura estará exposta.

2.2.2 Manifestações patológicas em pontos de metálicas

A partir de investigações em artigos já existentes como objeto de estudo é possível observarmos que a corrosão atmosférica e a fadiga da estrutura são as mais comuns dentre tantas em pontes metálicas, então os dois tipos serão fundamentados logo abaixo.

2.1.1.1 Corrosão em pontes metálicas

Em geral, a corrosão é apontada como uma consequência de um processo físico ou químico que age, principalmente, em estruturas metálicas. A corrosão causa a deterioração do material, assim prejudicando a funcionalidade da estrutura como um todo.

Para Santos *et al.* (2013, p.294) a corrosão pode ser apontada como uma ação espontânea que está constantemente transformando os materiais metálicos, causando assim uma perda no desempenho para aquilo que foi destinado a satisfazer.

De acordo com Vitório (2018) a corrosão é a patologia que mais se destaca quando nos referimos a estruturas de aço, aponta como fatores cruciais para tal: a umidade, agentes poluentes e sais higroscópicos.

Podemos unir os posicionamentos dos dois autores e trazer uma contextualização relacionada às funcionalidades de uma ponte e criar um cenário com possíveis localizações. As pontes surgiram como um meio de facilitar o deslocamento de pessoas como foi apontado na introdução do trabalho, então, podemos levantar a seguinte questão: o que pode dificultar o deslocamento em uma cidade? A primeira resposta que pode vir na mente são os rios, mares que estão presentes em meios urbanos da grande maioria das cidades.

Atualmente, ainda é muito comum observarmos a presença de travessias por meio de canoas e embarcações em muitas cidades do Brasil, tal condição limita o deslocamento das pessoas, pois muitas vezes o

funcionamento dessas travessias não acontece 24 horas por dia, os rios também seus períodos de cheias, assim deixando-os em situações perigosas. Então, podemos imaginar que, na grande maioria das vezes, as pontes se encontram em meios externos, acima de rios e mares.

Logo, podemos relacionar a sua localização com os fatores que são favoráveis a ações corrosivas, por se encontrar em meios externos, estão propícias a agentes poluentes, com o constante contato com a água de rios e mares, estão sujeitas em boa parte do tempo a umidade e ação de sais higroscópicos.

2.1.1.2 Fadiga em pontes metálicas

Segundo a norma ASTM, a fadiga é “Processo progressivo e localizado de modificações estruturais permanentes ocorridas em um material submetido a condições que produzam tensões e deformações cíclicas que pode culminar em trincas ou fratura após certo número de ciclos”. De modo objetivo, podemos dizer que a fadiga acontece quando as nossas estruturas são submetidas a cargas que excedem ao limite designado a ela no momento da concepção do projeto estrutural.

De acordo com o Vítório (2018) para levar uma estrutura a colapso total causado por fadiga, devemos levar em consideração o volume de tráfego sobre a ponte, a idade da estrutura, os tipos de ligações concebidos para a ponte e magnitude das tensões causadas pelas ações variáveis.

Todas as estruturas são pensadas para serem eficazes em funções específicas, na fase de projeto são determinadas as possíveis cargas que essa estrutura precisará suportar, temos as cargas permanentes que, por exemplo, são o próprio peso da estrutura, as cargas variáveis ou acidentais, e estão relacionadas ao peso de pessoas, máquinas, móveis, vento etc. Logo, se uma estrutura é projetada para suportar quantidade x de cargas e no dia a dia ela é exigida com frequência mais do que o seu limite, acaba acontecendo à fadiga estrutural.

3 METODOLOGIA

A presente objeto de estudo, trata-se de uma pesquisa de natureza básica objetiva de gerar novos conhecimento partindo do diagnóstico evidenciado por essa pesquisa. Relacionando aos procedimentos técnicos, a pesquisa trata-se de um estudo de caso, onde se caracteriza descritiva, uma vez que busca descrever o diagnóstico que levou a ruptura da ponte na localidade. Por fim, a pesquisa pretende descrever seus resultados através de variáveis qualitativa, através de utilizações de acervo bibliográfico – livros, artigos, jornais e outros – para resolutiva da problemática trazido pelo objeto de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como meio da discussão acerca das causas do colapso, será voltada para um comparativo entre as informações coletadas em reportagens feitas após o desabamento, análise de fotos da ponte coletadas em blogs e fundamentações teóricas para assim possibilitar um entendimento mais concreto acerca das hipóteses citadas na introdução do trabalho.

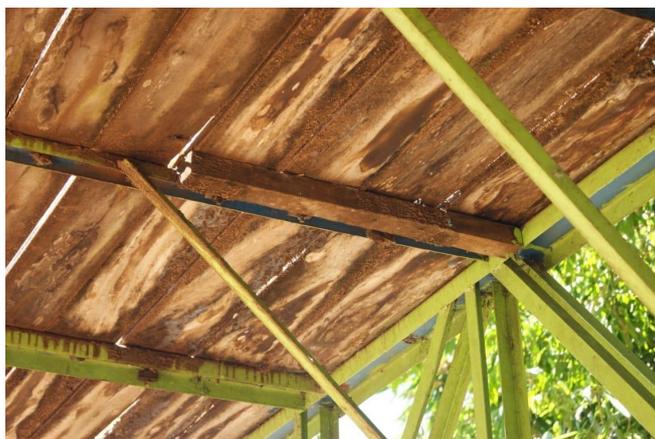
De acordo com a cartilha do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE-SP, 2012), aproximadamente 66% dos acidentes prediais está relacionado à falta de manutenção e uso, os outros 34% está relacionado com anomalias construtivas.

Para Kochen (2018), Diretor do Departamento de Infraestrutura do Instituto de Engenharia do Estado de São Paulo, a inspeção em pontes e viadutos deve ser realizada a cada seis meses ou a cada um ano, variando de acordo com a complexidade da estrutura em questão. Posto quais considerações, sobre o desabamento da ponte, a prefeitura de Bacabal, publicou a seguinte nota:

Durante o primeiro mandato do atual gestor a obra passou por reforma, sendo que o processo de revitalização envolveu o reforço das peças da estrutura que apresentavam corrosão, reforço e substituição das peças de madeira da estrutura do piso, e o jateamento de toda a estrutura metálica com granelha de aço e pintura epóxi, previamente à aplicação da pintura final. (G1MARANHÃO, 2021)

Mesmo com o esclarecimento evidenciando que a ponte passou por manutenções, não pode se afirmar se a mesma manutenção obteve excelência em sua execução, podendo ter sido mal planejada e/ou mal executada. Em firmamento ao apontamento feito e de acordo com Matias (2019), jornalista local da cidade de Bacabal, descreve que mesmo depois da manutenção, a ponte ainda apresentava pontos de ferrugens, rachaduras em sua base e nas tábuas do piso. Como meio de comprovação ao dito, publicou as seguintes imagens:

Figura 1 – Peça de madeira como reforço



Fonte: Blog Sérgio Matias, 2019.

Figura 2 – Pilares de ponte degradados



Fonte: Blog Sérgio Matias, 2019.

Figura 3 – Desgaste da estrutura metálica



Fonte: Blog Sérgio Matias, 2019.

Logo, podemos reafirmar a hipótese de que a falta de manutenção e/ou manutenção inadequada deve ser considerada como sendo uma das prováveis causas para o colapso da ponte.

Para Santos et al. (2013) a corrosão causa grandes transtornos nas mais variadas atividades e provocam muitos prejuízos materiais incluindo a própria segurança do homem. A corrosão pode ocasionar fraturas repentinas de partes críticas de equipamentos, causando acidentes que podem até resultar em perda de vidas.

Segundo Meirelles (2010) o fenômeno de fadiga pode ocorrer em elementos mais sensíveis da estrutura, comprometendo o potencial de sua resistência, ciclos de cargas acima do limite suportado pela estrutura podem ter comprometido a ponte, uma vez que ela seja utilizada por meios de transportes de médio e grande porte, como caminhonetes, caminhões de médios transportes, carroças, entre outros, cuja passagem é considerada inadequada para qual foi desenvolvida pela projetista da ponte.

Em matéria do G1 Maranhão, moradores locais relataram que era comum à utilização da estrutura para a recreação, a prática de subida nas treliças metálicas para saltos no rio, assim justificando o fato de que no momento do colapso a ponte carregava sobre si uma grande quantidade de pessoas. Também foram citadas outras duas informações cruciais para essa discussão, a primeira é de que comumente motocicletas realizavam a travessia na ponte mesmo que a estrutura tenha sido projetada apenas para

a passagem de pedestres, por fim, relataram a ocorrência de furtos de peças estruturais.

Conforme a Figura 2 e a Figura 3 é notório as ações corrosivas na estrutura metálica causando rupturas em ligações e a corrosão na armadura, as consequências podem ser a perda na resistência da estrutura como um todo e o surgimento de tensões localizadas.

Dito isso, pode-se correlacionar as consequências das ações corrosivas com o desenvolvimento da fadiga estrutural, uma vez que o surgimento de tensões localizadas juntas com a passagem de motocicletas (cargas não previstas em projeto) e o enfraquecimento da estrutura geram carregamentos que excedem o limite suportado. Logo, podemos apontar as duas ações patológicas como sendo possíveis causas para o colapso da ponte de Bacabal. Segundo Vale *et al.* (2020) apesar de todos os conhecimentos voltados para a manutenção preventiva acerca das ações corrosivas, é inviável extinguir o seu aparecimento, pois, se trata de um fenômeno natural e espontâneo em todas as estruturas de ferro e aço.

Conforme Baptista *et al.* (2010), é necessário que haja uma investigação prévia do fato, a apuração dos locais danificados assim como a identificação dos mecanismos e causas da origem do problema, para assegurar os procedimentos de restauro das estruturas metálicas. Em suma, o autor cita como principais métodos de reparo: o esmerilhamento, a martelagem, a soldagem do material, aparafusamento, rebitagem e, caso necessário, a substituição parcial ou total do elemento afetado, estes são os métodos comumente utilizados em combate à presença de fissuras e rachaduras nas estruturas.

A estrutura das treliças da ponte de Bacabal é caracterizada pelos nós, os montantes, as diagonais e os banzos superiores e inferiores, que constantemente estavam sujeitos a danos físicos, conforme descrito pelos moradores que utilizam os elementos estruturais das treliças para escalam para fins recreativos, causando um acréscimo de cargas inadequadas para a na figura 2 e figura 3, já vulneráveis pela ocorrência de fissuras e ações

corrosivas dadas as condições precárias dos materiais, que não demandava de manutenções periódicas.

Vitório (2015) aponta que a proteção por pintura é a solução mais empregada para prevenir a corrosão atmosférica em estruturas metálicas. No entanto antes de aplicar esta estratégia é importante verificar o tipo de tratamento prévio e as condições do substrato antes de aplicação da tinta, pois considerando aspectos como o tempo de secagem, a umidade e a temperatura, é indispensável que tenha certos tipos de tratamentos de acordo com a categoria do material empregado, entre as mais comuns no mercado, obtém-se a tinta epóxi dupla função e as tintas eletrostáticas.

Ainda de acordo com Vitório (2015), os pontos mais vulneráveis onde há a ocorrência de corrosão são aquelas regiões caracterizadas pelas juntas em chapas rebitadas, parafusadas ou soldadas, pois estas áreas são mais suscetíveis à infiltração pelas frestas e pelos espaçamentos dos materiais, por isso, é importante ressaltar um bom procedimento de solda.

De acordo com Andrade (2019), antes de realizar quaisquer procedimentos de recuperação estrutural, é importante avaliar o local, os fatores econômicos, socioambientais e executáveis para determinar o método adequado a ser utilizado em campo.

Conforme visto na Figura 2, os apoios apresentavam deteriorações agressivas em sua estrutura, a ponto de expor parcialmente a sua armadura que está em um estado progressivo de corrosão. Dada à complexidade do caso, a ponte defronta-se em estado limite de serviços, condição que define impropriedade para o uso da estrutura, por razões de segurança, funcionalidade ou estética. A interdição parcial ou total deve ser estabelecida para a execução de procedimentos de recuperação estrutural.

Andrade (2019) cita a relação tempo e complexidade para a definição de métodos, correlacionado a citação ao caso, para os pilares que apresentam poucas fissuras ou até pequenas demonstrações de deterioração, a utilização de argamassas ou grautes a base de mineral, são suficientes para resolução do problema, no entanto, para as áreas mais danificadas, o qual necessita de serviços mais aplicados, é essencial que haja

o uso de argamassa e concreto adequadamente dosados, aliados aos procedimentos necessários, como aparáliação da estrutura e o seu devido escoramento para sustentação das cargas durante o serviço.

Na figura 2 é possível observar que o pilar do lado esquerdo sofre com fissuras que dentre tantas as possibilidades para se explicar sua causa, pode-se pensar a fadiga estrutural como sendo uma delas. Mas só será possível escolher o método mais adequado para corrigir tais danos a partir de uma vistoria técnica na qual acusará os graus dos fissuramentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se a corrosão como sendo um processo natural e espontâneo pela qual as estruturas metálicas estão sujeitas as consequências do agravamento de tal processo podem sero surgimento de outras patologias, como a fadiga estrutural. No entanto, apesar de todos os estudos acerca dos processos de corrosão não se tem nenhum método milagroso que evite o seu surgimento, mas a adoção de manutenções preventivas faz com que a estrutura tenha uma vida útil prolongada, além de combater patologias provenientes das consequências dos danos causados pela corrosão.

Dentre tantos métodos de preventivos e corretivos, a pintura da estrutura com tinta anticorrosiva, a solda em pontos susceptíveis a infiltração e o reforço de elementos estruturais já danificados se destacam como sendo as principais soluções para casos semelhantes ao objeto de estudo do trabalho. Por fim, pode-se concluir que as hipóteses propostas como sendo as possíveis causas do colapso da ponte metálica de Bacabal, Maranhão, são condizentes com a investigação bibliográfica realizada a partir de artigos científicos, livros e sites que tratam acerca da discussão em questão.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5674 - **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ANDRADE, Fernando Ferreira de. **Recuperação de estruturas em concreto armado: metodologias de recuperação de peças em concreto armado na estrutura e na obra de reforma e construção do estádio Colosso do Tapajós**. Revista Especialize On-line IPOG -Goiânia - Ano 10, Edição nº 17, Vol. 01, julho de 2019. Disponível em: <<https://ipog.edu.br/wp-content/uploads/2020/12/fernando-ferreira-de-andrade-611141015.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

G1 MARANHÃO. **Ponte desaba e deixa uma pessoa morta em Bacabal, no Maranhão**. 04/04/2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2021/04/04/pontedesaba-e-deixa-feridos-em-bacabal-no-maranhao-video.ghtml>>. Acesso em: 28 de abril 2021.

MATIAS, Sérgio. **Blog Sérgio Matias**, 2019. Disponível em: <<http://www.blogdosergiomatias.com.br/2019/08/bacabal-r-5-milhoes-assegurados-para.html>>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

MEIRELES, A.P.C. **Levantamento e diagnóstico de uma ponte metálica antiga**. Faculdade De Engenharia Da Universidade do Porto. Porto, p.73. 2010. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/302948486.pdf>>. Acesso em: 28 de abril 2021.

VALE, F.A.P et al. **A prevenção de alterações em estruturas metálicas visando asustentabilidade**. Brazilian Journals of Business, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJB/article/view/24408/19499>>. Acesso em: 29 de abril de 2021.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p.173, mar. 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013451.pdf>>. Acesso em: 19 de abril de 2021.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Conservação, Danos Estruturais e Reforço de Pontes Metálicas e Mistas**. X Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 2018. Disponível em: <<http://www.abpe.org.br/trabalhos2018/018.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2021.