

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA – AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL – UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL – BACHARELADO

MARIA EDUARDA DE MORAIS SANTOS

**RECONHECIMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
ESTRUTURAS DE PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO ARMADO
NA CIDADE DE PALMARES-PE**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

**RECONHECIMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
ESTRUTURAS DE PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO ARMADO
NA CIDADE DE PALMARES-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do centro universitário FACOL –
UNIFACOL, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharelado em
Engenharia Civil.

Professor orientador: Sandro Inácio
Carneiro da Cruz, Msc

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

S237r

Santos, Maria Eduarda de Moraes, 1997 –

Reconhecimento das manifestações patológicas s estruturais em pontes e viadutos de concreto armado na cidade de Palmares-PE / Maria Eduarda de Moraes Santos. - Vitória de Santo Antão, PE: O Autor, 2020.

54 f., 29 cm.

Orientador: Prof. Sandro Inácio Carneiro da Cruz

Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNIFACOL – Centro Universitário FACOL, Vitória de Santo Antão, PE, 2020.

Resumo em português e inglês

Inclui Referências

1. Manifestações Patológicas em “OAEs”. 2. Patologias em Pontes. 3. Patologias Estruturais. I. Cruz, Sandro Inácio Carneiro da. II. Título.

CDD

**RECONHECIMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
ESTRUTURAS DE PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO ARMADO
NA CIDADE DE PALMARES-PE**

Maria Eduarda de Moraes Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou determinando MENÇÃO GERAL: APROVADA

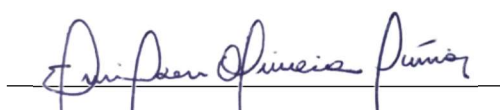


Prof. Me. (Sandro Inácio Carneiro da Cruz)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL

EXAMINADORES:



Prof. Me. (André Philippi Gonzaga de Albuquerque)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL



Prof. Esp. (Edmilson Raimundo de Oliveira Júnior)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL



Prof.^a Ma. Tacylla Ceci Melo Freitas de Barros
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil

Dedico ao onipotente autor de toda a criação, Deus por me ajudar e me acompanhar nos meus dias mais difíceis.

Aos meus pais, e irmãos e orientador por me ajudarem a concluir este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Hoje eu agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar o meu sonho vire realidade, por que sem ele eu não chegaria onde estou hoje. Aos meus pais por seus esforços e incentivo para entrar e principalmente terminar cada período. Aos meus irmãos por ajudarem com a correção ortográfica deste trabalho, com os erros que eu não reparava. Aos meus professores e principalmente ao meu orientador por terem paciência comigo. Ser engenheira foi um sonho que se deu inicio durante o ensino médio devido à curiosidade de saber como era construída uma ponte dentro da água.

“O espírito sem limites é o maior tesouro do homem.” (J. K. Rowling, 2003).

RESUMO

As pontes e viadutos são equipamentos fundamentais para a sociedade exercendo o papel de transpor pedestres e veículos. Sendo conhecidos como Obras de Artes Especiais (OAEs) estão dispostos nas estradas e dentro do planejamento urbano a diversas ações de carregamento e por vezes a ausência da manutenção idealizada para o equipamento. Ficando desta forma sujeita a patologias que poderão diminuir a vida útil da estrutura, pois reduz o desempenho e durabilidade para a qual foi dimensionada. A considerar sua importância e por ser um objeto pouco investigado quando equiparado as análises de edificações comuns, e também sem levar em conta as consequências associadas ao seu colapso, se propõe este estudo a fim de avaliar as manifestações patológicas de duas principais pontes de concreto armado do município de Palmares-PE. Estas estruturas foram escolhidas por se considerar essenciais interligação do município do Município de Palmares as demais cidades vizinhas. Este estudo apresenta causa raiz dos problemas, como também indica aquelas que necessitam serem reparadas com maior urgência.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas em “OAEs”. Patologias em pontes. Patologias Estruturais.

ABSTRACT

Bridges and viaducts are essential equipment for society, exercising the role of crossing pedestrians and vehicles. Being known as Works of Special Arts (OAEs) they are arranged on the roads and within the urban planning to several loading actions and sometimes the absence of the idealized maintenance for the equipment. This way correcting pathologies that shorten the life of the structure, as it reduces the performance and durability for which it was designed. In order to consider its importance and because it is a little investigated object when compared to analyzes of common buildings, and also to be taken into account as consequences associated with its collapse, this study is proposed in order to evaluate as pathological manifestations of two main reinforced concrete bridges from the municipality of Palmares-PE. These structures were chosen because they are considered essential to interconnect the municipality of Palmares with other neighboring cities. This study presents the root cause of the problems, as well as indicates those that are considered to be repaired most urgently.

Keywords: Pathological Manifestations in OAEs. Pathologies in bridges. Structural Pathologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desempenho com e sem manutenção.....	18
Figura 2: Hipóteses para reconversão de estruturas com desempenho insatisfatório	19
Figura 3: Fluxograma das etapas de uma inspeção preliminar e detalhada	20
Figura 4: Ponte Lucia Paiva- sobre o Rio Una em Palmares - PE logo após a enchente	32
Figura 5: Ponte Lucia Paiva - Av. Min. Marcos Freire – Soa Sebastiao	35
Figura 6: Ponte Japaranduba- Rua Cel. Pedro Paranhos – PE103	35
Figura 7: Ponte Lucia Paiva	37
Figura 8: Vista da pista ponte Lucia Paiva	37
Figura 9: Vista lateral da ponte Lucia Paiva	38
Figura 10: Presença de manchas decorrente da umidade na estrutura	39
Figura 11: Dano estrutural decorrente a colisão de caminhão na viga da estrutura..	39
Figura 12: Desagregação do concreto e corrosão da armadura	40
Figura 13: Desplacamento e fissuras na defesa de proteção.....	40
Figura 14: Desplacamento e fissuras na defesa de proteção de forma mais detalhada.....	41
Figura 15: Mancha por ocorrência de umidade no pilar	41
Figura 16: Desplacamento ou Esfoliação	42
Figura 17: Corrosão da armadura	42
Figura 18: Perda da capacidade estrutural dos montantes do guarda-corpo.....	43
Figura 19: Ponte Japaranduba	44
Figura 20: Ponte Japaranduba- vista sobre outro ângulo.....	44
Figura 21: Ponte Japaranduba vista da pista	45
Figura 22: Desplacamento na extremidade da ponte.....	46
Figura 23: Afundamento de calçada.....	46
Figura 24: Afundamento da Pista	47
Figura 25: Perda da capacidade estrutural dos montantes do guarda-corpo.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Modelo de Planilha de Inspeção	33
Tabela 2: Pontuação atribuída a matriz GUT	34
Tabela 3: Modelo de ficha para avaliação da Matriz GUT.....	34
Tabela 4: propriedades das pontes de Palmares – PE	36
Tabela 5: Matriz GUT - Viaduto Lucia Paiva	48
Tabela 6: Matriz GUT – Ponte Japaranduba	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Patologias Das Construções.....	16
2.2	Durabilidade, vida útil e Desempenho.....	17
2.2.1	Vida útil.....	17
2.2.2	Durabilidade de Pontes e Passarelas.....	20
2.2.3	Manutenções de Ponte segundo a ABNT 9452:2016.....	21
2.3	Origens das patologias nas estruturas	21
2.3.1	Projeto	22
2.3.2	Material.....	23
2.3.3	Execução da Obra	23
2.3.4	Patologias devido ao uso.....	24
2.4	Manifestações patológicas encontradas nas pontes.....	25
2.4.1	Fissuras	25
2.4.2	Corrosão das Armaduras.....	25
2.4.3	Desagregação do concreto.....	26
2.4.4	Eflorescência	26
2.4.5	Carbonização.....	26
2.4.6	Desgaste da superfície	27
2.5	Utilização e Manutenção.....	28
2.6	Diagnostico das patologias nas estruturas	29
3	METODOLOGIA.....	30
3.1	Determinação do Estudo	30
3.2	Procedimento de Pesquisa	30
3.3	Estudo do Caso.....	31
3.3.1	Histórico.....	31
3.4	Estágios das Pesquisas	33
3.4.1	Vistoria.....	33
3.4.2	Análise de Dados.....	33
4	RESULTADOS	36
4.1	Patologias encontradas nas pontes de concreto possíveis causas	36

4.1.1	Ponte Lucia Paiva.....	36
4.1.2	Ponte Japaranduba	43
4.2	Diagnósticos e causas prováveis.....	48
4.2.1	Viaduto Lúcia Paiva	48
4.2.2	Ponte Japaranduba	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIA.....	51

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Marchetti (2008) Pontes são obras destinadas a transpor obstáculos naturais como exemplos podem citar rios e mares. Já os chamados viadutos são aqueles que são estabelecidos para vencer obstáculos executado pelo homem como exemplo vales ou outras vias.

Desde o início das civilizações é introduzido ao ser humano à necessidade de transpor obstáculos à procura de abrigo e alimentos. As primeiras pontes foram produzidas de troncos de árvores, madeiras, pedras ou de cipó resistentes. Os antigos romanos foram os primeiros a construir pontes de arcos de pedras existentes até hoje.

Antigamente a madeira era um dos limitados materiais utilizados nas construções de pontes atualmente houve um avanço bastante significativo nesta área, onde em suas grandes maiorias são construídas de aço, concreto ou sistema misto. Na época atual podemos vencer vãos que em outra época foram considerados impossíveis.

Por conta do seu uso contínuo e a falta de manutenções para as patologias a que vier ocorrer, esse gênero de estrutura está exposta a diversas patologias. Essas de estruturas são essenciais para o sistema viário ao redor do mundo, e quando elas apresentam patologias estruturais requerem soluções imediatas.

As pontes e viadutos são obras-de-arte especiais (OAEs) estão expostas as várias ações de vários problemas patológicos da construção devido a seu uso frequente e também a falta de programas de manutenção na maioria dos casos (LOURENÇO *et al.*, 2009).

Esses tipos de construção esta sujeita a varias ações devido à carga movem devido aos veículos, a força exercida pelo vento e água que afetam a mesoestrtrura e a infraestrutura, variações de temperatura, retração e fluência no caso do concreto. (ARAÚJO, 2014).

Além disso, elas foram construídas em lugares onde possuem vários tipos de agressividades conforme é mostrado na Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 6118:2014, desde as mais enfraquecidas, até onde os ambientes possuem agressividades muito elevadas.

De acordo com a norma brasileira atual, NBR 6118/2014, se todas as suas prescrições, deveres e condições relativas à durabilidade, ao Estado Limite Último e ao Estado Limite de Serviço forem atendidas, se houver as manutenções preventivas como definidas em projeto e contando que não haja alteração das condições ambientais para as quais a estrutura de concreto foi projetada, essas estruturas terão sua durabilidade garantida, observadas também as manutenções essenciais definidas durante o projeto (CARDOSO, QUARESMA. 2019 apud ANGELO, 2004, p.2).

As falhas patológicas podem danificar uma obra civil em qualquer parte da construção, portanto, é essencial saber de onde vem a falha para que seja realizado um diagnóstico de forma certa e, por consequência, a correção para a patologia com o objetivo de se ter um resultado aceitável e favorável ao seu absoluto desenvolvimento. (CARDOSO, QUARESMA, 2019).

Elas acarretam principalmente contratempo nas utilidades das edificações ou projeções nas despesas construtivas, as deformações exibidas nas etapas de efetuação do projeto executiva resultam em anomalias mais catastróficas.

As pontes estão em mal funcionamento devido a seu uso contínuo e a sobrecargas devidos aos veículos pesados e com a falta de manutenção são os maiores causadores dos aparecimentos patológicos. Essa falta de manutenção é devida de não possuir políticas e estratégias voltadas a esses tipos de estrutura (ALMEIDA; FARIA; POMPEU 2019).

As despesas para restauração das estruturas em casos graves de custo elevados, algumas pesquisas indicam que, se os recursos utilizados na restauração estrutural fossem usados em medidas de prevenção, seria possível visualizar umas reduções significativas desses valores durante esse ciclo de vida da estrutura.

Em geral as pontes são projetadas para uma vida útil, de 50 anos, no entanto tal como qualquer outro equipamento, ela requer ações de manutenção, do contrário a estrutura irá desempenhar suas funções de forma insatisfatória. A manutenção não impedirá que a estrutura um dia venha desabar, ela fará que prorrogue sua vida útil, buscando sempre a ausências de patologias.

A deterioração das estruturas das pontes e viadutos está ligada a conteúdos como: idade, uso à qual foi dimensionada, exposição ao meio onde está estabelecida e falta de atividades de manutenção.

Estas últimas são definidas por meio de perícia rotineiras e especiais e têm o objetivo de preservar as características estruturais, de durabilidade e funcionalidade das obras. (ARAÚJO, 2014).

Mesmo posteriormente a fase de construção da estrutura, no entanto, sem manifestar problemas não se pode ser desconsiderado a ameaça de vim acontecer manifestações patológicas por conta do mau uso e a inexistência do sistema estrutural.

Segundo VITÓRIO (2006), ao ser executadas as manutenções adequadas e recorrentes que fazem parte de um desenvolvimento de gestão maior, reconhece a garantia de maior vida útil e de aceitáveis desempenhos estruturais e funcionais, reconhecendo, através de vistorias periódicas, as anomalias existentes, diagnosticando-as e designando as ações de recuperação.

As edificações apresentam características patológicas com o passar dos tempos, não só devido aos erros que houve durante a execução, mas também se pode suceder com passar do tempo. É bastante comum as pessoas julgarem que o aço ou concreto fossem indestrutíveis, mas como qualquer outro exemplo de material, ele vai se desgastando ao decorrer do tempo, em maior ou menor duração temporal, isso varia de acordo com muitos fatores como já se foi citado conforme a ABNT NBR 6118:2014.

Todavia, nem o concreto e o aço resistem permanentemente à ação de agentes internos (ação intemperes, agentes físicos e químico natural, ou sobrecarga). Outro fator também que influencia nas manifestações patológicas, nesse gênero de estruturas é a mudança de carga. Quando começa a receber sobrecarga que não foi previsto no projeto, no momento em que isso acontece, vem a ser necessário realizar uma avaliação para um eventual reforço estrutural.

As despesas de cada reforma em cada etapa da obra se modificam de acordo com as utilidades. Para aumentar a durabilidade e sua proteção, são feitas manutenções para prevenir as deteriorações atuais ou prováveis que pode vir a aparecer. Os valores aumentam exponencialmente, de acordo com as manutenções realizadas tardiamente.

De acordo com VICTOR (2019). Se a manutenção não for executada, será preciso fazer reparos correspondentes a cinco vezes os valores de manutenção. Por sua vez, se os reparos não forem cumpridos, as despesas de renovação podem atingir cinco vezes a despesa de reparo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Categoricamente, os motivos do desgaste podem ser os mais variados, desde o envelhecimento "natural" da estrutura até os acidentes, e até mesmo a imprudência de alguns profissionais que escolhem materiais fora das especificações, nas maiores partes dos casos é devido por razões econômicas. O resultado dessas irresponsabilidades pode levar a que se considere, estar-se a viver em uma época de grandes preocupações, pois independentemente de que se possa ponderar com a tese de que tais problemas tenham originado na etapa de construção, é correto que nas primeiras construções tais problemas não se fundamentem de caráter sistemático, ficando restritas a poucas falhas ocasionais (SOUZA, RIPPER, 1998).

Sobre a reparação estrutural nas edificações de concreto armado podemos afirmar que:

A falta ou a demora das ações para a **prevenção** e a **reparação** de estruturas comprometidas resultam em graves riscos. A degradação estrutural envolve a possibilidade de colapsos e acidentes com consequências sérias para os ocupantes e para a vizinhança da edificação. A situação pode, ainda, representar prejuízos financeiros, como no caso de prédios ou indústrias que deixam de funcionar com capacidade máxima devido a áreas interditadas. (PAULA, C. C. de 2020).

2.1 Patologias Das Construções

Sobre as patologias na construção civil afirma-se:

Denomina-se de forma genérica PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS essa nova área da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, como resultado de mecanismos de acontecimentos de falhas e dos procedimentos de deterioração das estruturas. (SOUZA, V e RIPPER, T 1998,).

No entanto, a Patologia das Estruturas não é apenas um novo campo no aspecto do reconhecimento e informação das anomalias, mas também no que se trata à produção e ao projeto das estruturas, e, mais abrangentemente, à mesma formação do engenheiro civil. O que transcorre é que todo o estudo da engenharia de estruturas tem sido realizado, em nível de projeto e execução, pelo comportamento das estruturas a serem construídas. Assim, a urgência de reabilitar e manter estruturas existentes, ditada por razões tão diversas quanto as de fundo econômico, social, patrimonial ou histórico, está elaborando uma nova escola no que concerne, à execução e ao projeto estrutural, em que a verificação do que já se encontra, em termos de capacidade de comportamentos futuro (estabilidade, servicibilidade e vida útil), tornou-se um dado fundamental. (SOUZA, V e RIPPER, T 1998).

As estruturas de concretos são assim consideradas comprometidas quando apresentam manifestações patológicas com potencial de afetar a sua durabilidade e o seu desempenho. São muitos os problemas que prejudicam a estrutura, e a avaliação da situação passa pela determinação das causas. Um elemento exposto à ação de gases, por exemplo, sofre fortes agressões e tem sua pasta de cimento comprometida, o que afeta significativamente a durabilidade. Nessa e nas demais patologias, se não for dada a devida atenção, a tendência é evoluir para casos mais graves.

2.2 Durabilidade, vida útil e Desempenho.

2.2.1 Vida útil

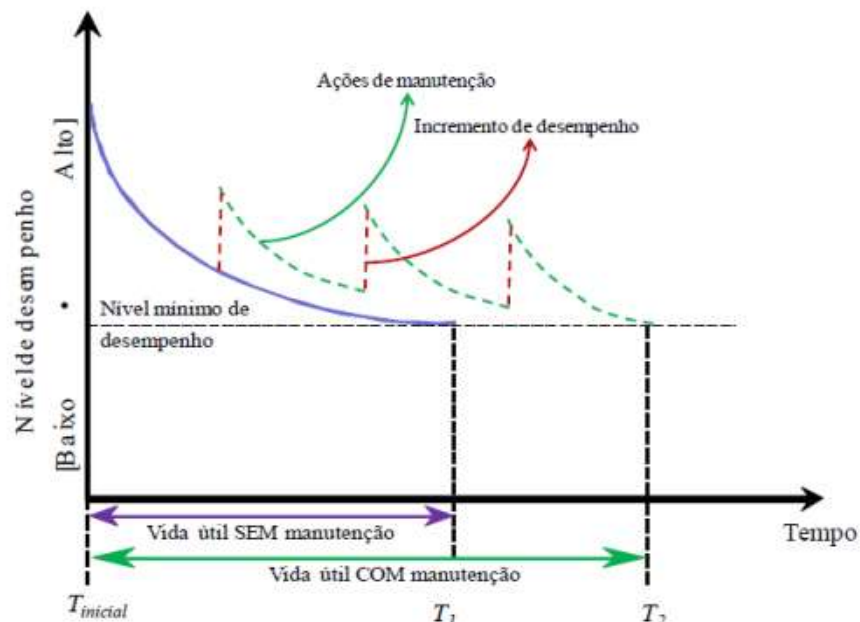
Segundo SOUZA, V e RIPPER, T 1998 A vida útil de um material é o tempo durante o qual as suas características encontram-se acima dos limites mínimos estabelecidos. Assim podendo-se empreender que a vida útil é um critério associado a durabilidade do material, da estrutura, do equipamento.

Antigamente, se tinha a ideia que o concreto era um material indestrutível, com o passar dos anos essa ideia vem sendo derrubada, ele sofre mudanças na sua propriedade, diminuindo assim sua vida útil.

Os tempos modernos impuseram a convicção de que o concreto, como material de construção, é inconstante ao longo do tempo, modificando suas propriedades físicas e químicas em função das características de seus elementos e das respostas destes às condicionantes do meio ambiente. (SOUZA, V e RIPPER, T 1998,).

A figura 01 mostra a influência das manutenções nas estruturas, cujo são indispensáveis para prolongar e garantir a vida útil das edificações. A NBR 15575/2013 ressalta importância de que é preciso realizar a execução de forma integral da manutenção pelo usufruidor.

Figura 1: Desempenho com e sem manutenção



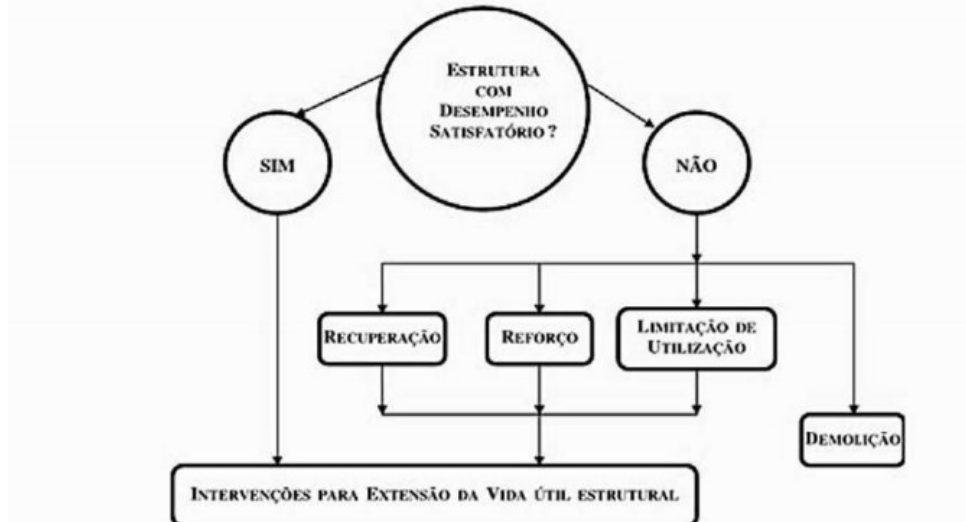
Fonte: POSSAN e DEMOLINER (2013)

Como já foi dito neste trabalho, o custo da reparação da estrutura está ligada diretamente ao tempo e a gravidade do problema, pois quanto mais cedo for solucionado, o custo será baixo e de rápida solução, caso o contrário se torna mais difícil e conseqüentemente o custo será mais elevado.

Ainda de citando SOUZA, V e RIPPER, T (1998, p. 21), se um fator externo acontecer com a estrutura, no caso que o desempenho da estrutura for danificado e sua vida útil for diminuída será imprescindível à intervenção de reparação estrutural respeitando a opinião de um responsável técnico, econômico e socioambiental.

A figura 02 demonstra um apresenta um fluxograma de análise de desempenho de uma estrutura.

Figura 2: Hipóteses para reconversão de estruturas com desempenho insatisfatório



Fonte: SOUZA, V e RIPPER, T 1998.

A figura à cima demonstra que o problema a ser solucionado é se a manifestação patológica evidenciada:

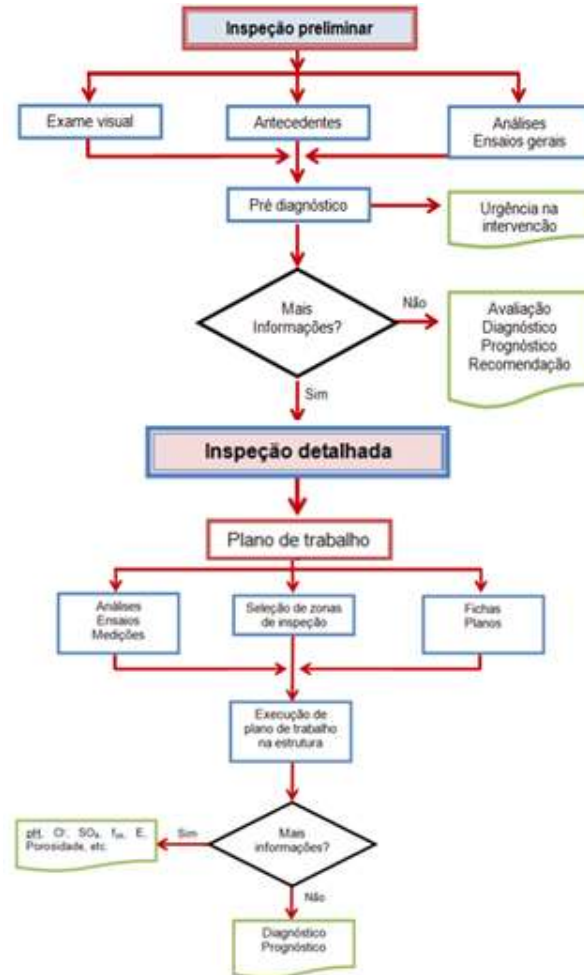
- a) Será possível ser recuperada;
- b) Torna-se necessário um reforço;
- c) Restringir sua utilização na estrutura;
- d) Ou será necessário a sua demolição.

A Figura 02 demonstra a relação entre o desempenho da estrutura, e as intervenções caso não esteja acima do aceitável. Se a estrutura estiver com o seu desempenho acima do satisfatório então a durabilidade está ligada diretamente às manutenções, recuperação e reforços a ter seu estado limite de último (LU), caso esteja abaixo da recomendação será necessário reforço, medidas de reparos ou até mesmo definir limites de utilização.

Dependendo do tipo de estrutura e das gravidades dos problemas avaliados inicialmente, é importante que se efetue uma investigação mais minuciosa na estrutura, a fim de poder desempenhar um diagnóstico preciso.

A Figura 3 apresenta um fluxograma das etapas de uma inspeção proposta por HELENE (2007).

Figura 3: Fluxograma das etapas de uma inspeção preliminar e detalhada



Fonte: HELENE, 2007

2.2.2 Durabilidade de Pontes e Passarelas

A manutenção em pontes é um dos tópicos que mais causam dúvidas na construção civil. Afinal, a dúvida sobre sua vida útil é material de estudo entre o meio acadêmico a décadas.

O dimensionamento de uma Obra de Arte Especial considera uma vida útil mínima de 50 anos. As pontes e viadutos geralmente são dimensionados para um tempo maior. Além disso, é preciso considerar pontos como colisões, incêndios e degradações naturais, ou seja, fatores que interferem na durabilidade da estrutura.

No caso da resistência ao impacto, há um complexo sistema de proteção, composto por barreiras e placas informando o limite máximo de altura para evitar caminhões e veículos com altura superior ao que foi estabelecido.

Em relação aos incêndios, há a ABNT NBR 15200:2012 — Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio —, voltada ao dimensionamento de quaisquer estruturas feitas em concreto armado. No caso das estruturas metálicas, elas devem ser dimensionadas com certo tempo de fogo. A ideia é que consigam suportar minimamente um incêndio para que as pessoas possam sair com segurança antes de um possível colapso.

2.2.3 Manutenções de Ponte segundo a ABNT 9452:2016

A ABNT NBR 9452:2016 — Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento — é uma norma de abrangência nacional, obrigatória em obras públicas, que lida com a inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto. Ela dispõe sobre quatro tipos de periodicidade:

- Cadastral (realizada no início ou quando há alguma alteração na obra);
- Rotineira (anual);
- Especial (a cada 5 anos, mas pode ser postergada até 8);
- Extraordinária (para demandas não programadas).

Três parâmetros são utilizados — funcionais, estruturais e de durabilidade — para elaborar uma nota de classificação que vai de 1 (crítica) a 5 (excelente).

2.3 Origens das patologias nas estruturas

Como já mencionado neste trabalho as manifestações pode ocorrer em vários momentos da vida da estrutura. CUNHA, LIMA, SOUZA (1996), afirmam que elas podem começar em diversas partes da obra: nos projetos, nas técnicas de construção, nos materiais empregados, no controle da execução, no seu uso durante sua vida útil.

É importante ressaltar que a identificação no início das manifestações patológicas permite, também, identificar, para fins judiciais quem desempenhou as falhas. (VITÓRIO, A. 2003)

O exame e o estudo de um processo patológico deve transigir ao investigador a explicação, com rigor, da origem, do mecanismo e dos danos subsequentes, de forma que possa avaliar e concluir sobre as técnicas de orientações mais eficientes. A nomeação mais comum, para caracterizar este tipo de estudo, é a inspeção ou avaliação da estrutura. (TUTIKIAN, B. e PACHECO, M. 2013, p.6).

A NORMA DNIT 090/2006 tem como propósito sistematizar os procedimentos quanto à recuperação do concreto de obra de arte especial, atacada por patologias de origem física ou química. Relata e classifica os fatores dessas patologias e a forma de como recuperá-las. Trata também, do manuseamento ambiental, da inspeção e dos critérios de medição. (ABDALA 2019, p 43).

Ainda citando ABDALA (2019) “Quanto às causas pode ser agrupada e classificada como causas físicas (desgaste superficial, fissuração) e causas químicas (hidrólise, trocas iônicas e reações químicas)”.

2.3.1 Projeto

A fase de projeto é a mais importante, pois é nela que aparecem os mais diversos problemas, devido à relação da estrutura e a arquitetura, problemas devidos o tipo ou classe do material, esquecimento de alguns dados, como exemplos: fatores que influenciam na hora do dimensionamento: temperatura, região, tipo de solo, lençol freático entre outros.

Esses erros estão continuamente mais controversos que as associadas à qualidade dos materiais e aos métodos construtivos. Isso se explica pela falta de capital de seus benfeitores, que seja de Poder Público ou de caráter privado, em projetos mais elaborados e, detalhados, fazendo com que a busca pura e simples de projetos mais acessíveis implique frequentemente na necessidade de adequações no decorrer da fase de execução e posteriormente em questões de ordens funcional e estrutural. (VITÓRIO, 2003).

Alguns motivos como insuficiência de programação, faltam de dados, informações técnicas e econômicas de inovações e escolhas, ausência de ferramentas de base de dados para controle, indefinição de critérios de controle (indicadores de qualidade e produtividade), influenciam de forma negativa a particularidade do objeto, além de ampliar os índices de enfraquecimento de baixa utilização de novas alternativas construtivas. (ABDALA 2019).

2.3.2 Material

Embora algumas pessoas levem a optar pelo material mais acessível sem levar em conta a qualidade dos insumos, o que pode acarretar vários problemas durante a execução da estrutura ou futuramente durante a utilização das pontes.

Conforme a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), todos os insumos da construção civil devem obedecer aos critérios das NBRs, com a finalidade de proporcionar mais qualidade, segurança e desempenho no decorrer e posteriormente a obra.

2.3.3 Execução da Obra

Essas imperfeições que mostram índice de incidência superior ao que se poderia prever. Em algumas vezes, será difícil relacionar o problema como decorrente desta causa ou como resultante da má interpretação dos projetos.

Os erros são constituídos por incapacidade ou dolo, mas, neste caso, a questão é mais grave, por se tratar de um agrupamento de deliberações que, normalmente, são encargo de engenheiros, ou de trabalhadores experientes que ficam responsáveis pelo andamento de uma determinada obra enquanto na questão das armações a responsabilidade imediata vai para a mão-de-obra não especializada (o que, entretanto, não isenta as pessoas de maior poder como a gerência ou a direção). (SOUZA, V e RIPPER, T 1998, p.33).

As manifestações patológicas podem se agravar nessa fase da obra. Cunha, Lima, Souza (1996) listaram alguns motivos das manifestações patológicas como:

- Retirada do escoramento e Desforma
- Juntas de concretagem mal tratadas, com falhas, brocas e material desagregado;

- Cobrimento desrespeitado por má colocação das gaiolas de armadura ocorrência frequente em lajes;
- Ajuste feito no canteiro de detalhes mal elaborados no projeto, conduzindo a soluções também inadequadas;
- Montagem deficiente das formas;
- Uso no revestimento de fachadas de materiais que, medíocres, inadequados ou mal aplicados;
- Chumbamento descuidado de elementos metálicos na estrutura, pelos quais se inicia o processo de corrosão, e que acaba atacando as armaduras.

2.3.4 Patologias devido ao uso

É muito comum, ao longo do tempo, mudarem a utilização da estrutura, que pode ocorrer um aumento de carga, e como essa carga não foi prevista na concepção do projeto, ocorre diversos problemas devido essa sobrecarga. O melhor a ser realizado antes da alteração, era que fosse executado um estudo na estrutura para verificá-la se ela resistira à carga extra, caso ela não alcançar o desempenho estabelecido na norma, o ideal será realizar um reforço na edificação projetado por um engenheiro estrutural.

Frequentemente ao longo do tempo os proprietários desejam efetuar alterações no uso das estruturas. Isto implica em remanejamentos e, não raro, em aumento de cargas permanentes. Em muitos casos se faz apenas uma verificação de capacidade portante. Nenhuma ou, quando muito, uma sumária verificação das deformações é feita. A consequência é, mais uma vez, flechas e rotações excessivas, frequentemente associadas à fissuração exacerbada pelo aumento de tensão na armadura de tração. Projetos de adaptação exigem, na maioria dos casos, análises cuidadosas sobre as alterações que irão provocar na estrutura. (CUNHA, LIMA, SOUZA 1996).

2.4 Manifestações patológicas encontradas nas pontes

2.4.1 Fissuras

As fissuras são as patologias mais encontradas em obras, não só em ponte, mas em quaisquer tipos de estrutura, elas podem ocorrer por diversos motivos, por exemplo: Recalque, erro no traço do concreto, infiltração, sobrecarga, mudança climática, etc.

Para VITÓRIO (2003) “Fissura é uma abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa”.

A denotação da fissuração como anomalia estrutural decorre sempre do motivo inicial, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente, encargo que o concreto, por ser material com pouca resistência à tração, fissurará por seu estado natural, sempre que as tensões trativas, são capazes de serem introduzidos pelos mais variadas causas, ultrapassar a sua resistência última à tração. (SOUZA, RIPPER, 1998).

2.4.2 Corrosão das Armaduras

De acordo com Souza e Ripper (1998 apud GENTIL 1987) refere que, de forma geral, a corrosão poderá ser compreendida como a degeneração de um objeto, por ação química ou eletroquímica da natureza, combinada ou não a esforços mecânicos.

A porosidade do concreto, a presença de trincas e a carência no cobrimento permite com que a armação seja penetrada por elementos agressivos, causando, conseqüentemente, a sua oxidação. A parte oxidada expande o seu volume em torno de oito vezes e a força da expansão jorra o concreto do cobrimento, deixando totalmente a armadura exposta à ação agressiva do meio. O prosseguimento desse efeito ocasiona destruição total da armação (VITÓRIO 2003).

No caso das barras de aço imersas no meio concreto, a deterioração a que se refere à definição já citada é caracterizada pela destruição da película apassivante existente ao redor de toda a superfície exterior das barras. Esta película é formada como resultado do impedimento da dissolução do ferro pela elevada alcalinidade da solução aquosa que existe no concreto. (SOUZA, V e RIPPER, T 1998, p.65).

2.4.3 Desagregação do concreto

Desagregação é o nome que se dá ao fenômeno físico da separação física do concreto desvencilhar fragmento ou em placas.

Desagregação é a desgaste, por divisão de partes do concreto, devido, em geral, pela expansão por causa da oxidação ou dilatação das armaduras, e também pelo acréscimo do volume de concreto quando se entra em contato com fluido. Pode ocasionar também devido as deslocamento estruturais e choques. (VITORIO 2003, p.32).

2.4.4 Eflorescência

Ocorre devido ao concreto que foi exposto a umidade por meio de infiltração ou intemperes. Apresenta-se em forma de bolores cristalino na cor branca

Na maioria das vezes é ocasionada pelo carbonato de cálcio, constituído meio da reação do dióxido de carbono, presente no ar, com o hidróxido de cálcio solto na reação de hidratação do cimento. Nessa reação, o cimento desvencilha cal no interior, no decorrer da cura, a qual é feita ao ar livre, as peças ficam expostas à chuva e ao sol e a vários ciclos de molhagem e secagem, pertinentes ao inerente na etapa de cura. (ABDALA 2019).

2.4.5 Carbonização

Sendo uma das patologias mais frequentes que aparecem em pontes de concreto armado, a carbonização é alteração do hidróxido de cálcio, com elevado PH, em carbonato de cálcio, que possui o PH mais baixo.

A perda de PH do concreto representa um problema, pois em seu ambiente alcalino – PH variando de 12 a 13 -, as armaduras estão protegidas da corrosão, mas, abaixo de 9,5, tem-se o início do processo de formação de células eletroquímicas de corrosão, começando a surgir, depois de algum tempo, fissuras e desprendimentos da camada de cobrimento. (VITÓRIO 2003).

2.4.6 Desgaste da superfície

A maioria dessas manifestações patológicas ocorre devido a uma cura mal executada, como a presença de fissuração, a permeabilidade e a carbonatação.

Com o uso da estrutura aparecem varias patologias nas pontes. Elas podem ocorrer por diversos motivos desde ao desgaste do material com o decorrer dos anos e ate mesmo a ação do sol ou chuva. Vejamos algum exemplo

- a) Cavitação consiste no desenvolvimento de pequenas depressões, por causa da ação da água corrente, decorrente dos vazios que se criam e somem quando a água está turbulenta. (SOUZA e RIPPER 1998).
- b) Desgaste do asfalto - As trincas no asfalto podem ocorrer devido à mudança de temperaturas, erros de construção, por intemperismo, má execução da obra, etc. essas patologias pode danificar o tabuleiro da ponte. Ao receber carga extra na qual a estrutura não foi dimensionada para receber esse peso a mais pode ocasionar a fadiga.
- c) Problemas no guarda corpo – o guarda corpo é o elemento da estrutura que seve para a segurança das pessoas, a patologia encontrada nessa parte ocorre devido a falta de manutenção e as colisões de veículos.
- d) Lixiviação- ela é conhecida como a expansão do material devido a umidade

Lixiviação: definida como sendo a dissolução e o arrasto do hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, e outros compostos e hidratados, com a formação de estalactites e estalagmites na superfície do concreto atacado. O hidróxido de cálcio possui a função, conjuntamente com outras substâncias, de promover a coesão do concreto. (SARTORI 2008).

- e) Abrasão por fluidos ou Erosão – apresentam-se em pilares e fundações em qual esta submerso em águas, causadas devido à correnteza que transporta materiais onde se colidem com a superfície do concreto sua intensidade depende da característica dos materiais.
- f) Vazios na concretagem ocorrem devidos que na hora do lançamento da concretagem e adensamento do concreto não foi preenchido todos os vazios, assim as patologias se manifestas nesse espaço em que foi completado (SOUZA e RIPPER 1998)

2.5 Utilização e Manutenção

O uso correto dessa estrutura garante que a estrutura mantenha com seu desempenho satisfatório durante toda vida útil da estrutura. Uma das maneiras de afirmar o emprego correto dessa ponte será respeitar a carga na qual ela foi, dimensionada, e juntamente a manutenção de forma regular, pois se sabe que com o tempo suas propriedades vai se alteram.

Segundo LANER (2001), as falhas em instalações de drenagem, são fatores que também influenciam na degradação do concreto e das armações. Por esse motivo, elas devem ser evitadas para que, de fato, não se deixe água acumular em pontos críticos como, por exemplo, encontros de apoio de vigas, nos caixões, nos encontros com tabuleiros, na pista de rolamento, nos aparelhos de apoio, entre outros.

Segundo BAUER (1994), as falhas na concretagem é um fator preocupante para os engenheiros, podendo haver segregação dos materiais do concreto na hora de seu lançamento, o que pode gerar diversas falhas posteriores na estrutura. Por esse motivo, devem existir procedimentos para evitar essas falhas, lançando o concreto logo após o amassamento num intervalo de no máximo 1 hora, e a altura de queda livre do concreto não podendo ultrapassar 2 metros de altura.

2.6 Diagnostico das patologias nas estruturas

Ao se analisar que uma estrutura de concreto armado ou protendido está “doente”, isto é, que exhibe manifestações patológicas, faz-se essencial realizar um estudo minucioso e cuidadosamente elaborado para que se possam determinar as reais condições da estrutura, de forma a avaliar as anomalias existentes, suas causas providenciam a serem tomadas e os métodos a serem adotados para a recuperação ou o reforço. (SOUZA e RIPPER 1998, p.78)

Após a conclusão da análise dos dados obtidos em campo é possível estabelecer os mecanismos que originaram o aparecimento das manifestações patológicas na edificação, ou seja, diagnosticar o problema. No entanto o profissional também deve apresentar um prognóstico, explicando as consequências que surgirão caso não sejam efetuadas as medidas corretivas para a eliminação do problema, assim como também se faz necessário indicar quais são estas medidas corretivas, contemplando a etapa da terapia a ser executada. (TUTIKIAN e PACHECO 2013, p.5).

3 METODOLOGIA

3.1 Determinação do Estudo

Conforme a definição do tema e os procedimentos técnicos foram efetuadas pesquisas bibliográficas, que teve como finalidade elaborar diagnósticos predominantes das manifestações patológicas e suas intervenções de correção em pontes de concreto armado.

Esclarece no âmbito de pesquisa explanatória com o propósito de conhecer e entender as manifestações patológicas e a verificação dos motivos dentre o aparecimento dessas problemáticas e a intervenção corretiva e descritivo tendo como objetivo dessas ocorrências patológicas encontrados baseados em pesquisas bibliográficas por meio de livros da área de estudo, revistas científica, artigos e trabalho acadêmico.

Segundo GERHARDT E SILVEIRA (2009), (*apud* Gil, 2001)

Este tipo de estudo tem como finalidade disponibilizar maior familiaridade com o assunto, com objetivo a transforma-lo mais evidente ou a construir hipóteses. A maior parte dessas análises possuem:

- a) Levantamento bibliográfico;
- b) Entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas anteriores com o problema pesquisado;
- c) Análise de exemplos que estimulem a compreensão.

3.2 Procedimento de Pesquisa

O projeto foi realizado através do levantamento de problemas patológicos que ocorrem nas pontes em estruturas de concreto armado e que necessariamente estão vinculados com a estrutura. Procurou-se igualmente designar soluções oferecendo práticas de manutenção, reforço e reparos, determinando assim parâmetros, para se prevenir e fiscalizar os motivos das patologias.

Os estudos restringem-se a pontes rodoviárias cujo elemento de sustentação seja o concreto armado. O projeto divide-se basicamente na abordagem geral das construções, categorias de patologias e recuperação, além do estudo dos mecanismos da patologia e também a abordagem de métodos construtivos x prevenção de patologias.

3.3 Estudo do Caso

As estruturas apresentadas neste trabalho se encontram localizadas na cidade de Palmares - PE. Por se tratar de obras de arte especiais – Pontes, sendo: a Ponte Lucia Paiva e a Ponte Japaranduba. Tais estruturas possuem um papel relevante para a cidade e ao estado de Pernambuco, pois a cidade, possui a geografia cortada por dois rios: o Rio Pirangi e o Rio Una . A seguir o trabalho apresenta a caracterização das pontes, as manifestações patológicas encontradas e qualificação de severidade dessas.

3.3.1 Histórico

a)Viaduto Lucia Paiva

No final da década de 80 foi construído o viaduto Lúcia Paiva, para transpor o Rio Una e a Av. José Américo de Miranda, hoje em dia não existe a avenida, agora fica o início da Orla Poetas dos Palmares.

Em 2010 a cidade sofreu uma enchente onde devastou a cidade e destruíram as duas pontes de ligação com o estado de Alagoas e da região do estado Sul do estado de Pernambuco, sendo a ponte sobre o rio Una, no km 186 da BR-101, e outro o viaduto Lúcia Paiva, tais sinistros propiciaram forte impacto o município de Palmares-PE, pois os veículos vinham no sentido Recife-Maceió tinha que passar por dentro da cidade, com isso os carros pesados também tiveram que transitar por meio da cidade, dificultando assim o tráfego de trânsito da região.

A figura 4 demonstra a situação do viaduto Lúcia Paiva logo após a enchente de 2010:

Figura 4: Ponte Lucia Paiva- sobre o Rio Una em Palmares - PE logo após a enchente



Fonte: Wikipédia

b) Ponte Japaranduba

Foi construído em 1925, Transpondo o Rio Una, em sentido Maceió — AL. Ela inicialmente foi construída para interligar o município à sesmaria Japaranduba, aonde viria a ser fundado o engenho de cana de açúcar, que viria a ser transformar um dos maiores do estado de Pernambuco, na época onde o comércio da cana de açúcar se tornava umas das principais fontes de comercialização regionais. Pertencente a família Paranhos

Foi à única ponte na cidade que resistiu a enchente, depois desse incidente esta não passou por uma avaliação para verificar a sua estrutura para verificação da estrutura, se esta com o desempenho aceitável, e também não reformaram ao longo dos anos, pois a maioria das pessoas tem uma cultura errada de que se esta funcionando, então não estar quebrado porem, não é assim, se tem o conhecimento que deveria ter sido feito um estudo para avaliar a situação.

3.4 Estágios das Pesquisas

3.4.1 Vistoria

A princípio foram inspecionadas cada ponte de método visual e catalogando-se dados como: comprimento do vão, localização, coordenadas, largura do vão, especificações estruturais, por exemplo: os principais aparecimentos patológicos identificados.

A inspeção foi em dias alternados devidos a problemas com a inconsistência do tempo e disponibilidade de veículo de transporte.

3.4.2 Análise de Dados

Ao realizar a visita e fazer análise de formas não destrutivas, foi realizada a ficha de inspeção, contendo informações importantes como altura, largura da via e da passarela. Juntamente foi feito outra ficha para anotações referentes às patologias encontradas em cada ponte. O modelo da segunda ficha esta a seguir:

Tabela 1: Modelo de Planilha de Inspeção

Manifestações patológicas	Descrição visual	Patologia detectada	Causa provável	Diagnostico	Solução
1					
2					
3					

Fonte: Arquivo Pessoal

Também foram verificadas as patologias pelo método da matriz GUT, onde se estuda as Gravidades, Urgências e Tendências das manifestações patológicas das pontes, que anteriormente já tinha se determinado, por esse critério é uma forma de definir a prioridade da situação.

A ferramenta GUT, aplica-se em todo o caso onde à necessidade de preferir ações dentro de um leque. A finalidade desta ferramenta é classificar e ordenar a importância das ações, pela sua GRAVIDADE, URGÊNCIA e TENDÊNCIA de forma logicamente, e preferir a ação menos prejudicial. (MEIRELES 2001)

Os fatores da matriz GUT eles são catalogados de 1 ao 5, conforme mostra a tabela 2

Tabela 2: Pontuação atribuída a matriz GUT

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento será imediato
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar
2	Poucos graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar
1	Sem gravidade	Não tem Pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar

Fonte: adaptado de KLASSMANN, *et all* (2011)

Dessa forma foi executada uma matriz para utilização de procedimento, e a catalogação das manifestações patológicas indicadas, condizente com as fundamentações teóricas mostrada neste trabalho. Conforme a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Modelo de ficha para avaliação da Matriz GUT

Manifestações patológicas	G	U	T	GxUxT	Grau de priorização
Patologia 01					
Patologia 02					
Patologia 03					

Fonte: Arquivo Pessoal

Logo a após a classificação de cada patologia, foi multiplicado a catalogação dos dados, assim obtendo o resultado, desse modo ordenando decrescentemente os problemas de acordo com o valor $G \times U \times T$.

Figura 5: Ponte Lucia Paiva - Av. Min. Marcos Freire – Soa Sebastiao



Fonte: Google Earth

Figura 6: Ponte Japaranduba- Rua Cel. Pedro Paranhos – PE103



Fonte: Google Earth

As imagens apresentadas foram retiradas do Google Earth, para demonstrar a região onde esta localizada as pontes, a primeira ela interliga a cidade para BR 101, podendo ser no sentido de Maceió-AL ou Recife-PE, medindo 160 m. À segunda ela liga a cidade Palmares para o sentido Maceió — AL com o comprimento 100 m.

4. RESULTADOS

O presente Trabalho procurou realizar vistoria de forma virtual em duas pontes na cidade de Palmares – PE.

Neste capítulo serão demonstradas as informações coletadas em cada ponte. A tabela abaixo demonstra as principais características das pontes para a máxima compreensão.

:

Tabela 4: propriedades das pontes de Palmares – PE

Nome	Localidade	Cumprimento	Altura	Largura
Lucia Paiva	Av. Min. Marcos Freire Santa Rosa;	160 m	8 m	10,65 m
Japaranduba	Rua Cel. Pedro Paranhos — PE103	100 m	10 m	16,38 m

Fonte: Autora

4.1 Patologias encontradas nas pontes de concreto possíveis causas

4.1.1 Ponte Lucia Paiva

A ponte Lúcia Paiva, feita de concreto armado, o tabuleiro tem um vão de 160m, apoiadas por pilares e pelos seus encontros.

A pista de rolamento tem a largura total de 10,65 metros sendo 0,80 metros da largura do passeio, executada por laje em balanço. Servindo de passagem constantes de caminhão, ônibus, vans, carros e pessoas, pois ela liga a BR 101 e ao Engenho Paul, sendo a principal passagem dos veículos que sai do município para as cidades de Água Preta, Joaquim Nabuco e Recife.

Figura 7: Ponte Lucia Paiva



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 8: Vista da pista ponte Lucia Paiva



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 9: Vista lateral da ponte Lucia Paiva



Fonte: Arquivo Pessoal

A figura 07 e 09 mostra o viaduto localizada na Av. Marcos Freire, suas vigas em seção T possuindo 4 pilares.

A figura 08 demonstra a pista e o tabuleiro do mesmo.

Além das manifestações patológicas ocasionadas devido ao uso podemos notar a falta de cuidados e manutenções como presença de vegetação e lixos na estrutura.

Dentre as manifestações patológicas encontradas foi aparecimento da armadura esta:

- Fissuras e Trincas
- Permeabilidade
- Manchas
- Deslocamento do concreto nas juntas de concretagem
- Segregação
- Porosidade
- Calcinação
- Dano estrutural decorrente a colisão de caminhão na viga da estrutura
- Corrosão da armadura

4.1.1.1 Reconhecimento das manifestações patológicas.

Figura 10: Presença de manchas decorrente da umidade na estrutura



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 11: Dano estrutural decorrente a colisão de caminhão na viga da estrutura



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 12: Desagregação do concreto e corrosão da armadura



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 13: Desplacimento e fissuras na defesa de proteção



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 14: Desplacimento e fissuras na defesa de proteção de forma mais detalhada



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 15: Mancha por ocorrência de umidade no pilar



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 16: Deslocamento ou Esfoliação



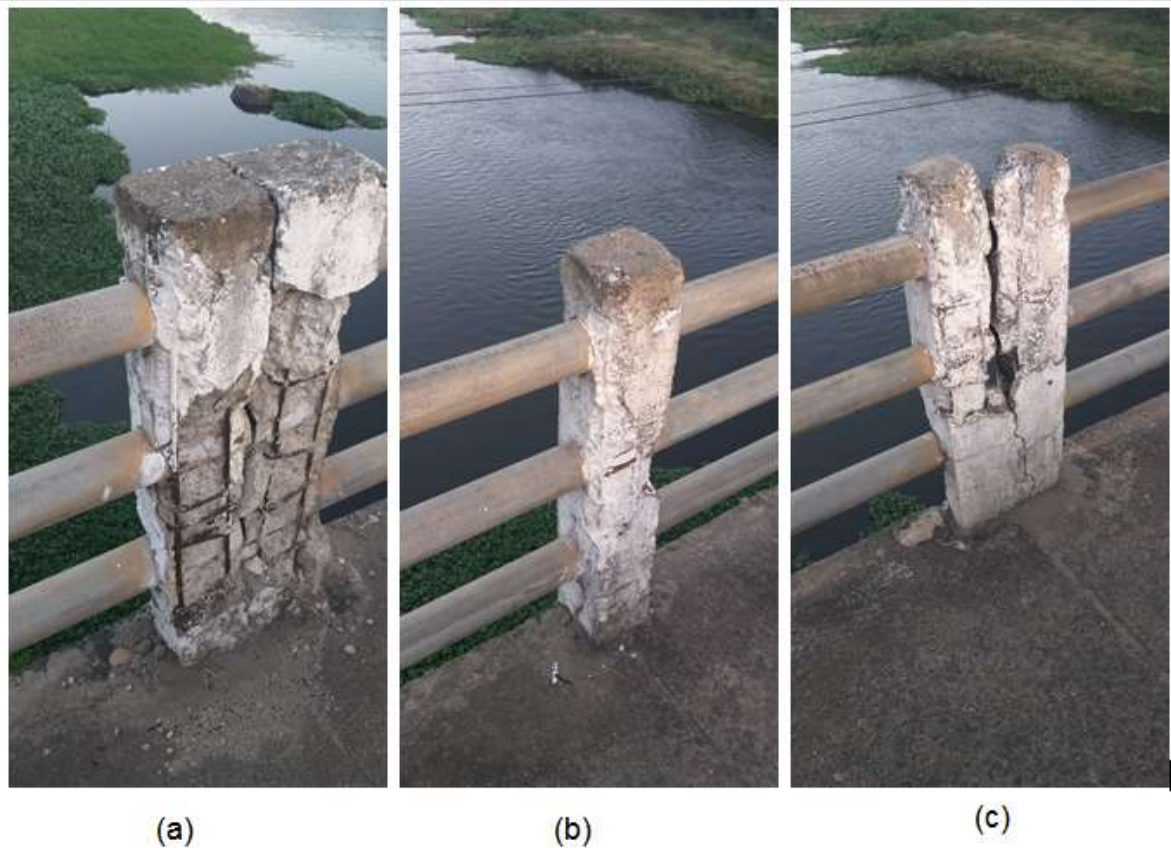
Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 17: Corrosão da armadura



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 18: Perda da capacidade estrutural dos montantes do guarda-corpo



Fonte Arquivo Pessoal

4.1.2 Ponte Japaranduba

A ponte Japaranduba seu tabuleiro tem 100 metros de vão com um comprimento de 16,38m e sua altura de 10 metros. Executada no início do século XX, seu material é concreto armado, apoiada pelo sistema de laje em secções T. ela serve para os carros transitar entre o município e o estado de alagoas, cidades vizinhas como Catende, Xexeu, Novo Lino, Jaqueira, Marayal, Caruaru e também sendo a principal passagem para os bairros Quilombo II, Quilombo III, a Fazenda Nova Esperança.

Conforme mostra a 19 e 20 a ponte tem seu sistema construtivo de laje e em seção de T apoiada nas extremidades da ponte, seu material construtivo foi o concreto armado. Onde transpõe o Rio Una.

Figura 19: Ponte Japaranduba



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 20: Ponte Japaranduba- vista sobre outro ângulo



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 21: Ponte Japaranduba vista da pista



Fonte: Arquivo Pessoal

Como a construção é antiga pode-se verificar que seu guarda corpo, tem a altura de 0,50 metros, não atendendo a norma da ABNT/NBR 14718 (2011) onde diz que o guarda corpo deve ser de 1,10 m, essa distancia se da entre o piso acabado e a parte superior do peitoril.

4.1.2.1 Reconhecimento das Patologias

Dentre as manifestações encontrada foram:

- Fissuras e Trincas;
- Permeabilidade;
- Manchas;
- Deslocamento do concreto nas juntas de concretagem;
- Desagregação;
- Segregação;
- Porosidade;
- Junta de dilatação desgastada;
- Calcinação;
- Afundamento na calçada;
- Desgaste da pista;
- Deslocamento na extremidade da ponte.

Figura 22: Desplacamento na extremidade da ponte



Fonte: Arquivo Pessoal

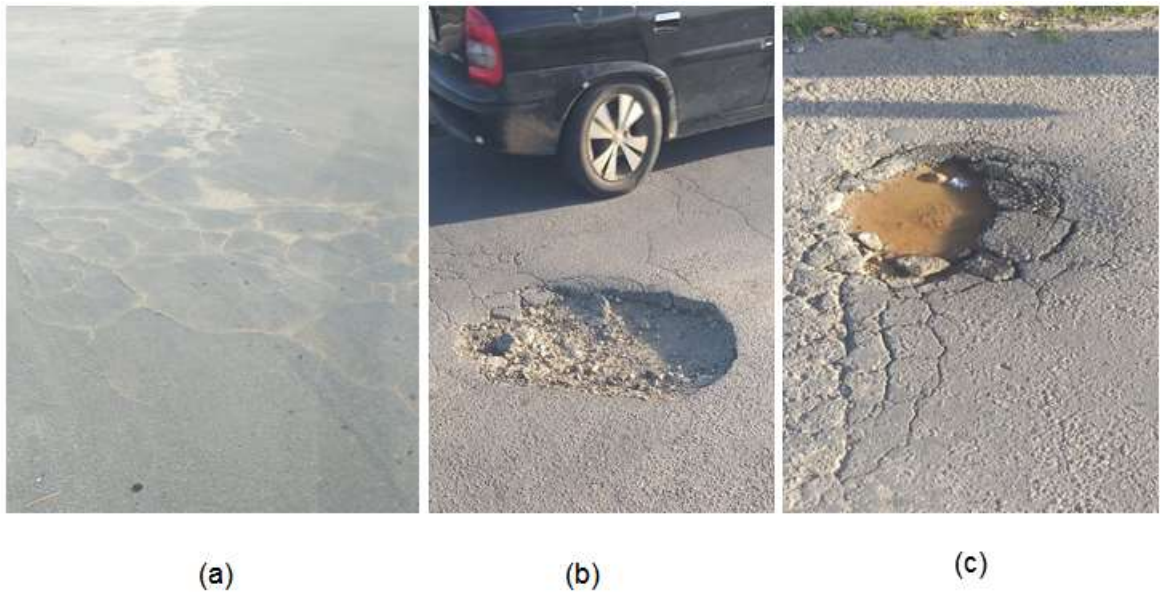
Figura 23: Afundamento de calçada



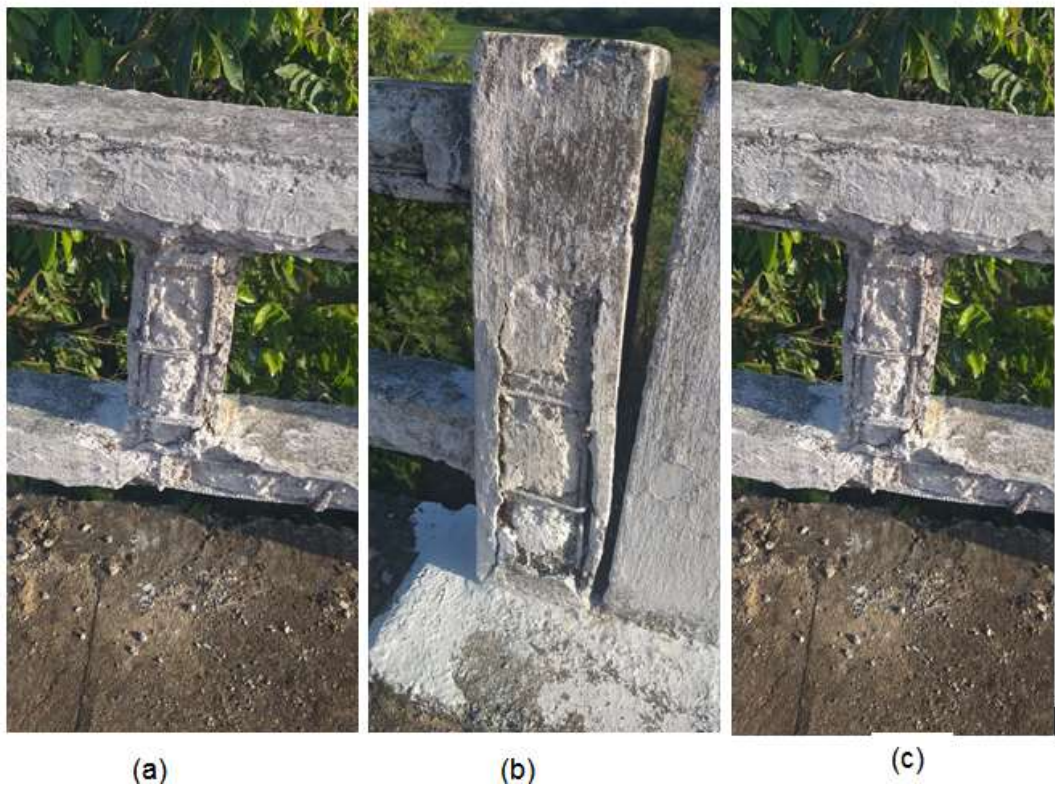
(a)

(b)

Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 24: Afundamento da Pista

Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 25: Perda da capacidade estrutural dos montantes do guarda-corpo

Fonte: Arquivo Pessoal

4.2 Diagnósticos e causas prováveis

4.2.1 Viaduto Lúcia Paiva

As figuras acima mostram que o viaduto possui diversas manifestações patológicas, porque ele não passou por uma avaliação e reforma no período de 10 anos, por isso as manifestações patológicas vêm se agravando com o tempo devido falta de um programa.

Tabela 5: Matriz GUT - Viaduto Lucia Paiva

Manifestações patológicas	G	U	T	GxUxT	Grau de priorização
Fissuras e Trincas	3	3	4	36	4
Permeabilidade	2	3	3	18	6
Manchas	2	2	2	8	7
Deslocamento do concreto nas juntas de concretagem	4	4	4	64	3
Desagregação	3	4	3	36	4
Segregação	2	3	4	24	5
Porosidade	4	3	3	36	4
Patologias no guarda corpo por desgaste ou erosão	5	5	4	100	2
Corrosão na armadura	5	5	5	125	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Para melhor verificação de problemas mais urgentes foi realizado uma matriz GUT (conforme mostra a tabela 5) onde podemos notar que o viaduto apresenta maiores problemas na corrosão da armadura e na estrutura do guarda corpo.

4.2.2 Ponte Japaranduba

Como demonstra as imagens a ponte esta precisando de um reparo com urgencias, pos todo o guarda corpo esta danificado, pista de asfalto apresenta diversas patologias a extremidade da ponte encontra-se com problemas, indica corrosão na estrutura. O estado da ponte se encontra bem mais complicado do que o viaduto Lucia Paiva, devido que sofreu enchente em 2010 e 2011 e ela não passou por uma avaliação. Para melhor avaliar foi desenvolvido a matriz GUT que demonstramos a baixo:

Tabela 6: Matriz GUT – Ponte Japaranduba

Manifestações patológicas	G	U	T	GxUxT	Grau de priorização
Fissuras e Trincas	3	3	4	36	5
Permeabilidade	2	3	2	12	7
Manchas	1	1	2	2	9
Desplacamento do concreto nas juntas de concretagem	4	4	4	64	4
Desagregação	3	4	3	36	5
Segregação	2	3	4	24	7
Porosidade	2	2	3	12	8
Junta de dilatação desgastada	5	5	4	100	2
Calcinação	3	3	4	36	5
Afundamento na calçada	4	4	4	64	4
Desgaste da pista	5	5	5	125	1
Desplacamento na extremidade da ponte	3	3	3	27	6
Guarda corpo	5	5	5	125	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Utilizando-se a metodologia GUT, foi observado que as manifestações patológicas encontrada no guarda corpo e na pista asfáltica foram predominantes na Ponte Japaranduba. Desta forma, são estas manifestações que requerem as priorizações de implementação das medidas reparos e de correção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pontes e viadutos são equipamentos essenciais para vidas humana, são estruturas que habilita os pedestres e os veículos a transporem esses efeitos físicos geográficos (drenagens) como também as ruas e vales. as estruturas quando submetidas a ambientes agressivos ou não tratadas dentro de uma programação de manutenção preventivas, elas são expostas a danos e esses são mapeados e identificados como patologias.

As estruturas de concreto armado estão expostas às inúmeras ações de vários tipos, onde é capaz de coloca-la em situação de risco, tornando-se assim necessário os conhecimentos das patologias para a segurança da população devido que a edificação pode vir a colapso, tendo a necessidades do conhecimento das origens das manifestações e os prováveis consertos.

As análises visuais e coletas de dados *in loco* é apenas uma das formas usadas que tem como objetivo o reconhecimento das manifestações patológicas existente nas pontes sobre o Rio Una no Município de Palmares – PE

Demonstrou-se pelo meio da revisão bibliográfica a importância da necessidade de um bom projeto, qualidade de matérias, padronização, qualificação da realização dos serviços, a implementação de manutenção das estruturas para que se tenha uma visão do estado de conservação das pontes, planejando e prevendo medidas a se desempenhar na estrutura.

As duas pontes que foram estudadas, as suas manifestações patológicas ocorreram devido à falta de manutenção. As análises realizadas para a ponte de Lucia Paiva demonstraram que as manifestações patológicas de corrosão na armadura são as de maior relevância, já a ponte Japaranduba indicou os problemas mais graves foi no guarda corpo e na pista asfáltica.

Com respeito a indicação de futuros estudos, recomenda-se a realização de novas investigações para realização de ensaios não destrutivos e o desenvolvimento de projeto de recuperação estrutural considerando as análises apresentadas neste trabalho.

REFERÊNCIA

ABDALA, Marcia Regina Werner Schneider (Org.). **Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4**. 2009. Disponível em: < <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/E-book-Impactos-das-Tecnologias-na-Engenharia-Civil-4.pdf>>. Acesso em 25 de out.de 2020.

ALMEIDA, T. P. B.; FARIA, M. T.; POMPEU, C. F. Manutenção e Restauração de Pontes e Viadutos. **CONIC semensp**, Jáguaáriúna, v. 19, n.3, p 3-9, [nov.2019?]. Disponível em: <http://conic-semensp.org.br/anais/files/2019/trabalho-1000003338.pdf>>. Acesso em 17 de ago.de 2020

ARAUJO, Ciro José Ribeiro Villela. Vistoriando Obras De Arte Especiais. **Notícias da Construção**, São Paulo, v.138, p. 60-62, out. 2014. Disponível em: < file:///C:/Users/C/Downloads/1130-Noticias_da_Construcao_SindusCon_Outubro_2014.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9452**: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto: Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14718**: Guarda-corpos para edificação. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < http://funisa.com.br/wp-content/uploads/2015/12/NBR_14718_Guarda-Corpos_Edificacoes.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15200**: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio: Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: Desempenho de Edificações, da Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 2013.

CARDOSO, L. QUARESMA, J. E. **Análise De Manifestações Patológicas Em Pontes E Viadutos De Concreto Armado Na Cidade De São Paulo – Sp**. Semana academica, 2019. Disponível em: <

https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/artigo_mod_revista_finalrev1.pdf >. Acesso em: 05, nov e 2020.

CUNHA, A. J. P.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. M. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo: Pini, 1996.

GERHARDT, Tatiana E. e SILVEIRA, Denise T. **Métodos de pesquisa**. 1ºed. Rio Grande do Sul: Luciane Delani, 2009

Helene, Paulo & Pereira, Fernanda (Ed.). **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto**. Bogotá, Colombia, SIKA, 2007. 600 p. ISBN 85-60457-00-3

LOURENÇO, Líbia C et al. Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais. **Google acadêmico**, 2009. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n34/Pag_5-14.pdf >. Acesso em: 05 de novembro de 2020.

KLASSMANN, A. B.; BREHM, F. A.; MORAES, C. A. Percepção dos funcionários dos riscos e perigos nas operações realizadas no setor de fundição. **Rev. Est. Tecnológicos**. v. 7, n. 2, p. 142-162, mai/dez 2011. Disponível em: <<file:///C:/Users/C/Downloads/4518-14918-1-SM.pdf>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2020.

MARCHETTI, Osvaldemar, 2008. **PONTES DE CONCRETO ARMADO**. 1 Reimpressão 2009. Editora BLUCHER

MEIRELES, Manuel **Ferramentas Administrativas Para Identificar Observar E Analisar Problemas: Organização com Foco no Cliente**. 1ºed. São Paulo: artes e Ciência. 2001

PAULA, Carla Castro de. **Patologias de estruturas de concreto: identificação e tratamento**. AECweb. [S.l] 2020 Disponíveis em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-de-estruturas-de-concreto-identificacao-e-tratamento/14342>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

Possan, E; Demoliner, C. A. Desempenho, Durabilidade e Vida Útil das Edificações: Abordagem Geral. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 1º ed. Paraná, 2013.

SARTORI, A. L. **identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de campinas-sp**. Campinas, 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estadual de Campinas Disponíveis em: < file:///C:/Users/C/Downloads/Sartorti_ArturLenz_M%20(1).pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. – São Paulo: Pini, 1998.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil. **Boletim Técnico**, Mérida, v.1, n. 10 p. 17, dez. 2013. Disponível em: < http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf>. Acesso em: 15 out. 2020.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia**. Recife. 2003. Disponível em: < http://www.vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

VICTOR, João. Lei da Evolução de Custos ou Lei de Sitter. **Guia da engenharia**, 2019. Disponível em: < https://www.guiadaengenharia.com/lei-custos-sitter/>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto**. In: Congresso Nacional do Concreto. 48. 2006, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: IBRACON, 2006.